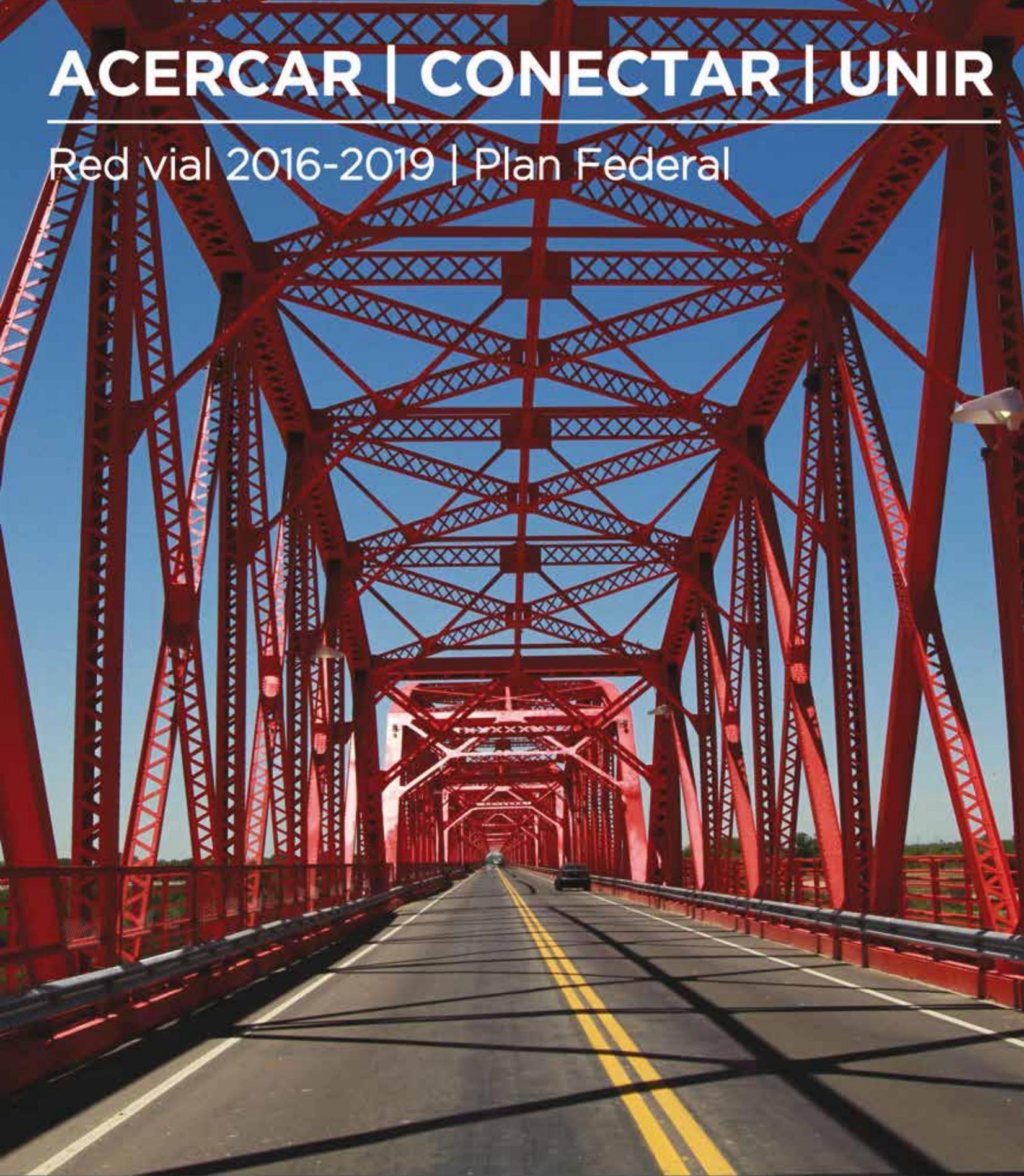


ACERCAR | CONECTAR | UNIR

Red vial 2016-2019 | Plan Federal



Vialidad Nacional



Ministerio de Transporte
Presidencia de la Nación



JUNTA EJECUTIVA

Presidente: **Ing. GUILLERMO CABANA**

Vicepresidente 1º: **Ing. NICOLÁS M. BERRETTA**

Vicepresidente 2º: **Sr. HUGO BADARIOTTI**

Vicepresidente 3º: **Ing. JORGE W. ORDOÑEZ**

Secretario: **Sr. M. ENRIQUE ROMERO**

Prosecretario: **Ing. MIGUEL MARCONI**

Tesorero: **Sr. NÉSTOR FITTIPALDI**

Protesorero: **Ing. ROBERTO LOREDO**

Director de Actividades Técnicas: **Ing. MARIO LEIDERMAN**

Director de Difusión: **Ing. JORGE SANTOS**

Director de Capacitación: **Ing. NORBERTO CERUTTI**

Director Ejecutivo: **Ing. JORGE LAFAGE**

Director de RRII y Comunicaciones: **Lic. FEDERICO ANDREON**

STAFF



CARRETERAS

Año LX - Número 221
Marzo de 2016

Director Editor Responsable:
ING. GUILLERMO CABANA

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

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

info@aacarreteras.org.ar
www.aacarreteras.org.ar

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

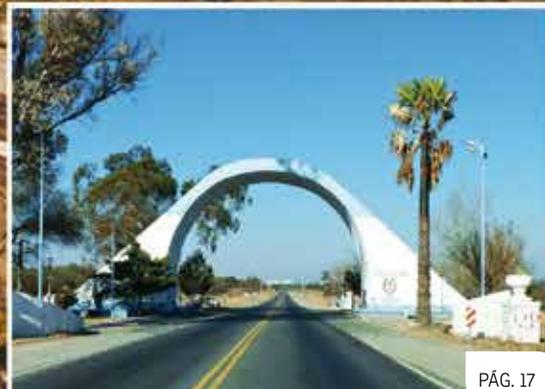
Propietario:
ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CARRETERAS
CUIT: 30-53368805-1
Registro de la Propiedad Intelectual (Dirección Nacional del Derecho de Autor): 519.969
Ejemplar Ley 11.723

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



PÁG. 11

ENTREVISTA
LIC. GUILLERMO DIETRICH



PÁG. 17

PLAN BELGRANO
INFRAESTRUCTURA PARA EL NORTE ARGENTINO

ÍNDICE



Nota Editorial	04
Próximos Eventos	08
Entrevista Lic. Guillermo Dietrich	11
Plan Belgrano: Infraestructura para el Norte Argentino	13
Una Nueva Gestión del Transporte y La Vialidad en Argentina	20
Invitación a Proponer Obras Viales a Distinguir en el Día del Camino	22
XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito	24
Comités Técnicos AIPCR-PIARC para el Ciclo 2016-2019	28
Big Data y su Aplicación en el Transporte	32
Congreso Argentino de Caminos Rurales	42
Compromiso Hacia Visión Cero	44
La Seguridad de las Carreteras en la República Argentina	47
Carreteras Convencionales: Objetivo Prioritario en 2015	48
La Carretera N 625 en España	54
Breves	60
Obituarios	63

TRABAJOS TÉCNICOS

01. Evolución de Parámetros Físicos de Mezclas Asfálticas Luego de 14 Años de Servicio	66
02. Importancia de las Características Mineralógicas de los Agregados Pétreos para su Uso en Pavimentación Vial. Ejemplo con Basaltos de la Región Serrana Central de Argentina	75
03. Seguimiento a la Huella de Carbono Mediante la Emisión de CO ₂ , empleando RAP en México	84

DIVULGACIÓN

01. Aserrado y Sellado de Juntas en Pavimentos de Hormigón	92
02. Criterios de Priorización para Programar la Ejecución de Variantes de Población	100



PÁG. 24

INSTITUCIONAL
XVII CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO



PÁG. 28

INSTITUCIONAL
COMITÉS TÉCNICOS AIPCR-PIARC



Ing. Guillermo Cabana

Presidente de la Asociación
Argentina de Carreteras

Editorial

INICIAMOS UN NUEVO AÑO DONDE ENFRENTAMOS NUMEROSOS RETOS

Desde nuestra institución afrontamos el desafío de concretar el **XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito**. Será en la ciudad de Rosario del 24 al 28 de octubre, en un predio ideal para su desarrollo: el Centro de Eventos y Convenciones Metropolitano.

Las **nuevas autoridades de la Dirección Nacional de Vialidad** ya han comunicado su decisión de comprometerse fuertemente con el éxito del congreso, al igual que el Consejo Vial Federal, quienes siempre han sido los organizadores de este encuentro.

Edición a edición este compromiso ha ido creciendo y hoy, en este año de grandes cambios y muchas novedades en el sector, esperamos que continúe con la tendencia que ha mostrado en los últimos tiempos.

Desde nuestros países vecinos han llegado muestras de adhesión e interés en participar y estamos tratando de forjar una relación permanente y fructífera entre nuestra institución y sus pares de Uruguay, Chile y Paraguay.

También contamos con la asociación estratégica con el **Instituto del Cemento Portland Argentino**, **ITS Argentina** y la **Comisión Permanente del Asfalto**, que, repitiendo las exitosas experiencias de los últimos dos con-

gresos, organizarán el **III Seminario Internacional de Pavimentos de Hormigón**, el **XI Congreso Internacional ITS** y la **XXXVIII Reunión del Asfalto**, lo que genera una sinergia de trabajo que sin dudas enriquecerá las temáticas a tratar y la convocatoria de este encuentro.

Muchos otros se han sumado al esfuerzo, como el caso del **IMAE** (Instituto de Mecánica Aplicada y Estructuras) y de la **Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario**, que serán fundamentales para el desarrollo del congreso.

Invitamos a sumarse a todos aquellos que quieran aportar ideas o inquietudes para que este congreso sea una vez más un hecho destacado no solo en la vialidad argentina sino también en todo el continente.

En estas páginas y en el sitio web **www.congresodevialidad.org.ar** encontrarán información detallada del congreso, las formas de inscripción y las áreas y plazos para la presentación de los trabajos técnicos.

En estos días estaremos realizando el lanzamiento oficial del **XVII Congreso Argentinos de Vialidad y Tránsito** en Rosario, junto a referentes políticos y técnicos.



Desde nuestra última edición, hemos asistido a la renovación de autoridades, producto del cambio de gobierno que se produjo el 10 de diciembre de 2015. Como anunciáramos, se creó el Ministerio de Transporte, una nueva cartera que nuclea a todos los modos, sean aéreos, fluviales y terrestres, tanto carreteros como por ferrocarril.

Y como consecuencia de esta nueva estructuración, tanto la **Dirección Nacional de Vialidad** como la **Agencia Nacional de Seguridad Vial** y la **Comisión Nacional de Regulación del Transporte** (CNRT) forman parte del mismo ministerio, permitiendo así una profunda integración entre las acciones de organismos que deben, sin duda, funcionar en forma articulada.

En estas páginas encontrarán un reportaje al Ministro de Transporte, el **Lic. Guillermo Dietrich**, quien nos detalla los objetivos de su ministerio y su accionar en las distintas áreas vinculadas con el camino y el transporte en general. También veremos anuncios de obras emblemáticas que el nuevo gobierno ha priorizado.

Y estamos a la espera del anuncio del Plan Integral de la Vialidad que, según ha trascendido, será públicamente presentado en un futuro no muy lejano, permitiéndonos a todos conocer

cuál será el futuro de los caminos de la patria.

Desde estas páginas hemos insistido en la necesidad de un plan integral de la vialidad argentina que contemple la necesaria readecuación de nuestras rutas a las condiciones actuales de demanda.

Hemos recordado en reiteradas ocasiones que muchas de nuestras principales rutas fueron diseñadas hace muchos años, cuando los volúmenes de tránsito eran sustancialmente menores, cuando las velocidades de circulación también lo eran, así como muy diferentes las expectativas de los conductores.

Hoy se hace indispensable concretar un plan de acción que brinde a nuestro país rutas seguras, mediante la modificación de los parámetros de diseño, de anchos de ruta y radios de curvatura; mediante la pavimentación de banquetas y el imprescindible aumento de capacidad en aquellas rutas que hoy presentan altos volúmenes de tránsito, tales como muchos tramos de las rutas 3, 5, 7, 8, 19, 34, 158, entre otras.

Rutas seguras, rutas confortables, rutas con un diseño coherente en todos sus tramos.

Ese es el desafío y esperamos que el plan, tal como se vislumbra en las declaraciones del ministro en su reportaje, incluya esos parámetros.

Todo esto resulta de suma importancia pero volvemos una vez más a insistir en la impostergable necesidad de atender adecuadamente el mantenimiento de nuestra red.

La readecuación es una cuestión importantísima para la seguridad y la fluidez del tránsito pero también lo es el correcto estado de calzadas y zonas de camino, en especial banquetas y taludes.

Por ello deberíamos contar con esquemas de mantenimiento que permitan rutas homogéneas y seguras, todo en función de las características de cada tramo y del tránsito que lo recorra.

Así consideramos que debe reestructurarse un esquema de peaje en las rutas cuyo tránsito lo permita, de forma tal que un operador privado se haga cargo de la totalidad de las tareas de rehabilitación y mantenimiento, asegurando una ruta apta y segura. Contratos de control por resultados, que aseguren la introducción de nuevas técnicas que permitan el reacondicionamiento y mantenimiento de las calzadas en forma económica y sostenible.

Esto implicará el cumplimiento estricto de las obligaciones contractuales tanto por parte del operador como del Estado contratante.

Finalmente, en aquellos tramos en donde el peaje no resulte factible, también debería asegurarse un programa de mantenimiento adecuado, rescataando las virtudes del sistema C.Re. Ma., que, originado en nuestro país, se ha diseminado por todo el continente e incluso por otros países lejanos.

Sin duda, los tiempos cambian y las nuevas formas de contratación deben adaptarse a ellos, pero consideramos de fundamental importancia proseguir en el camino del control por resultados en los contratos de rehabilitación y mantenimiento, y uno de los factores claves a analizar son los plazos de este tipo de contratos.

Por otro lado, podremos ver detalles del anunciado Plan Belgrano para el norte de nuestro país y la convocatoria para un **Congreso Argentino de Caminos Rurales** a realizarse en Olavarría del 29 al 30 de junio de este año.

Desde siempre la Asociación Argentina de Carreteras ha tenido sumo interés en el desarrollo y atención de los caminos rurales y ha generado varios encuentros vinculados con esta problemática, así como documentación variada sobre el tema.

Hoy, la conformación de una comisión para el estudio de esta problemática presenta esta convocatoria destinada a técnicos y políticos del interior de la Provincia de Buenos Aires y provincias vecinas con una temática similar, en la búsqueda de soluciones para la adecuada atención de estos caminos, fundamentales en el esquema productivo de nuestro país.

Será en la ciudad de Olavarría, en el corazón de la provincia de Buenos Aires, y esperamos convocar el interés y la participación de numerosos actores tanto del ámbito público como del privado.

Cómo mencioné al principio enfrentamos grandes desafíos.

Pero también grandes expectativas, porque será el inicio del camino para

adoptar grandes soluciones a los problemas de nuestra red caminera, desde el último rincón al que se accede por un precario camino de tierra hasta la gran autopista en las proximidades de las ciudades más importantes.

Confiamos en que todo lo que vivimos se vaya convirtiendo en realidad, y que las autoridades comprendan que la inversión en materia vial es una inversión altamente rentable, como lo han comprendido los principales países del mundo, y no un gasto ajustable como ha pasado en muchos momentos de nuestra historia.

Con entusiasmo comencemos esta nueva etapa de retos y esperanzas por más y mejores caminos.

Nos vemos todos en
Rosario en octubre y a
aquellos que tengan
vocación por los caminos
rurales los esperamos en
Olavarría en junio.



Construyendo Argentina



JCR S.A.

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

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

www.jcrelats.com.ar



**PETROQUÍMICA
PANAMERICANA S.A.**

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

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

EVENTOS

Nacionales e Internacionales

Próximos Eventos 2016



20ª REUNIÓN DE PAVIMENTACIÓN URBANA

1 al 3 de junio
Florianópolis, Brasil
» www.rpu.org.br

Este evento, organizado por la Asociación Brasileña de Pavimentación (ABPv), busca fomentar la divulgación en toda la comunidad técnica con el objetivo de intercambiar experiencias y conocimientos entre investigadores, contratistas, académicos, ingenieros y técnicos en pavimentación.

Se tratarán temas como las buenas prácticas de pavimentación urbana, la divulgación de la pavimentación como factor de progreso y desarrollo social y económico a la luz de los impactos generados, estudios de programación de actividades para mejorar el desarrollo de técnicas de pavimentación urbana y estudios de colaboración posible entre especialistas y entidades nacionales o extranjeras.

Dirigido a:

Investigadores, contratistas, académicos, ingenieros y técnicos en pavimentación. Funcionarios públicos y especialistas de organismos multilaterales y de fomento.



CONGRESO ARGENTINO DE CAMINOS RURALES 2016

29 y 30 de junio
Olavarría, Prov. de Buenos Aires
» www.aacarreteras.org.ar

La Asociación Argentina de Carreteras, a través de su comisión de caminos rurales, convoca al **Congreso Argentino de Caminos Rurales**. En la actual coyuntura económica, orientada a aumentar fuertemente las exportaciones argentinas al mundo y a mejorar la productividad con vistas a bajar los costos del consumo interno, el sistema de transportes constituye un cuello de botella, que limita el cumplimiento de esos objetivos. Aunque el problema abarque todo el sistema de transportes, existe una infraestructura básica y primaria del sistema que ha sido abandonada en los últimos 25 años y cuya indefinición conspira contra los objetivos productivos señalados.

Esa infraestructura básica es la de los caminos rurales terciarios, o vecinales, normalmente de tierra, con un alto grado de intransitabilidad, por falta de obras adecuadas y escaso o nulo mantenimiento. Si bien todo el sistema de transporte requiere mejorar su eficiencia, el sistema caminero en general y el sistema de caminos rurales en especial resultan ser los puntos vitales por mejorar si queremos generar un sistema de transporte racional para aprovechar las potencias con las que la naturaleza ha dotado al país.

Dirigido a:

Profesionales, técnicos y funcionarios públicos nacionales, provinciales y municipales relacionados con la gestión y conservación de las redes terciarias.



XIX CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO, TRANSPORTE Y LOGÍSTICA

28 al 30 de septiembre
México DF, México
» www.panam2016.iingen.unam.mx

El **Grupo de Investigación en Ingeniería de Transporte y Logística (GiiTraL) del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)** obtuvo de parte de la **Sociedad Panamericana de Investigación en Transporte (PANAMSTR)** la aprobación para organizar el **XIX Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito, Transporte y Logística** en la ciudad de México.

El **PANAM**, que es uno de los congresos más importantes de Iberoamérica de ingeniería de transporte y logística, nació en la ciudad de México en 1980, regresó catorce años después en su octava versión y nuevamente retornará a su origen entre el 28 y el 30 de septiembre de 2016, pero crecido en experiencia y participación.

El **PANAM 2016** convoca, como lo ha hecho a lo largo de su historia, a investigadores, profesionales, académicos, ejecutivos de empresas y funcionarios públicos a presentar y discutir acerca de los avances de la investigación, el desarrollo metodológico, técnico y tecnológico en sus temas pilares: tránsito, transporte y logística.

Dirigido a:

Académicos, investigadores, profesionales, ejecutivos de empresas y funcionarios públicos relacionados con el tránsito, el transporte y la logística.



XVII CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

Del 24 al 28 de octubre
Rosario, Argentina

» www.congresodevialidad.org.ar

El **XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito** será un foro de ideas acorde a los desafíos que la vialidad y el transporte de Argentina y la región tienen para los próximos años. Esta nueva edición permitirá el intercambio de conocimientos y la transferencia tecnológica, en un ámbito ideal para el debate de ideas entre expertos nacionales e internacionales.

Bajo el lema “**Una Visión para el Futuro de las Carreteras y el Transporte**”, se llevará adelante un programa técnico de excelencia que abarcará todos los temas relacionados con el quehacer vial, dentro de una visión amplia y multidisciplinaria, que comprenderá desde innovaciones en la construcción de caminos, puentes y túneles; la planificación de la logística en las ciudades y las soluciones para la movilidad urbana; el diseño geométrico y el desarrollo de sistemas inteligentes de transporte, entre otros.

Al igual que en la última edición, el **Instituto del Cemento Portland Argentino**, **ITS Argentina** y la **Comisión Permanente del Asfalto** realizarán conjuntamente con el **XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito** el **III Seminario Internacional de Pavimentos de Hormigón**, el **XI Congreso Internacional ITS** y la **XXXVIII Reunión del Asfaltero** respectivamente, lo que potenciará el desarrollo del evento.

Los **Congresos Argentinos de Vialidad y Tránsito** han superado las fronteras del país y ya son un evento regional e internacional y por eso este XVII Congreso será uno de los foros técnicos más trascendentes del año.

Dirigido a:

Profesionales, técnicos, docentes, estudiantes, investigadores y funcionarios de todos los niveles, (nacional, provincial y municipal) de nuestro país y del exterior. Consultores, constructores, proyectistas, proveedores, auditores y todos aquellos involucrados en el quehacer vial.



V CONGRESO IBEROAMERICANO DE SEGURIDAD VIAL CISEV 2016

7 al 9 de noviembre
Santiago de Chile, Chile

» www.institutoivia.org/VCISEV

Los días 7, 8 y 9 de noviembre de 2016 va a tener lugar en Santiago de Chile la quinta edición del Congreso Iberoamericano de Seguridad Vial (CISEV), que promueve el Instituto Vial Iberoamericano (IVIA) y que cuenta con el apoyo y colaboración del Consejo Nacional de Seguridad de Tránsito (Conaset), dependiente del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones del Gobierno de Chile.

Superado el ecuador de la Década de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020, el V Congreso Iberoamericano de Seguridad Vial se llevará a cabo del 7 al 9 de noviembre de 2016 en Santiago de Chile, con el objetivo de proponer medidas en todos los ámbitos que permitan avanzar en el cumplimiento de los objetivos establecidos en los cinco pilares de la década.

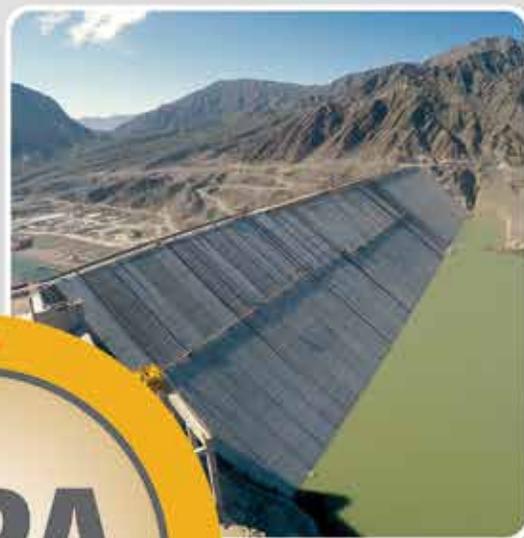
Si bien se reconoce la necesidad de trabajar en los cinco pilares de la Década de Acción, el V CISEV ha querido centrarse en un ámbito de especial importancia en la seguridad vial de la región: “La Seguridad de los Usuarios Vulnerables”.

Y es que, de acuerdo al último informe sobre seguridad vial de la OMS en América, casi la mitad de las muertes por accidentes de tránsito se registran entre los usuarios que cuentan con menos protección -motociclistas, peatones y ciclistas-.

Dirigido a:

Especialistas en seguridad vial, profesionales del sector, instituciones, organismos y empresas de infraestructura, consultoras proveedoras, fabricantes y todos los interesados en el ámbito de la seguridad vial.

Líderes en innovación y transferencia tecnológica



COMPROMISO & TRAYECTORIA



ICPA
INIA
INEC

Los Sistemas de Gestión de la Calidad e Inocuidad de ICPA son de
propiedad intelectual de ICPA. Todos los derechos reservados.

San Martín 1137 Piso 1 C1004AAW
Ciudad Autónoma de Buenos Aires | Argentina
T. (54 11) 4576.7695 / 7690 | F. (54 11) 4576.7699

www.icpa.org.ar



Entrevista al Ministro de Transporte de la Nación Lic. Guillermo Dietrich

El nuevo gobierno nacional reconfiguró las áreas de trabajo y creó el Ministerio de Transporte, una nueva cartera que nuclea a todos los modos de transporte, tanto fluvial, como aéreo y terrestre, sea ferrocarril o carretero. Para conocer un poco más acerca de los planes que tiene el área para el futuro entrevistamos al Lic. Guillermo Dietrich, Ministro de Transporte de la Nación.

El primer acto de gobierno de Mauricio Macri fue el anuncio de obras viales. ¿Es un ejemplo de la importancia que tendrá el sector en el nuevo gobierno?

El transporte es un área clave para cumplir con los objetivos de desarrollo económico y social, para integrar las distintas regiones del país y para reducir la pobreza. Tenemos el plan de infraestructura para el transporte más importante de la historia y sabemos cómo hacerlo posible. Vamos a hacer las rutas, los caminos y las vías necesarias para que productos de las economías regionales de todo el país puedan llegar a los puertos con menos trabas y menores costos en los fletes. En las ciudades nuestra meta será mejorar el transporte público y ofrecer más alternativas de movilidad para mejorar la calidad de vida de las personas y contribuir a viajes más previsibles, rápidos y seguros.

Una Argentina con mejores rutas y trenes, con más vuelos y mejores vías navegables, es un país más federal y también más justo, ya que todas las regiones tienen las mismas oportunidades de crecer, de generar empleo y de estar conectadas entre sí y con el resto del mundo.

¿Cómo encontró el sector vial cuando asumió su nuevo cargo?

Nos encontramos con el desafío de agrupar dependencias pertenecientes a diferentes organismos. Por primera vez en el país, un ministerio agrupa todos los modos de transporte, incluida el área de Vialidad, que tiene a su cargo todas las obras de infraestructura en rutas, caminos y accesos del país.

Tenemos un nuevo enfoque de gestión en el que la planificación, la operación y la obra están bajo una misma órbita. Esto hará más eficiente la asunción de compromisos y el cumplimiento de los plazos establecidos; había mucha obra parada y desprolijidades en la gestión y los pagos. Recibimos una he-

rencia marcada por el déficit acumulado; por el abandono de la infraestructura y los recursos humanos; por asignaciones con criterios poco transparentes o en forma poco inteligente.

Nos encontramos con una red vial que requiere de una cantidad de obras que mejoren la fluidez y la seguridad, destacando la construcción de autopistas, circunvalaciones y nudos viales, así como obras menores que colaboren en la seguridad vial de los caminos.

La Dirección Nacional de Vialidad quedó bajo la órbita de su ministerio. ¿Cuál es el plan de acción para la DNV para los próximos años?

El principal objetivo de nuestro Plan Nacional de Transporte es poner al país en marcha para tener una Argentina más integrada, potenciar el crecimiento y la conectividad entre sus ciudades y regiones, y así contribuir a dos grandes metas de nuestro gobierno: alcanzar la pobreza cero y unir a los argentinos.

Para el área de Vialidad, nuestras prioridades son la seguridad vial y la federalización de la red vial. En los próximos cuatro años vamos a hacer 2.800 km más de autopistas, duplicando así las que hoy existen, y 4.000 km de rutas seguras (con banquetas pavimentadas; carriles anchos; obras para evitar cruces por localidades; cruces a diferente nivel con rutas importantes y ferrocarriles, etc). Vamos a construir los puentes necesarios para la conectividad de ciudades y resolver los cuellos de botella y pasos peligrosos con obras de rodeo y circunvalaciones.

Queremos que los argentinos viajen tranquilos uniendo regiones y ciudades, pero que además las distancias se acorten para reducir los costos logísticos y que los productos de todo el país lleguen a puertos y mercados.

Con cada obra que hacemos construimos un nuevo país, más humano y más federal: ponemos en marcha la economía, generamos empleo y le damos un impulso a los productores para que se animen a invertir y a crecer.

Sabemos que existe una importante deuda con las empresas constructoras y un gran paquete de obras contratadas ¿Cómo piensan resolver este tema?

Decidimos reactivar obras que se hallaban abandonadas, obras prometidas y postergadas durante años, y que son fundamentales para la seguridad de las miles de personas que viajan todos los días. Por ejemplo, ya avanzamos en la reactivación de las obras para las autovías 8, 7, 5 y 3.

Con reglas claras, vamos a cumplir los plazos; vamos a revisar las licitaciones para ordenar las prioridades y gestionar en forma transparente, llevando los pagos al día, para dar marcha atrás o avanzar allí donde sea necesario.

En su primer mensaje público como ministro planteó un objetivo claro para el sector vial: trabajar todos juntos para que nadie más muera en nuestras rutas. ¿Cuál es la idea para mejorar el área de seguridad vial?

Un punto clave para la seguridad vial es la infraestructura. Con autovías en los corredores más importantes, reemplazando rutas de doble mano, y con obras de seguridad en rutas con menos circulación, vamos a reducir notablemente la siniestralidad.

Al plan de acción de Vialidad se le suma además el plan de acción de la Agencia Nacional de Seguridad Vial, donde trabajaremos fuertemente sobre tres ejes: la profesionalización, la modernización y el cambio cultural.

La profesionalización apunta al óptimo análisis y detección de cómo y dónde se producen los siniestros para focalizar las acciones de control y concientización. La modernización apunta, entre otras cosas, a la incorporación de última tecnología, como drones y radares, para un control más eficiente y de mayor cobertura.

En cuanto al cambio cultural, vamos a desplegar campañas y programas de educación en todo el territorio federal apuntando a los principales factores de riesgo: velocidad, violación de luz roja, uso de cinturón de seguridad, uso de casco y el alcohol a la hora de manejar.

Hoy en día más del 90% del transporte de cargas se realiza por camión. ¿Qué planes tienen para generar una mayor multimodalidad en el transporte?

Revitalizar el transporte de cargas es una herramienta vital para diversificar la matriz de cargas y que todos los modos

crezcan: en una Argentina que crece, va a crecer el camión, pero también el tren, los barcos y los aviones.

Necesitamos ampliar las ofertas que hoy tienen los productos de nuestro país para que puedan llegar a las distintas regiones y a los puertos sin sobrecostos innecesarios, para generar empleo y poner en marcha la Argentina. Para lograrlo necesitamos recuperar el tren de cargas, y modernizar y ampliar la capacidad de la hidrovía.

El primer paso será la recuperación de 500 km de vías en el norte del país como parte de nuestro Plan Belgrano para las líneas Belgrano, Mitre y Urquiza. Los objetivos son aumentar la velocidad de los trenes, diversificar los tipos de cargas y reducir el impacto en los nodos urbanos a través de circunvalaciones.

En cuanto al transporte marítimo, tenemos previstas las obras necesarias para recuperar la previsibilidad y la seguridad en las vías navegables. Obras de dragado y balizamiento que acondicionen las vías, reduciendo los riesgos de accidentes y varaduras y tiempos de viaje.

Presentaron un plan de 2800 kilómetros de autovías y autopistas. También el Plan Belgrano (para el Norte argentino) incluye obras viales ¿De qué modo planifican distribuir y priorizar la inversión vial en el país?

En materia vial, daremos prioridad a las principales rutas doble mano más transitadas del país que necesitan infraestructura que mejore la seguridad vial: las RN 3, 5, 7, 8, 9, 12, 16, 19, 34, 158. Tenemos proyectos además para los corredores troncales del NOA, Cuyo y Alto Valle, donde se mueve gran parte de las producciones argentinas. El Plan incluye infraestructura no solo vial son también ferroviaria y aeroportuaria para las provincias del norte.

Con relación al transporte de pasajeros, el foco estará principalmente en la región metropolitana de Buenos Aires, que concentra los sectores más vulnerables y la mayoría de los viajes en tren y colectivo. Tenemos un ambicioso plan de modernización ferroviaria, que hace especial hincapié en la seguridad de la operación y la mejora de calidad del viaje. Se le suman la Red de Expresos Regionales, con 16 kilómetros de túneles debajo de la Avenida 9 de Julio que conectarán toda la red de ferrocarriles, facilitando el acceso a toda la región en forma rápida, cómoda, y segura.

En el AMBA, tenemos también en cartera la expansión de la red de Metrobus, que mejorará la experiencia y reducirá los tiempos de viaje de millones de personas. •

» Avanzan las obras de la Ruta N° 8



La reactivación de las obras de la autovía 8, anunciada el 11 de diciembre de 2015, ya muestra sus primeros resultados.

En su primer día de gobierno **Mauricio Macri** viajó, junto al Ministro de Transporte, **Guillermo Dietrich**, a la localidad bonaerense de Exaltación de la Cruz para anunciar la reactivación de la autovía en la ruta 8, entre Pilar y Pergamino.

La obra, que incluye 165 km de autovía, ya muestra avances en el puente Parada Robles (km 77), cuyo terraplén ya se ha finalizado y está por comenzar su asfaltado, y en las circunvalaciones de **Arrecifes** y **Pergamino**.

El Ministerio de Transporte afirmó que se concluirán los kilómetros de autovía en el tramo que va hasta la localidad de Solís en 2017, y hasta Pergamino en 2019.

El proyecto integral de transformación de la ruta 8 busca potenciar la integración de las localidades que atraviesa con las demás rutas de la región e incluye cuatro circunvalaciones en zonas urbanas (Arrecifes, Pergamino, San Antonio de Areco y Exaltación de la Cruz) y la eliminación de los cruces a nivel que tiene la ruta respecto de otras rutas y ferrocarriles, con distribuidores en las intersecciones.

» Convertirán 160 kilómetros de la Ruta N 40 en autovía entre Mendoza y San Juan

El presidente Mauricio Macri anunció la transformación en autovía de 160 kilómetros de la Ruta Nacional 40, una obra que posibilitará mejorar la circulación y la seguridad, así como reducir el tiempo de viaje entre las ciudades capitales de San Juan y Mendoza.

Acompañado por los gobernadores **Alfredo Cornejo** (Mendoza) y **Sergio Uñac** (San Juan) y los ministros de Interior, **Rogelio Frigerio**, y Transporte, **Guillermo Dietrich**, **Macri** aseguró que a lo largo de este semestre estará terminado el proyecto y que se licitará en la segunda parte del año para que las obras comiencen a fines de 2016. El objetivo es que la autovía esté terminada antes de 2019.

Para realizar la obra, que dará ocupación a unos 2.000 trabajadores, se aplicará un nuevo sistema de contratación con licitaciones en uno o dos

tramos, en lugar de realizar una división en seis tramos como estaba previsto en el plan original.

Además, el presidente anunció que habrá *“un sistema de premios, por el cual aquel que se compromete a terminar antes tendrá un premio, porque cada día que esta nueva infraestructura esté funcionando bien, nuestra gente va a estar cuidada y va a tener oportunidad de crecer”*.

“Las infraestructuras viales constituyen una demanda de muchos años y esperamos ir abarcando día a día todas las que podemos. Obviamente no vamos a poder abarcar todas de un día para el otro, pero cuanto antes empecemos vamos a poder terminar antes”, sostuvo Macri.

Por su parte, el gobernador de San Juan, **Sergio Uñac**, destacó a la pre-

sa la importancia del proyecto, y resaltó la *“predisposición del presidente Macri y sus ministros, quienes se han hecho eco de la necesidad de esta obra, ya que se ha priorizado en el contexto de las rutas que tienen que hacerse en el país, porque evidentemente la alta tasa de accidentes nos está complicando y debe darse una solución”*.

Una vez finalizada, la autovía permitirá reducir en una hora la vinculación vial entre San Juan y Mendoza.

La Ruta Nacional 40, con una extensión de 5.194 kilómetros, es la más larga del país, y su recorrido paralelo a la Cordillera de los Andes comienza desde el Cabo Vírgenes, en Santa Cruz, hasta la Quiaca, en Jujuy, en el límite internacional con Bolivia, y atraviesa 11 provincias argentinas.

» Reactivación de las obras en la Autovía N 7 y la Ruta N 5 en Luján



El gobierno nacional anunció la reanudación de las obras de la autovía de la Ruta Nacional N°7 y también de los trabajos para finalizar el enlace de la Ruta Nacional N°5.

En diversos actos, donde contó con la presencia de la gobernadora bonaerense, **María Eugenia Vidal**; el ministro de Transporte, **Guillermo Dietrich**; el administrador general de Vialidad Nacional, **Javier Iguacel**, y el intendente de Luján, **Oscar Luciani**, el presidente **Mauricio Macri** destacó que va a *“llevar a cabo un plan de infraestructura, para seguridad de la gente”*.

En su discurso, sostuvo que *“hace 10 años que a miles de argentinos se les promete terminar un tramo de esta autovía y que les va a cambiar realmente en mucho su vida diaria. No sólo a la gente de la ciudad de Luján, sino también a los vecinos de Suipacha, a la gente de Chivilcoy, de Bragado y de Mercedes; a todos los pampeanos que nos visitan, a todos aquellos que por la Ruta 5 quieren ir a visitar nuestra Patagonia; a los que transportan cereales o leche, y a muchos más”*.

Y remarcó: *“Estamos hablando de mucha gente que transita por estas autovías, mucha gente que pierde mucho tiempo porque no se terminan las rutas; pierden comodidad y sobre todo seguridad. Esto pasa en muchos lugares del país”*.

Obras en la Autovía RN 7

La construcción de la Autovía 7 se efectúa a lo largo de 210 km, atravesando cinco partidos: Luján, San Andrés de Giles, Carmen de Areco, Chacabuco y Junín. Según la información suministrada, en el primer cuatrimestre del año se inauguraría el tramo Luján-San Andrés de Giles, y en un plazo no mayor a 180 días estarían comenzando las obras en los tramos San Andrés de Giles-Carmen de Areco y Chacabuco-Junín en forma simultánea.

Este último arrancararía desde Junín por una cuestión técnica a resolver a la altura del Río Salado. Mientras se efectúen las obras en estos dos tramos, se trabajaría en la ejecución del proyecto y licitación del tramo faltante, Carmen de Areco-Chacabuco. **Se estima finalizar la obra en el último trimestre de 2019 con un costo total de \$5.000 millones.**

Trabajos para el enlace de la RN 5 en Luján



Nueva Autopista de Enlace RN 5 / Acceso Oeste

Se anunció la reactivación de la obra para la autopista de enlace entre la RN 5 y el Acceso Oeste. De los ocho kilómetros anunciados de autopista que bordean la localidad de Luján, se construyeron sólo cinco, que no están habilitados porque falta el tramo que conecta con el Acceso Oeste.

La obra incluye: el enlace entre lo que ya está construido y Acceso Oeste; un distribuidor en diamante con la RP 47; una trinchera por detrás de la Universidad de Luján, donde ya existe un puente; un paso bajo nivel de la ex RN 7 y del ferrocarril Sarmiento contiguo.

La primera etapa, que incluirá la sección inicial del tramo nuevo, estará finalizada antes de diciembre de este año, mientras que el plazo de ejecución previsto para la segunda se extiende hasta diciembre de 2017. La obra facilitará la circulación, reduciendo más de 30 minutos de viaje por día a los 15 mil vehículos que por allí circulan. Además, mejorará la seguridad vial y la calidad ambiental en la ciudad de Luján al evitar el paso por la localidad de autos particulares, camiones y colectivos. Se calcula que la obra requerirá una inversión total de 700 millones de pesos y va a generar más de un centenar de empleos directos y otros 500 de manera indirecta.

La Ruta Nacional N° 5 comienza en Luján, a partir de un desprendimiento del Acceso Oeste, y se extiende hasta Santa Rosa, en la provincia de La Pampa. Conecta toda la cuenca cerealera y lechera de la región pampeana y vincula a las ciudades de Luján, Mercedes, Suipacha, Chivilcoy, Bragado, 9 de Julio, Carlos Casares, Pehuajó, Trenque Lauquen, Pellegrini, Catrilo y Santa Rosa. Además, es el camino de salida rumbo a la Patagonia cordillerana. Tiene un promedio de tránsito de alrededor de 18.000 autos por día en su inicio en el Acceso Oeste y decrece progresivamente a 8.700 luego de Mercedes y a 2.700 vehículos en el ingreso a territorio pampeano.



Seguimos construyendo calidad



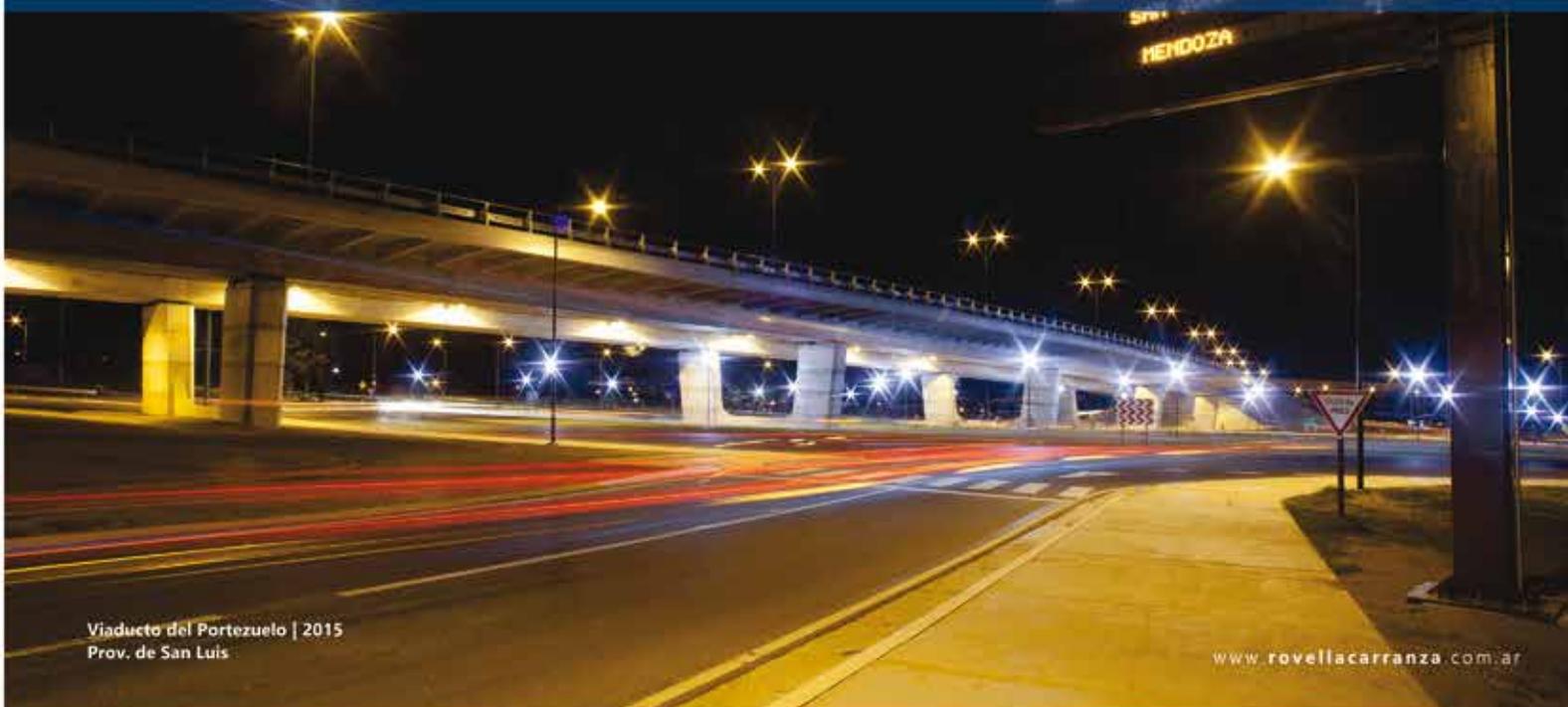
Av. del Libertador 5936, piso 13 (C1428ARP) Buenos Aires, Argentina Tel/Fax: 4781-6749 E-mail: info@homaq.com.ar

Una empresa del Grupo **HOLDEC**

CONSTRUIMOS CAMINOS HACIA EL PROGRESO


ROVELLA CARRANZA

30
AÑOS



Viaducto del Portezuelo | 2015
Prov. de San Luis

www.rovellacarranza.com.ar

Desvío a Pescadores Km 8,9 - San Luis (D5700XAB) - Argentina - Tel.: 0266 - 4536100 | Moreno 970 - Piso 4 - C.A.B.A. (C1091AAO) - Argentina - Tel.: 011 - 4342 2845/46



CHEDIACK

Una presencia permanente en la construcción y mantenimiento de las rutas argentinas



CLEANOSOL ARGENTINA S.A.I.C.F.I.



SEÑALIZACION VERTICAL

Fabricante Homologado de Señales **3M**
Delineadores Deletables
Señales Turísticas
Hitos de Arista

DEMARCAACION HORIZONTAL

Spray / Línea Vibrante
Línea para Lluvia
Bandas Óptico Sonoras
Preformadas
Tachas Reflectivas

CONSERVACION VIAL

Microaglomerado en Frio
Material para Bacheo en Frio
Defensas Metálicas Certificadas
Amortiguadores de Impacto
Terminales Deletables

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

NACIONAL
Plan Belgrano

1111

PLAN BELGRANO:

Infraestructura para el Norte Argentino

El **Plan Belgrano** es un programa de desarrollo social, productivo y de infraestructura orientado al crecimiento y la igualdad de condiciones y oportunidades para diez provincias del Norte Argentino. Fue presentado por Mauricio Macri durante la campaña presidencial, en Tucumán, y es uno de los principales programas del actual gobierno.

La propuesta beneficiará a las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán, La Rioja, Catamarca, Misiones, Corrientes, Chaco, Formosa y Santiago del Estero.

Para llevarlo adelante se creó la **Unidad Plan Belgrano**, un organismo con rango de secretaría de Estado dependiente de la Jefatura de Gabinete de Ministros

¿En qué consiste el plan?

Se proyecta una inversión en infraestructura de 16 mil millones de dólares en diez años, un fondo de reparación histórica de 50 mil millones de pesos en cuatro años, solución habitacional para 250.000 familias, subsidios para las economías regionales e incentivos laborales, entre otros beneficios.

El plan incluye un programa de infraestructura vial, ferroviaria y aerocomercial para integrar productivamente a las provincias del norte entre sí, con el centro del país, con los puertos y los países vecinos.



Infraestructura vial

En **infraestructura vial el plan considera inversiones por US\$10.000 millones**, que se distribuirán en el tiempo y que apuntan a lograr los siguientes objetivos:

- Mejoras los ejes troncales norte-sur, reforzando sus condiciones de seguridad y ampliando su capacidad, para fomentar así la integración regional.
- Mejorar la conectividad de los principales centros urbanos con los valles, y mejorar la accesibilidad a las pequeñas poblaciones para acabar con su aislamiento.
- Asegurar que las redes viales nacionales y provinciales provean accesibilidad adecuada, permanente, para todo tipo de vehículo y cualquier condición climática.
- Desarrollar las obras necesarias para separar los tránsitos locales y las ciudades de los flujos de tránsito pasante.
- Eliminar los cuellos de botella, agilizando el tránsito y reduciendo la congestión en nodos viales clave.

Entre las obras viales más destacadas se mencionan la **transformación en autovía de la Ruta 9 (entre Córdoba y Salta)**, de la **Ruta 34 (tramos Rosario – La Banda y Acceso Salta - Libertador Gral. San Martín)** y de la **Ruta 14 (tramo Paso de los Libres-Posadas)**.

El plan también contempla distintos tipos de intervenciones (transformaciones en autovía, obras de seguridad, pavimentaciones o nuevas trazas) en las rutas nacionales: 9, 11, 12, 14, 16, 34, 38, 50, 51, 60, 64, 66, 81, 89, 100, 119, 157 y en las rutas provinciales 33 (Salta) y 73 (Jujuy).

Además, se prevé construir un nuevo puente entre Resistencia y Corrientes, para mejorar la conectividad y descongestionar el puente actual.



Infraestructura para otros modos de transporte

El plan incluye un programa de **rehabilitación ferroviaria de US\$5.000 millones que hace eje en la puesta en valor del ramal troncal del Ferrocarril Mitre -con origen en Tucumán y destino en Rosario y Buenos Aires/La Plata-**, con el objetivo de convertirlo en un corredor de alta densidad en el largo plazo.

Además se plantea la reactivación y mejora del **Ferrocarril Belgrano Cargas, que atraviesa 17 provincias, y del Ferrocarril Urquiza** para integrar a los productores de la región entre sí y con el resto del país.

Se propone mejorar las redes troncal y secundaria, definiendo un esquema de desarrollo de largo plazo para fomentar la carga de contenedores del NOA y reducir sus costos logísticos.

Dentro de esta estrategia, se piensa invertir en la reconversión del Ferrocarril Belgrano, desde un ferrocarril nacional a una suma de trenes regionales con conectividad intra e intermodal, que alimente a los troncales más importantes de la región:

- ramales que al norte, en Salta y Jujuy, conectan con el FC Mitre en Tucumán (cargas industriales, productos de origen agrícola industrializados o semi industrializados, con destino a los grandes centros de consumo y de comercio exterior, que no se transportan como commodities a granel, pues usan contenedores, pallets, bolsones u otros modos de empaque);
- ramal Pichanal - J. V. González - Avia Terai - Tostado – Santa Fe - Rosario, troncal de commodities agrícolas con destino exportación, básicamente a través de los puertos del área de Rosario;
- ramales secundarios Avia Terai - Barranqueras y Embarcación- Formosa, commodities agrícolas con destino exportación, por vía fluvial, de un volumen cualitativamente menor que el anterior.

El plan incluye también inversiones de US\$250 millones para la mejora de los aeropuertos de Iguazú, Resistencia, Salta y Tucumán para fomentar aún más el turismo y el transporte aéreo. •



Ruta Nº 9, Ingreso a Pcia. de Salta

UNA NUEVA GESTIÓN DEL TRANSPORTE Y LA VIALIDAD EN ARGENTINA

Con la asunción del nuevo gobierno se ha introducido una importante novedad en el esquema ministerial. Como en muchos otros países, y por primera vez en el nuestro, se ha generado un Ministerio de Transporte que nuclea a todos los actores del mismo, sea aéreo, fluvial o terrestre, carretero o ferroviario, su desarrollo y operación. Trataremos de dar unas pinceladas de lo que se estima será esta nueva gestión de las rutas argentinas



Este nuevo Ministerio de Transporte incluye a la **Dirección Nacional de Vialidad**, responsable de la totalidad de la red vial de jurisdicción federal, la más importante en materia de conectividad y tránsito, que se extiende por unos 40.000 kilómetros de los cuales casi 37.000 kilómetros son pavimentados, incluyendo autopistas y rutas multicarriles.

En esa **Dirección Nacional** ha sido designado, como **Administrador General**, el **Ing. Javier Iguacel**, que a su vez se ha rodeado de varios profesionales de amplia experiencia en distintas disciplinas del sector vial, los cuales se encuentran evaluando el estado actual de la dirección y de las obras en marcha, debido a que existe un altísimo número de obras contratadas o en distintas etapas del proceso licitatorio que provienen de la gestión anterior.

En función del presupuesto, la tarea de priorizar las obras que se encuentran en esos listados no es sencilla.

Se espera que en el corto plazo la DNV anuncie su plan final de obras para este período de gobierno aunque algunas acciones ya han sido iniciadas, como la decisión de concretar el nudo Luján de la Ruta Nacional Nº 5, conectando directamente el acceso oeste con la autovía ya construida hasta Mercedes y

sorteando un verdadero cuello de botella que entorpecía todos los días el tránsito en la conexión hacia el oeste.

También se han hecho importantes anuncios sobre la duplicación de calzadas en la Ruta Nacional 7, hasta Junín, donde ya se están reactivando dos tramos, y en la Ruta Nacional 8, hasta Pergamino, donde también se ha dado impulso a dos tramos en ejecución.

Por otra parte el anuncio de la construcción de una autovía en la Ruta Nacional 40 entre Mendoza y San Juan también es auspicioso y denota las intenciones de esta gestión de encarar obras de ampliación de capacidad en las principales rutas que atraviesan nuestro país.

Además, y a través de los contactos que hemos podido tener con funcionarios de la DNV, surge que está en preparación un importante número de obras para dar seguridad a las rutas mediante modificaciones de diseño, mejora de puentes e intersecciones, pavimentación de banquetas y resolución de travesías urbanas, o la construcción de alternativas en cruces por poblaciones de importancia ubicadas a la vera de las rutas nacionales.

También hemos visto la intención de avanzar con la actualización de normas de diseño y de especificaciones constructivas en las obras viales, para adecuarlas a las últimas tendencias utilizadas hoy en el mundo.

La estructura del ministerio a cargo de **Guillermo Dietrich** se completó con las designaciones de **Germán Bussi** como Secretario de Planificación, de quien dependerán **Arturo Papazián**, Subsecretario de Transporte Ferroviario; **Antonio David Cortés**, de Transporte Automotor; y **Jorge Gerardo Metz**, de Puertos y Vías Navegables. Asimismo, fue nombrado **Martín Blas Orduna** como Subsecretario de Movilidad Urbana, y **Germán Bussi**, como Subsecretario de Planificación y Coordinación de Transporte.

En esa secretaría fueron nombrados, además, **Carmen Amalia Polo**, como Subsecretaria de Planificación de Transporte de Cargas y Logística, y **Eduardo Lorenzo Parodi**, como Subsecretario de Planificación de Transporte Interurbano e Internacional de Pasajeros.

Por otro lado, **Héctor Guillermo Krantzer** fue designado como Secretario de Gestión, y en la Subsecretaría de Coordinación Administrativa estará **Juan Manuel Gallo**. En tanto, la Secretaría de Obras quedará a cargo de **María Manuela López Menéndez**.

En la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT) fue nombrado **Roberto Domecq**, con rango y jerarquía de subsecretario.

Otro actor importante de la operación de las rutas y la seguridad del tránsito es la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV).

En este nuevo esquema, tanto la Dirección Nacional de Vialidad como la Agencia Nacional de Seguridad Vial se encuentran bajo la órbita del mismo ministerio, lo que facilita que ambas interactúen como lo hemos venido planteando los últimos años, para de ese modo lograr una mejora sustancial.

En el caso de la ANSV, fue designado como Director Ejecutivo el **Sr. Carlos Alberto Pérez**, con quien tuvimos la oportunidad de dialogar sobre su visión acerca del trabajo y el futuro de la agencia.

En estos momentos la ANSV se encuentra abocada a una reestructuración interna en procura de reorientar y hacer más eficiente su accionar. Prosigue con las tareas de educación vial en sus diversos niveles y ambientes, y con la difusión de mensajes de seguridad vial a través de diversos medios, redes sociales y boletines electrónicos que informan su accionar.

Pero quizás lo más importante del futuro de esta gestión, según podemos extractar de lo conversado con su titular, es la permanente interrelación que tendrá con la DNV para mejorar la seguridad en las rutas.

En efecto, una de las tareas que se ha impuesto la agencia es contar con información verídica sobre los accidentes que ocurren en el país y su registración meticulosa, de modo de utilizarla para realizar un análisis accidentológico, revisando las causas y consecuencias, determinar la existencia y ubicación de tramos o puntos de concentración de accidentes y de ese modo poder sugerirle a la DNV la realización de acciones correctivas. La agencia, entonces, podría convertirse en auditor de la autoridad vial en materia de seguridad, tanto sobre las rutas en servicio como en las etapas de proyecto y obra.

En reiteradas ocasiones hemos señalado la necesidad de una auditoría de seguridad vial independiente en los proyectos de obras viales de importancia, del mismo modo que se realiza rutinariamente un análisis del impacto ambiental de toda obra a construir.

Por otro lado, la agencia está en permanente relación con las provincias de manera de contar con agentes ejecutores de sus políticas a nivel local, ya sea en cuestiones de educación, difusión o control.

Evidentemente, involucrar a autoridades de cada una de las provincias en estas acciones será un elemento multiplicador importante para lograr la tan ansiada reducción de accidentes y fundamentalmente de víctimas, tal como hemos planteado en nuestro camino **Hacia Visión Cero**.

Lo observado en los primeros movimientos de ambos organismos parece promisorio y somos optimistas en cuanto a que el accionar conjunto de la Dirección Nacional de Vialidad y la Agencia Nacional de Seguridad Vial pueda, a mediano plazo, comenzar una senda en procura de disminuir la mortalidad en nuestras rutas, generando no solo rutas más seguras sino también conductores más responsables mediante la educación, la difusión y, por supuesto, el control, en los aspectos fundamentales de velocidad, uso de cinturón y casco.

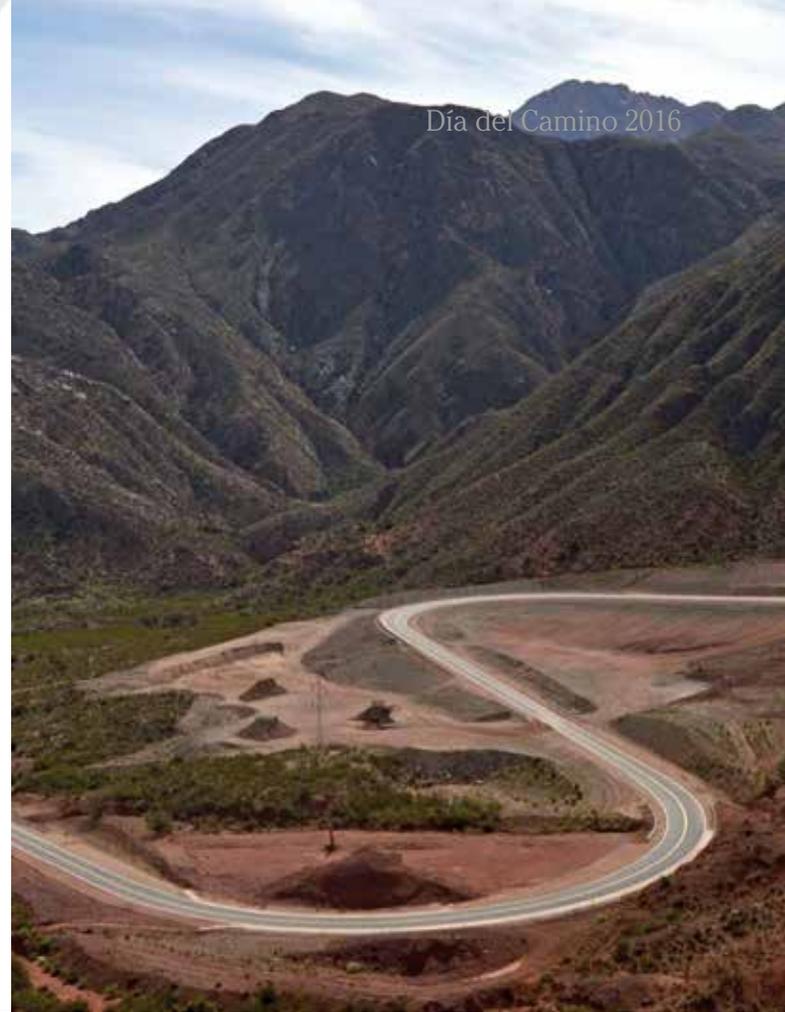
Como lo hace desde su fundación, la Asociación Argentina de Carreteras colaborará en todo aquello que esté a su alcance con los diversos organismos del Estado para lograr un sistema carretero y de transporte moderno, ágil y seguro para todos los habitantes del país. •

2016

INVITACIÓN A PROPONER OBRAS VIALES A
**DISTINGUIR EN EL
DÍA DEL CAMINO**

Como ya es una tradición, la Asociación Argentina de Carreteras distingue a las mejores obras nacionales finalizadas durante el año vial, período comprendido entre octubre de 2015 y octubre de 2016.

Estos premios anuales constituyen un galardón muy valorado por todas las empresas y profesionales que participan en el desarrollo de obras viales, transformándose en cartas de presentación para futuros emprendimientos nacionales y del exterior.



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

Las distinciones incluyen al ente comitente, a las empresas proyectistas y a las firmas constructoras en representación de la multitud de profesionales, técnicos y trabajadores que dan vida a cada obra.

Por ello, invitamos a todos los involucrados en sector vial a proponer obras que consideren ser merecedoras de estos galardones, haciendo llegar a la Asociación Argentina de Carreteras una breve memoria técnica, con fotos y videos para una mejor evaluación.

Como cada año, se constituirá una Comisión de Especialistas que tendrá la tarea de evaluar las propuestas recibidas y luego someterlas al Consejo Directivo de la Asociación Argentina de Carreteras para su aprobación final.

La entrega de estos galardones se llevará a cabo, como es habitual, en ocasión de la tradicional **“Cena del Día del Camino”**, que este año se celebrará el miércoles 12 de octubre.

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

Invitamos a organismos viales, empresas y profesionales del sector a proponer obras que a su criterio merezcan ser ganadoras de estas prestigiosas distinciones.



XVII CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

9º EXPOVIAL ARGENTINA



24 AL 28 DE OCTUBRE 2016 - ROSARIO, SANTA FE

• Centro de Eventos y Convenciones Metropolitano •

XI CONGRESO INTERNACIONAL ITS

XXXVIII REUNIÓN DEL ASFALTO

III SEMINARIO INTERNACIONAL DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

XXXVIII
REUNIÓN DEL
ASFALTO



UNA VISIÓN PARA EL FUTURO DE LAS CARRETERAS Y EL TRANSPORTE

ORGANIZAN



COORDINAN



COLABORAN



UNR Universidad Nacional de Rosario



www.congresodevialidad.org.ar

» ÁREAS TEMÁTICAS

- I. Gerenciamiento en Redes Viales
- II. Transporte y Logística
- III. Movilidad Urbana
- IV. Seguridad Vial
- V. Pavimentos
- VI. Proyecto de Carreteras
- VII. Tecnología Inteligente
- VIII. Transporte Sostenible

» PRESENTACIÓN DE TRABAJOS

La Comisión Organizadora invita a todos los interesados a la preparación y presentación de trabajos vinculados con los temas a tratar en cada una de las **Áreas Temáticas**.

Los trabajos a presentar deberán ser originales e inéditos, no publicados ni presentados, en **congresos, simposios o reuniones**, realizados hasta la fecha de comienzo del congreso, tanto en el ámbito nacional como a nivel internacional.

Todos los trabajos aceptados por el **Comité Técnico** serán publicados en la memoria del **congreso**, en tanto que los trabajos de mayor interés serán expuestos por sus autores en las sesiones previstas al efecto.

Se otorgarán premios a los mejores trabajos técnicos en las distintas categorías seleccionados por el **Comité Técnico del XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito**.

» PLAZOS DE PRESENTACIÓN

- Los resúmenes podrán ser presentados hasta el: **1º de abril de 2016**
- Los trabajos podrán ser presentados hasta el: **1º de julio de 2016**



» TRABAJOS TÉCNICOS PREMIOS

La Comisión Organizadora del XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito ha establecido una serie de premios y menciones especiales como forma de materializar el reconocimiento al esfuerzo, la dedicación y el aporte técnico y científico de los autores que han presentado trabajos.

Al momento de la evaluación se analizará no sólo el contenido del trabajo, sino también aquellos aspectos que lo destaquen como un planteo novedoso sobre el tema que trata, descartando aquellos que se limiten a una simple descripción de procedimientos o métodos y valorando aquellos trabajos de los que sea posible extraer una aplicación práctica universal o general. Se evaluarán también los aspectos que hagan que su contenido no sea una simple enunciación del tema en forma teórica y que concluya en resultados que hayan sido contrastados con experiencias prácticas que le den validez. Asimismo, se analizará la rigurosidad y precisión en los enunciados, desarrollo y conclusiones, así como la claridad de la exposición. Además, se evaluará fundamentalmente si el trabajo propone métodos, metodologías o procedimientos que puedan ser de aplicación inmediata y que redunden en beneficios para la comunidad en forma explícita.

Al impulso inicial de la **Asociación Argentina de Carreteras** al instituir los tradicionales galardones se ha sumado el **Instituto del Cemento Portland Argentino**, estableciéndose así una interesante cantidad de premios que buscan corresponder al entusiasmo de los profesionales en la búsqueda de elevar el nivel técnico y científico de las distintas disciplinas que hacen al quehacer de estos congresos.

Premios del XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito

- 1º Premio: **US\$ 8.000.-**
- 2º Premio: **US\$ 4.000.-**
- 3º Premio: **US\$ 2.000.-**
- 4º Premio: **Diploma**
- 5º Premio: **Diploma**

* Otorgados por la Asociación Argentina de Carreteras

Premio al mejor trabajo sobre pavimentos rígidos

- 1º Premio: **US\$ 3.000.-**

* Otorgado por el Instituto del Cemento Portland Argentino



» III SEMINARIO INTERNACIONAL DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

El **XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito** agrupará a técnicos, profesionales y funcionarios del sector vial, en un espacio propicio para actualizarse en materia tecnológica y científica, a través sus ocho áreas temáticas. Estos distintos actores que conforman el mantenimiento, la construcción y el diseño de los caminos, van a confluir en el encuentro con el fin de generar un intercambio de experiencias, propuestas de perfeccionamiento y un gran flujo de conocimiento.

El **Instituto del Cemento Portland** acompañará este proceso de transmisión de conocimientos y enseñanza a través de la realización del “**III Seminario Internacional de Pavimentos de Hormigón**”, en el cual destacados especialistas de excelente nivel nacional e internacional acercarán las últimas tendencias y desarrollos del pavimento rígido, junto con sus distintas aplicaciones. Se expondrán también temas relativos a proyectos de construcción, nuevos materiales, prácticas sostenibles y soluciones ambientalmente amigables.

El encuentro, dirigido a los profesionales a cargo de proyectos, construcción o dirección de obras, será de gran ayuda para evaluar y analizar distintas alternativas, con el fin de continuar trabajando y mejorando los sistemas que se aplican en nuestro país.



» XI CONGRESO INTERNACIONAL ITS

La asociación civil sin fines de lucro **ITS Argentina**, fundada en el año 2000, está a cargo de la realización del **XI Congreso Internacional ITS**, a celebrarse en paralelo al **XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito**, organizado por la Asociación Argentina de Carreteras. Los temas a tratar en esta oportunidad serán variados y novedosos: “Caminos Abiertos”, “Internet de las Cosas”, “Sistemas Cooperativos”, “Uso de Redes Sociales”, “Big Data”, “Open Data”, “Comunicaciones V2V, V2I y V2X”, “Autos Eléctricos”, “Aplicaciones Móviles”, “Teléfonos Inteligentes”, entre otros. Se hará especial hincapié en el cambio climático, la seguridad vial y la producción nacional.

El crecimiento de la economía en un modelo de desarrollo con integración social requiere de energía, infraestructura básica del transporte, redes de comunicación y sistemas inteligentes, acordes con la dinámica de toma de decisiones que exige el contexto temporal, regional y global. En ese entorno de necesidades, el concepto “Sistemas Inteligentes de Transporte” representa una herramienta esencial a ser incluida en toda planificación estratégica y sistémica.

» XXXVIII REUNIÓN DEL ASFALTO

La XXXVIII Reunión del Asfalto, “Ing. Marcelo Álvarez”, se llevará a cabo en la ciudad de Rosario, en el próximo mes de octubre.

El intercambio experiencias sobre nuevas tecnologías y sobre el mejor uso del asfalto durante estas jornadas promoverá e incentivará la investigación y fortalecerá los conocimientos, en pos de un mejor desarrollo del sector.

Queda reafirmado el compromiso de la **Comisión Permanente del Asfalto** de colaborar con el conocimiento, el intercambio tecnológico y de experiencias, como instrumento de lograr la excelencia en el campo vial.

Las últimas tecnologías en pavimentos asfálticos a nivel mundial serán, sin dudas, el centro del debate de las jornadas, junto con el desarrollo sustentable de la actividad, el cuidado del medioambiente, la eficiencia, y la innovación tecnológica.

Como en las últimas ediciones, la **XXXVIII Reunión del Asfalto** se desarrollará conjuntamente con el **XII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito**, lo que permitirá a los participantes, intercambiar experiencias y enriquecerse con otras visiones de la actividad vial de nuestro país.



» INFORMACIÓN GENERAL

SEDE



CENTRO DE EVENTOS & CONVENCIONES ROSARIO

CENTRO DE EVENTOS & CONVENCIONES ROSARIO

Junín 501 Local 1 / Alto Rosario Shopping

Rosario, Pcia. de Santa Fe

Tel.: Rosario (54 0341) 568 4000 / Bs. As. (54 11) 5648 1111

contacto@metropolitanoros.com.ar

www.metropolitanoros.com.ar

COMENZÓ EL FUNCIONAMIENTO DE LOS COMITÉS TÉCNICOS PARA EL CICLO 2016-2019

Cuando finaliza el Congreso Mundial de la Carretera, organizado por la Asociación Mundial de la Carretera, esta entidad aprueba un nuevo Plan Estratégico de Actividades para el período que media entre los congresos, en este caso el 25° Congreso Mundial de la Carretera, celebrado en Seúl, y el próximo 26° Congreso Mundial que se celebrará en 2019, en Abu Dabi.



Nuestra asociación, como Comité Nacional de la Asociación Mundial, ha convocado a diversos especialistas en las temáticas del plan estratégico mencionado, que fuera comentado en nuestro anterior número de Revista Carreteras. Ellos participarán junto a los delegados que postule la Dirección Nacional de Vialidad en los comités técnicos internacionales, y por lo tanto serán el canal de comunicación y divulgación de los avances y las propuestas que emerjan del trabajo de dichos comités a lo largo de los cuatro años de acción.

Entre los meses de febrero y marzo se realizaron las reuniones iniciales de cada uno de los comités técnicos, se establecieron sus objetivos, las tareas en este período, los seminarios internacionales que cada uno desarrollará y los productos finales a los que se aspira.

Dichas reuniones fueron organizadas en conjunto por los comités técnicos de cada tema estratégico, aprobadas por la Asociación Mundial luego de un proceso de consulta a todas las instituciones públicas de carreteras de 120 países y a los 38 comités técnicos nacionales. Los temas estratégicos reúnen a organismos técnicos relacionados para facilitar la comunicación entre los líderes de estos grupos, fomentar los vínculos y la cooperación, y garantizar una orientación y supervisión constante a través de los coordinadores estratégicos temáticos.

Tal como hemos mencionado en anteriores publicaciones, para el ciclo 2016-2019 habrá cinco temas estratégicos:

- Administración y Finanzas
- Acceso y Movilidad
- Seguridad
- Infraestructura
- Cambio Climático, Medioambiente y Desastres Naturales

Estos temas representan una continuación del trabajo basado en el centro de interés de las administraciones de carreteras, así como también la aparición de preocupaciones sobre la forma de abordar la necesidad de la infraestructura vial para soportar condiciones impuestas por los fenómenos meteorológicos extremos de corta duración y los cambios en los patrones climáticos a largo plazo.

Es intención de la Asociación Argentina de Carreteras replicar dichos comités internacionales con grupos de trabajo nacionales conformados por expertos del sector público y privado, de forma tal de ampliar la participación y cumplir con la misión de diseminar los conocimientos.

Teniendo en cuenta la mayor presencia de representantes de países de habla hispana en los comités y la política de ampliación de las publicaciones, es importante combinar la política de integración del idioma español a la Asociación Mundial con una presencia cada vez mayor de profesionales de la región y la diseminación de la información y la divulgación de cuestiones relacionadas también en nuestro idioma.

» Publicaciones



En el último año la Asociación Argentina de Carreteras procedió a la publicación de importantes trabajos cuyo origen son trabajos publicados por la Asociación Mundial de la Carretera.

Uno de ellos es **“La Importancia de la Conservación de Carreteras”**, que plantea los problemas que todas las administraciones de carreteras del mundo tienen para lograr la preservación de las carreteras construidas a lo largo de los años.

Dicha publicación fue enviada a las autoridades políticas y técnicas del país con la convicción de que resulta necesario fijar parámetros políticos y técnicos de conservación y mantenimiento y recursos adecuados para esta tarea.

Es que estos activos, construidos a lo largo de décadas y con el esfuerzo de generaciones, requieren de una dedicación central para su mantenimiento preventivo y rutinario. Y en un país federal como la Argentina, con distintas jurisdicciones que operan sobre la red de caminos, es necesario generar políticas y operaciones armónicas para asegurar niveles de calidad en mantenimiento similares.



También vinculado a este tema hemos publicado el trabajo **“Métodos y Estrategias de Conservación de Carreteras”**, elaborado a partir de la consulta a un conjunto de países sobre la mejora en los métodos de conservación de firmes flexibles y semirrígidos. Además, la publicación analiza las estrategias existentes utilizadas por los diversos organismos, elabora una lista de indicadores de gestión y un estudio sobre los cambios que tienen lugar en estas estrategias a lo largo del tiempo.

En el convencimiento de que la defensa de la red de caminos necesita un debate y la búsqueda de mejores métodos de conservación, esta publicación se ha divulgado para abordar un tema que para nuestra asociación es central.

» Publicaciones en ejecución



La asociación está encarando la publicación de un conjunto de trabajos que permitirán a los funcionarios decisores de políticas, como así también a los técnicos, obtener información y puntos de debate sobre diversos temas.

Uno de ellos es la **“Reducción del Tiempo y Costos de Construcción de los Pavimentos de Carretera”**. En esta publicación se presenta la preocupación de las autoridades de la carretera que quieren construir, rehabilitar o reparar los pavimentos, en el menor tiempo posible y al menor costo posible. Sin embargo, el tiempo de construcción y los costos a menudo son parámetros contradictorios. Existen una serie de herramientas disponibles, incluyendo los procedimientos de licitación, la selección de soluciones técnicas, y los métodos de organización de los trabajos. Además se presentan veinte casos: quince se refieren a los pavimentos de hormigón y cinco a pavimentos bituminosos. Para cada caso, se describen los medios utilizados para reducir el tiempo y los costos.



» Estimación de la capacidad resistente de los puentes basada en los daños y deficiencias



Basándose en las respuestas de 18 organizaciones de 16 países, este informe examina hasta qué punto se realizan estimaciones de la capacidad resistente de los puentes de carreteras en base a los daños y deficiencias constatadas.

El informe comienza por identificar los códigos, directivas y manuales para la estimación de capacidad resistente de los puentes, así como las causas que activan los procedimientos de inspección y que llevan a la estimación de la capacidad resistente. Continúa analizando la práctica de las inspecciones de puentes en los distintos países: tipos de inspección, frecuencia, personal que inspecciona, contenido e índices de estado utilizados.

La investigación determina si los países realizan una evaluación de la capacidad resistente en los puentes de carreteras y, en caso afirmativo, a partir de qué datos y según qué metodología.

Finalmente el informe presenta de qué manera está limitada la circulación sobre los puentes de carreteras. Examina la toma de datos sobre el terreno, sobre la carga real de circulación, los tipos de limitación de la circulación, así como las medidas alternativas o de atenuación.

» Nuevos métodos de reparación y conservación de puentes de carreteras.



En numerosos países la edad media del parque de puentes de carreteras sobrepasa los cincuenta años y muchos puentes ya no están en buen estado. Las implicaciones económicas relacionadas nos empujan a buscar soluciones innovadoras para prolongar la

vida útil de los puentes y recuperar su estado al menor costo posible. Este informe se basa en los resultados de una encuesta internacional. En una primera fase se interrogó sobre los problemas de degradación más significativos que afectan a 16 elementos diferentes de la estructura de los puentes.

En base a las respuestas recibidas, se seleccionaron 22 problemas de degradación que afectan principalmente a los puentes de hormigón armado y hormigón pretensado. Los casos analizados están en relación con: la corrosión por los cloruros de los elementos del puente en hormigón armado, las reacciones expansivas y álcali-sílice, los daños en las vigas de hormigón pretensado, el deterioro de las losas de hormigón, los daños causados por incendios, los problemas de piezas de apoyo, la corrosión de los drenajes metálicos.

Para cada uno de estos casos, se solicitó a los países que describiesen los métodos estándares de reparación utilizados así como los métodos innovadores que hayan podido ser aplicados. La comparación entre los métodos se realiza considerando los criterios de: fiabilidad, disponibilidad, posibilidad de conservación y seguridad. Los aspectos financieros y de sustentabilidad también se examinan caso por caso.

» Nuevos manuales en formato web

En el reciente Congreso Mundial de Seúl, la Asociación Mundial de la Carretera presentó tres nuevos manuales con acceso vía web, algunos de los cuales están en español y otros en inglés, pero en proceso de traducción.

Nos parece importante compartir dichos manuales y las posibilidades de acceso a los mismos.

Manual de Túneles de Carretera.

Acceso gratuito al manual: <http://tunnelsmanual.piarc.org/es>

La nueva versión web del “Manual de Túneles de Carretera” fue presentada en público con motivo del 25º Congreso Mundial de la Carretera, en Seúl, el 3 de noviembre de 2015.

El “Manual de Túneles de Carretera” se centra exclusivamente en los aspectos relacionados con el uso de los túneles de carretera (geometría, equipamiento y conservación de túneles, explotación, seguridad, medioambiente). El manual no cubre la obra civil de los túneles (geología, geotecnia, estructura de contención, revestimiento, impermeabilización, drenaje, etc.), excepto los aspectos vinculados a las consecuencias de la explotación y conservación.

En su primera versión, disponible en línea en 2011 con motivo del 24º Congreso Mundial de la Carretera celebrado en la Ciudad de México, el manual incluyó y estructuró los 35 informes técnicos elaborados por el Comité Técnico de Túneles de Carretera entre 1995 y 2011, y aproximadamente 20 artículos sobre túneles publicados más recientemente en la revista Routes / Roads, así como los documentos relacionados con el proyecto de investigación conjunto de la OCDE/PIARC.

El manual está dividido en tres partes principales:

- Introducción;
- Aspectos transversales de los túneles;
- Características de los túneles en lo que respecta a los requerimientos de explotación y seguridad.

Se facilitan también enlaces a sitios web de utilidad.

La versión actualizada este manual está en proceso de ser reestructurada de acuerdo con el nuevo formato de los manuales electrónicos de PIARC. Las versiones en inglés, francés y español ya están en línea. Una nueva actualización está prevista para principios de 2016 e incluye los siete últimos informes elaborados por el Comité.

» Manual de Seguridad Vial

Se puede acceder al manual de forma gratuita en (actualmente solo en inglés; próximamente estarán disponibles las versiones en francés y español): <http://roadsafety.piarc.org/en>

Se trata de un manual para profesionales y responsables de la toma de decisiones sobre un sistema de infraestructuras seguras.

Segunda edición

El nuevo Manual de Seguridad Vial (**Road Safety Manual - RSM**) está diseñado para ayudar a los países a cumplir con los objetivos de seguridad vial en todas las fases de desarrollo de sus infraestructuras. Está en línea con los pilares fundamentales de la Década de Acción por la Seguridad Vial de las Naciones Unidas 2011-2020:

- **Pilar 1:** Gestión de la Seguridad Vial;
- **Pilar 2:** Carreteras más Seguras y Movilidad;
- **Pilar 4:** Usuarios de Carreteras más Seguras.

Este manual completo se basa en la amplia gama de conocimientos y la experiencia proporcionada por PIARC desde la primera edición. Incluye una nueva concepción de la seguridad vial y ofrece un argumento claro sobre por qué la adopción de un enfoque basado en un sistema de seguridad es crucial para su país.

El enfoque basado en un sistema de seguridad tiene por objetivo conseguir un sistema de carreteras más indulgente que tenga en cuenta la vulnerabilidad y falibilidad humana. Bajo el enfoque de un sistema de seguridad todos los involucrados (organismos públicos, fabricantes de automóviles, usuarios de la carretera, funcionarios con responsabilidades, etc.) deben compartir la misma responsabilidad.

Actualizado regularmente, el manual está dividido en tres partes y se puede descargar e imprimir en capítulos, con el fin de ser utilizado en el acto.

» Manual Explotación de la Red Vial & Sistemas Inteligentes de Transporte

Acceso gratuito al manual a través de <http://rno-its.piarc.org/en> (actualmente solo en inglés; próximamente estarán disponibles las versiones en francés y español).

Este manual electrónico sobre Explotación de la Red Vial y Sistemas Inteligentes de Transporte es una publicación integral, actualizada regularmente, y sirve de ayuda a los profesionales para aliviar la congestión vial, un importante problema mundial que afecta directamente a las economías de muchos países.

El manual hace referencia a los métodos a disposición de las autoridades de tránsito y entidades que explotan las infraestructuras que contribuyen a que los viajes sean más seguros y eficientes para los usuarios de la carretera y para la sociedad en su conjunto. Esto incluye técnicas como la detección de incidentes de tránsito, gestión de incidencias, control de tránsito (urbano e interurbano), información al viajero (antes del viaje y durante el viaje), prioridades del transporte público, pago electrónico y técnicas de gestión de la demanda de los viajeros.

También se hace referencia a una amplia gama de servicios que utilizan la tecnología de información y comunicación para mejorar el transporte y la movilidad. Se han convertido en una disciplina central en la explotación de la red vial, cuyos niveles de utilización y aplicación local varían de un país a otro. Esta página web ofrece una guía sobre el uso efectivo de los ITS en la explotación de la red vial en base a la experiencia práctica de muchos países.

Conclusiones

La participación de la Asociación Argentina de Carreteras como Comité Nacional de la Asociación Mundial de la Carretera tiene como función la diseminación de las tareas de dicha entidad global y el fomento de una participación cada vez más activa de los profesionales de nuestro país, así como la puesta en agenda de los problemas específicos vinculados a las carreteras de nuestro país y de la región. Por ello resulta importante efectuar las publicaciones que sean relevantes y difundir las formas de comunicación para todos los lectores de la Revista Carreteras.

El ciclo anterior de cuatro años tuvo una activa presencia argentina. Aspiramos a que este nuevo ciclo de cuatro años se enriquezca con la presencia de técnicos, tanto del sector público como del privado, y que produzca y disemine productos de alta calidad técnica. •

BIG DATA Y SU APLICACIÓN EN EL TRANSPORTE

Autor: Lic. Haydée A. Lordi *



En el mundo actual, hiperconectado, no hay duda de que la información se ha convertido en un elemento esencial de diferenciación competitiva, ya que nos permite controlar lo que hacemos y tomar mejores decisiones.

“*Big Data*” se ha convertido hoy en una palabra de moda, al igual que otros términos que se utilizan en el campo de la tecnología informática, tales como “*IoT -Internet of Things*” e “*IoE- Internet of Everything*”. En ambos contextos *Big Data* cumple un rol fundamental.

El concepto de *Big Data* (o “Grandes Datos”, en su traducción al español) resulta bastante confuso, debido principalmente a su propia denominación.

El adjetivo “*big*”, en dos de sus acepciones, significa: 1) grande o muy grande en dimensiones, y 2) grande o muy grande en cantidad, número o cantidad. Debido a su traducción literal, en general, se tiende a asociar a *Big Data* con grandes cantidades de datos. Pero, ¿es eso *Big Data*? Como será explicado más adelante, *Big Data* es mucho más que eso.

Este artículo pretende proporcionar al lector una visión general del concepto de *Big Data* y su aplicación actual y futura en el sector del transporte, dentro de las arquitecturas IoT & IoE, anteriormente mencionadas.



Lic. Haydée A. Lordi- Senior Transport Economist

Experta en Tecnología y Seguridad Informática - Microsoft Certified Systems Engineer (MCSE)

Secretaria Técnica del Comité Nacional (World Road Association - PIARC Argentina)

Asociación Argentina de Carreteras

- **Evolución hacia la IOE – Internet of Everything (“Internet del Todo”):** A través de esta arquitectura se buscará arribar a la integración de experiencias entre usuarios en línea para su propio beneficio. Ofrecerá, además, la red técnica y humana para conectar a los usuarios con los procesos, los datos y las cosas, con el objetivo de relevar y descubrir un nuevo conocimiento que aporte valor para toda la humanidad.
- **La tecnología móvil y el Cloud Computing (en español, “Almacenamiento en la Nube”)** tendrán un rol fundamental: Los dispositivos móviles de los consumidores emitirán grandes volúmenes de información y la Nube será el lugar donde principalmente se alojarán.

Esta unión entre el mundo de la “Internet de las Cosas” con el mundo de la “Internet del Todo” representará un desafío sin precedentes para el **Big Data**, ya que la misma no podrá ser tratada mediante las herramientas tradicionales. Por lo tanto, deberán encontrarse soluciones novedosas para procesar grandes y diversos tipos de datos, con herramientas analíticas adecuadas que permitan predecir y dar respuestas lo más acertadas posibles, en tiempo real.

En el ensayo **“Big Data. La revolución de los datos masivos”**⁴, el profesor de Regulación y Gestión de Internet de la Universidad de Oxford, Viktor Mayer-Schönberger, y el editor de datos de la importante y reconocida revista **“The Economist”**, Kenneth Cukier, sostienen que los seres humanos estamos configurados para buscar causalidades y que dentro del entorno de Big Data el valor de la información reside hoy día en las correlaciones (relaciones estadísticas), pues son éstas las que permitirán descubrir patrones ocultos entre una abultada cantidad de información disponible. Las predicciones que surjan a partir de dichas correlaciones serán el núcleo del **Big Data**. El profesor Mayer sostiene, además, que **“no hace falta explicar las razones que subyacen en las correlaciones. No son intuitivas, simplemente existen”**.

Esta nueva era está llena de promesas, pero también de latentes peligros. Entre estos últimos cabe reflexionar sobre la posible tendenciosa o errónea manipulación de los datos, la seguridad de los mismos y la privacidad de la información.

En esta captura se puede apreciar que en aproximadamente dos segundos de permanencia en la página web se han transferido en Internet aproximadamente 2.821.750 GB de datos. Entre otras interacciones realizadas, fueron enviados 425.347.250 mensajes de correo electrónico, se han creado 1.500 cuentas y se han enviado 27.4888.375 mensajes de WhatsApp.

Amenazas del Big Data- Seguridad, Integridad y Privacidad



Para poder entender qué es **Big Data**, deberemos tener una idea de la cantidad de datos que actualmente se están generando en el mundo, así como su pronóstico para los años venideros.

2) LA GENERACIÓN MASIVA DE DATOS Y SUS PRINCIPALES TENDENCIAS

¿Cuál es el volumen de datos del que estamos hablando?

Por ejemplo, para tener una idea aproximada de la actividad que tiene Internet en 60 segundos, a continuación figura una infografía correspondiente al 27 de febrero de 2016. Dado que la tasa de actividad en Internet es cada vez mayor a medida que transcurre el tiempo, cuando se lea este artículo la misma ya estará desactualizada.

Figura 2: Internet en tiempo real



Fuente: <http://pennystocks.la/internet-in-real-time/>

² Una base de datos relacional es un conjunto de una o más tablas estructuradas en registros (líneas) y campos (columnas) que se vinculan entre sí por un campo en común; en ambos casos posee las mismas características, como por ejemplo el nombre de campo. El lenguaje más común para construir las consultas a bases de datos relacionales es el SQL (Structured Query Language), un estándar implementado por los principales motores o sistemas de gestión de bases de datos relacionales integradas. A este campo generalmente se lo denomina ID, identificador o clave. A esta manera de construir bases de datos se la denomina modelo relacional.

³ Fuente :Wikipedia.

⁴Big Data. La Revolución de los Datos Masivos, Turner Publicaciones, 2013.

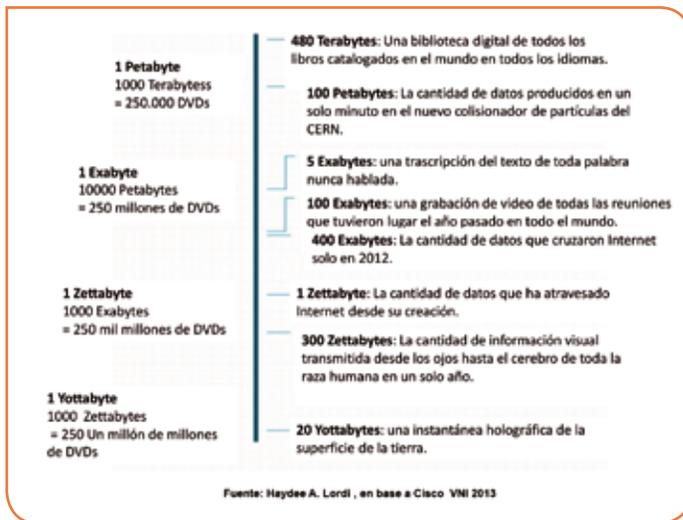
Figura 3: Tabla de unidades de información del byte

Unidades de información (del byte)			
Sistema Internacional (decimal)		ISO/IEC 80000-13 (binario)	
Múltiplo (símbolo)	SI	Múltiplo (símbolo)	ISO/IEC
kilobyte (kB)	10 ³	kibibyte (KiB)	2 ¹⁰
megabyte (MB)	10 ⁶	mebibyte (MiB)	2 ²⁰
gigabyte (GB)	10 ⁹	gibibyte (GiB)	2 ³⁰
terabyte (TB)	10 ¹²	tebibyte (TiB)	2 ⁴⁰
petabyte (PB)	10 ¹⁵	pebibyte (PiB)	2 ⁵⁰
exabyte (EB)	10 ¹⁸	exbibyte (EiB)	2 ⁶⁰
zettabyte (ZB)	10 ²¹	zebibyte (ZiB)	2 ⁷⁰
yottabyte (YB)	10 ²⁴	yobibyte (YiB)	2 ⁸⁰

Fuente: Wikipedia

Pero, **¿cómo nos damos cuenta de la magnitud de estas cifras?** Para ello Cisco Systems, en el año 2013 presentó una publicación en detalle.

Figura 4: La era del Big Data - Tabla comparativa de las unidades de información (Petabyte, Exabyte, Zettabyte y Yottabyte).



Acorde con los datos proporcionados por la empresa International Data Corporation (IDC), el universo digital está compuesto, entre otros, por una gran cantidad de imágenes y videos que son subidos a YouTube, a través de teléfonos móviles, películas digitales de alta definición, datos bancarios correspondientes a transacciones realizadas en cajeros automáticos, grabaciones de seguridad en los aeropuertos, datos de peajes de las autopistas, llamadas de voz comprimidas de líneas telefónicas digitales, y mensajes de texto como un medio generalizado de las comunicaciones.

Con el auge de la tecnología y el análisis de grandes datos, el universo digital a partir de 2012 ha ocupado un lugar donde los datos se almacenan cada vez más en *Cloud Computing* (“Computación en la Nube”), y así se vinculan a miles de millones de dispositivos distribuidos, todos gobernados por software cada vez más inteligente.

En su sexto estudio anual del universo digital del año 2012 ⁵, la compañía IDC publicó los siguientes hallazgos:

- Desde 2005 hasta 2020, el universo digital crecerá en un factor de 300, pasando de 130 exabytes⁶ a 40.000 exabytes (o 40 mil millones de gigabytes) Ello implicaría aproximadamente más de 5.200 gigabytes para cada hombre, mujer y niño en 2020. A partir de 2012 y hasta el año 2020, el universo digital se duplicará cada dos años.
- La inversión en el gasto en hardware, software, servicios, telecomunicaciones y personal, que podría considerarse la “infraestructura” del universo digital y las telecomunicaciones, crecerá en un 40% entre 2012 y 2020. Como resultado, la inversión por gigabyte (GB) durante ese mismo período se reducirá de U\$S 2,00 a U\$S 0,20. Por supuesto, la inversión en áreas específicas, como el almacenamiento, gestión, seguridad, *Big Data* (grandes volúmenes de datos) y computación en la Nube crecerán considerablemente más rápido.

Estimaciones de diversas fuentes indican que:

El volumen de datos en el mundo será de 35 Zettabytes en 2020. Para tener una idea aproximada de lo que esto significa, con un Zettabyte de datos podría llenarse la capacidad de 75 mil millones de Ipad de 16 GB.

Walmart realiza más de un millón de transacciones con clientes cada hora.

Facebook maneja 40 mil millones de fotos de su base de usuarios e incorpora 500 terabytes de datos nuevos cada día (una PC típica podría haber tenido 10 gigabytes de almacenamiento en el año 2000).

UN Boeing 737 generará aproximadamente 240 terabytes de datos durante un solo vuelo a través de los EE.UU.

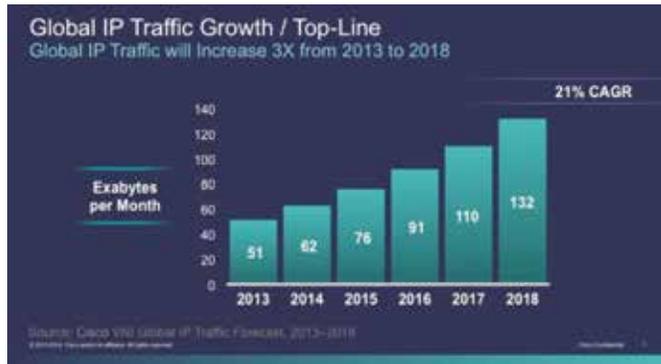
La decodificación del genoma humano que originalmente tomó 10 años, ahora se puede lograr en una semana.

De acuerdo con el “Cisco® Visual Networking Index™ Global Forecast and Service Adoption (2013 – 2018)”, en el año 2018 el tráfico de Internet llegará a 1,6 Zettabytes, lo que implicará un incremento del 300% respecto del año 2013, debido al mayor número de usuarios y dispositivos de Internet.

⁵ THE DIGITAL UNIVERSE IN 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East, December 2012 By John Gantz and David Reinsel. Sponsored by EMC Corporation

⁶ 1 (EB) Exabyte= 1018 bytes.

Figura 5: Crecimiento del tráfico IP Global 2013- 2018



Fuente: Cisco®

Más de 12 millones de personas y cosas se están comunicando hoy a través de Protocolo de Internet (IP); sin embargo, se estima que más del 99% de los objetos aún se encuentran sin conectar.

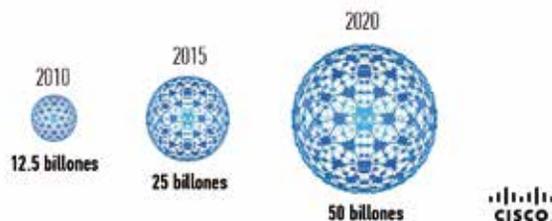
Sin embargo, la Internet de Todo también estará ganando impulso. Se estima que para el año 2018 aumentará la cantidad de conexiones máquina a máquina (M2M), debido a un aumento en la población mundial. Así es que, por ejemplo, Cisco advierte que los automóviles inteligentes tendrán casi cuatro módulos M2M cada uno.

Entre otros de sus hallazgos figuran los siguientes:

- Los dispositivos móviles y portátiles impulsarán la mayoría del tráfico en 2018.
- Por primera vez habrá mayor tráfico vía WiFi que por cable. El WiFi y los dispositivos conectados generarán el 76% del tráfico de Internet en 2018.
- Se espera que el tráfico global mensual sea de 132 Exabytes, o lo que es lo mismo: 4,5 billones visualizaciones de videos en Youtube o 940 cuatrillones de mensajes de texto.
- El video ocupará un 79% de todo el tráfico IP en 2018, frente al 66% que ocupó en 2013.
- En 2018 habrá 2,7 dispositivos conectados en red por habitante, frente a los 1,7 que había en 2013.

Según Internet Business Solutions Group de Cisco (IBSG), en 2010 se registraron más de 12,5 mil millones de dispositivos. En una estimación conservadora, esta empresa pronostica que unos 50 mil millones de dispositivos estarán conectados en 2020.

Figura 6: Cantidad de dispositivos conectados a Internet 2010-2020



Fuente: Cisco®

¿Qué hacemos con tantos datos? ¿Cómo se relaciona esto con *Big Data*?

Esta respuesta representa un amplio e interesante desafío, quizás más allá de lo que podemos imaginar. Es aquí donde el papel fundamental lo debe realizar *Big Data*. La implementación de la Internet del Todo, sin una correcta estructura de *Big Data* en la empresa, resultaría imposible, ya que no tendría ningún sentido generar datos de alto valor, si estos no van a poder gestionarse y analizarse de manera correcta.



3) LA MODA DEL *BIG DATA* ¿QUÉ ES EN REALIDAD?

Existen muchas definiciones disponibles sobre *Big Data* y en la mayoría de los artículos de referencia se hace mención a las denominadas '*V*' del *Big Data*.

Algunas definiciones hacen referencia a las tres '*V*' del *Big Data*: Volumen, Variedad y Velocidad (3V), otras a las (4V) en la que se añade la Veracidad (información verídica y útil), y en otras se llega a incluir al Valor del dato, con los cual se menciona a las cinco "*V*" del *Big Data*.



"Volumen masivo de datos, tanto estructurados como no estructurados, los cuales son demasiado grandes y difíciles de procesar con las bases de datos y el software tradicionales" (ONU, 2012)

McKinsey (2006), McKinsey Global Institute.

"BIG DATA" SE CARACTERIZA POR LO QUE SE CONOCE COMO LAS 3 V:

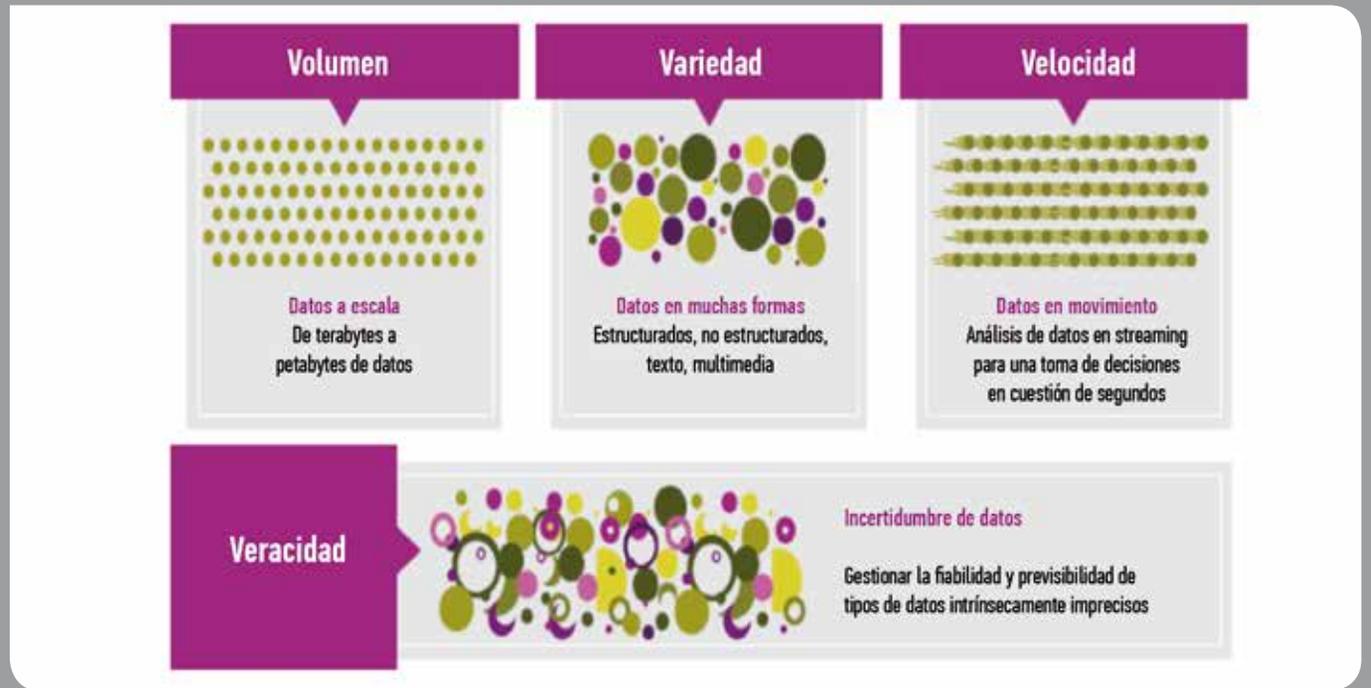
"*Big Data* se refiere a los conjuntos de datos cuyo tamaño está más allá de las capacidades de las herramientas típicas de bases de datos para capturar, almacenar y analizar".

Volumen: Tiene que haber un crecimiento exponencial de datos y de la información que se genera.

Variedad: Obtención de datos de múltiples fuentes en muchos formatos. El objetivo principal de los sistemas de gestión de *Big Data* es la integración de datos estructurados y no estructurados.

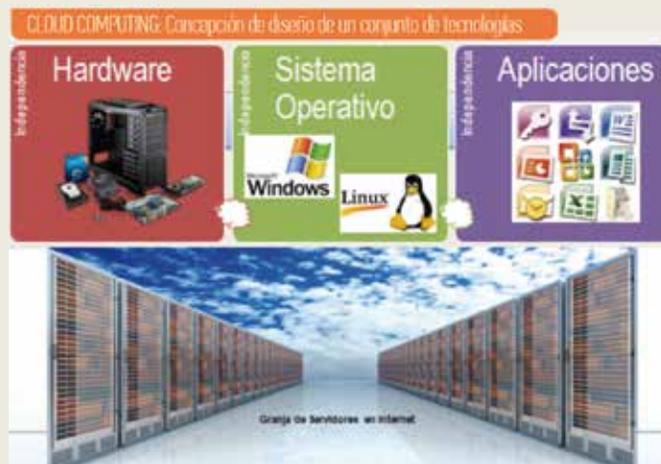
Velocidad: Las tecnologías *Big Data* deben poder capturar, almacenar y analizar los datos a la mayor velocidad posible. A veces tres minutos es demasiado tarde para la toma de decisiones críticas.

Figura 5: Las 4 dimensiones de Big Data. La regla de las 4 V.



Fuente: IBM, 2012

Figura 6: Almacenamiento de Big Data- Cloud Computing



Fuente: Haydée Lordi

Figura 7: Almacenamiento de Big Data en servidores sobre el mar



Fuente: Haydée Lordi

3. BIG DATA - ALGUNOS EJEMPLOS DE SU APLICACIÓN

Big Data se aplica indistintamente en numerosos campos y sectores, dentro del ámbito de la empresa privada, en organizaciones y centros científicos, y gobiernos.

Algunas experiencias internacionales a nivel gubernamental



COREA DEL SUR: "Plan Maestro de *Big Data* para la implementación de una Nación Inteligente" (2013).



ESTADOS UNIDOS: "Iniciativa de I+D en *Big Data*" (2012), propuesta de la administración Obama, dirigido por la Oficina para la Ciencia y la Tecnología de la Casa Blanca. Ha destinado más de 200 millones de dólares en varios departamentos del Estado para investigar qué retos y oportunidades brinda el uso de esa información.



JAPÓN: Dentro de las estrategias de crecimiento del primer ministro japonés (Shinzo Abe) hay un plan para aprovechar *Big Data*, sobre todo en el desarrollo de sinergias entre el sector público y el privado para facilitar la información del segundo en beneficio del primero ("Desatar el poder del sector privado hasta su máxima extensión", mayo 2012).



COMISIÓN ESTADÍSTICA DE NACIONES UNIDAS: Seminario de Asuntos Emergentes en la 44ª Sesión de la Comisión: *Big Data* para la Política, el Desarrollo y las Estadísticas Oficiales.

Fuente: Dane (Organismo técnico encargado de recopilar, producir, analizar y publicar la información estadística nacional de la República de Colombia).

Aplicaciones de *BIG DATA*

Google ha aplicado *BIG DATA* en aplicaciones como su traductor de idiomas automático. Mediante las herramientas de *BIG DATA GOOGLE* volcó toda la información rastreada en Internet comparando documentos oficiales traducidos de un idioma a otro así páginas web personales. Esta gigantesca base de datos ha permitido a Google mejorar el traductor de idiomas que se utiliza actualmente.

El sector industrial ha encontrado en *BIG DATA* la tecnología perfecta que mejora sus procesos, por ejemplo el uso de sensores que registran datos sobre el estado de los componentes de una máquina. Con su posterior tratamiento mediante *BIG DATA* se puede predecir el mantenimiento de una manera más efectiva ahorrando tiempo y costos innecesarios.

Otras aplicaciones:
climatología, tendencia de comercio, crimen, salud, etc.

4) *BIG DATA* Y SU IMPORTANCIA EN EL TRANSPORTE

Para la toma de decisiones en el campo del transporte, *Big Data* se ha tornado fundamental. Como consecuencia de ello, expertos y profesionales a lo largo de todo el mundo ya han empezado a trabajar en el tema.

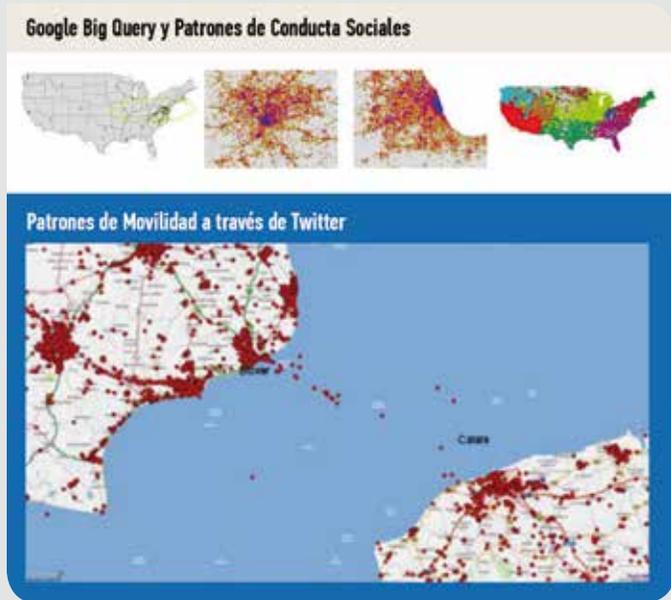
EJEMPLOS DE USO DE *BIG DATA* EN TRANSPORTE

- Modelación y análisis de la demanda del transporte
- Transporte público
- Logística
- Operaciones y gestión de tránsito en tiempo real
- Análisis de los patrones de movilidad
- Detección de accidentes
- Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)

El mercado general de *Big Data* se centra enteramente en *Business Intelligence*. La industria del transporte inteligente tiene tres requisitos en cuanto a *BIG DATA*:

- **Abundancia:** vastos volúmenes de datos (sensores, GPS).
- **Operaciones críticas:** como la seguridad (visualizar la red de flujo, la congestión y alarmas, con lo cual es importante que se integren a la perfección en todos los sistemas operativos).
- **Decisiones de impacto ambiental**

A partir de herramientas georeferenciales se han comenzado a desarrollar modelos de administración del tránsito, transporte público y planificación urbana. También se está avanzando en el desarrollo de aplicaciones dinámicas y continuas de información del transporte público, tales como la detección de problemas, frecuencia y patrones de uso del servicio por parte de los pasajeros.

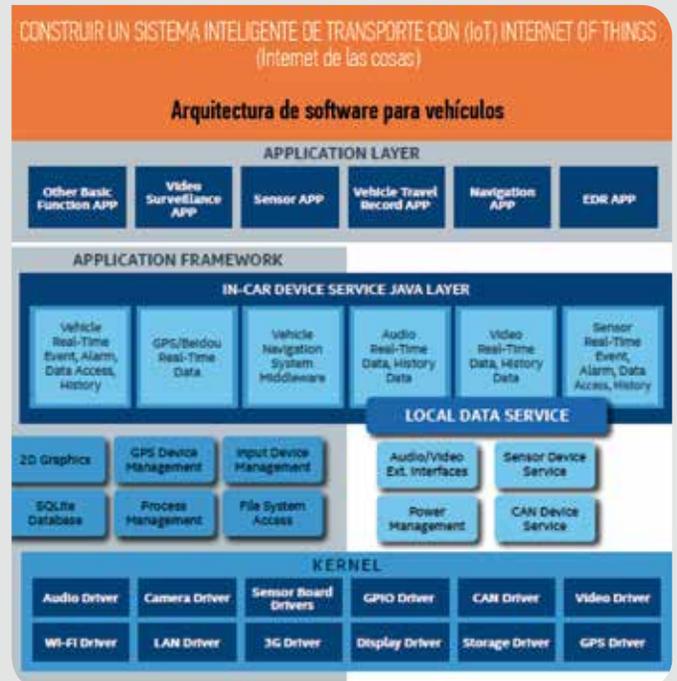


Con la popularidad de la aplicación de sensores de tránsito a gran escala y las cámaras de vigilancia, en el análisis del tráfico de red y la asignación de recursos, los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) han recogido una gran cantidad de datos de tránsito estructurados y no estructurados. Esta gran cantidad de datos proporcionan una buena plataforma para desarrollar nuevos paradigmas y estrategias en el diseño y desarrollo de sistemas, procesamiento de la información, y la evaluación del desempeño de los Sistemas Inteligentes de Transporte.

Para analizar y procesar estos datos a gran escala, algunos de los desafíos técnicos clave son los siguientes:

- 1) La dificultad de descubrir las características visuales de bajo y alto nivel para el análisis de datos de tránsito a gran escala;
- 2) la implementación de un sistema de vigilancia en tiempo real para un seguimiento preciso de los diferentes vehículos y peatones; y
- 3) la necesidad de construir un sistema inteligente que permita visualizar de forma dinámica las estadísticas de los datos de tránsito a gran escala.

Los más recientes avances técnicos de las aplicaciones de *Big Data* son, por ejemplo, los métodos de procesamiento de datos, técnicas de computación basadas en datos y los modelos de sistemas orientados a la aplicación.



Fuente: INTEL, 2014

Algunos de los desafíos que se observan son:

- **Volumen de datos:** los profesionales del transporte han detectado que para trabajar con Big Data será necesario desarrollar nuevas herramientas y metodologías, diferentes de las existentes, ya que éstas ya no funcionan para el tratamiento de estos grandes volúmenes de datos.
- **La variedad de los datos:** se están desarrollando e instalando nuevos tipos de sensores, con múltiples fuentes y tipos de formatos (contenedores de transporte, puertos, carreteras, vías férreas, etc.). Esto requerirá de diferentes resoluciones temporales y diferentes niveles de precisión para que puedan ser combinados.
- **Reutilización de datos:** los datos recogidos, con el fin de operar en el sistema de transporte, serán reutilizados para generar informes de supervisión del rendimiento.
- **Calidad de Datos:** la depuración de los datos tiene que ser con propósito primordial.

Dentro del área del transporte a nivel macro, la prioridad podría estar en encontrar un punto de equilibrio entre la oferta y la demanda de transporte, fortaleciendo la relación entre sus respectivos actores, es decir, entre los usuarios de los medios de transporte y los proveedores de dichos servicios. Para ello será necesario contar con capacidades de procesamiento de diversos y grandes volúmenes de datos, tales como el procesamiento de eventos complejos y geocorrelación. Un pronóstico preciso también podría revelar posibles congestiones en las rutas o en puntos de tránsito que no pueden ser abordadas por la escala local. Así, resultados de una simulación de alerta temprana para ese tipo de congestiones permitiría que los envíos se asignen a rutas descongestionadas, a los efectos de mitigar el déficit local. Éste es un ejemplo excelente de cómo el análisis de grandes datos puede convertir la distribución de una red en una infraestructura de auto optimización.

BIG DATA EN EL TRANSPORTE - TEMAS POTENCIALES A DESARROLLAR:

- Metodologías para la adquisición de datos de gran tráfico y preprocesamiento
- Las técnicas de aprendizaje para la recuperación visual basada en el contenido-concepto
- Métodos de aprendizaje semi-supervisado /supervisadas para el análisis de los datos de tráfico
- Detección de eventos en gran datos visuales
- Semántica visual de contenidos de medios sociales en línea
- Ampliación de escala visual de contenido para la recuperación de los datos de tráfico
- Metodología de aprendizaje para la recolección de datos de tráfico en Big Data
- Metodologías de aprendizaje para la construcción de la base de conocimiento visual
- Data Mining (Minería de Datos) en los sistemas de información al viajero
- Métodos de procesamiento de grandes volúmenes de datos de tráfico orientados a la aplicación
- Sistemas de computación de alto rendimiento para el procesamiento de *Big Data*
- Control de datos en las redes inteligentes de transporte.
- Tecnologías avanzadas para la protección de la privacidad de datos
- *Big Data* para la planificación y diseño de sistemas de transporte
- Sistemas de comunicación para *Big Data*
- Comprensión semántica visual en el tráfico de datos 2D / 3D
- Modelos computacionales de calidad para la recuperación de datos de tráfico a gran escala
- Eficaz y eficiente método de indexación / *hashing* para enfoques de datos de tráfico
- Metodologías para la visualización de datos en el tráfico de datos a gran escala
- Big Data en el análisis de la seguridad del transporte y sus aplicaciones
- Fiabilidad y robustez en el análisis de transporte multimodal
- Técnicas de vigilancia en tiempo real para sistemas de tráfico del mundo real a gran escala
- Conjunto de datos, parámetros y validación del análisis de los datos de tráfico

Fuente: Haydée A. Lordi, en base a "Journal of Big Data".

EL SECTOR TRANSPORTE EN LA IOT – INTERNET OF THINGS (INTERNET DE LAS COSAS) Y LA IOE – INTERNET OF EVERYTHING (INTERNET DEL TODO)



- En el entorno de la Internet de las Cosas, los automóviles, por ejemplo, podrán comunicarse entre sí para evitar accidentes, optimizando el flujo de tráfico, proporcionando a su vez información de diagnóstico en tiempo real de la actuación de todos sus sistemas. De esta forma podría simplificarse el sistema de transporte público y su funcionamiento sería optimizado para reducir el costo de energía y la ineficiencia, mejorando la seguridad, reduciendo el consumo energético y de carbono y mejorando a su vez la calidad del servicio de los viajeros.
- En el campo de las aplicaciones, *Google Maps* representa un importante ejemplo, ya que permite conocer las zonas de embotellamiento, ofreciendo otros usos de vías alternativas para llegar al punto deseado.
- Las Ciudades Inteligentes (o *Smart Cities*, en inglés) pueden considerarse un muy buen ejemplo de aplicación de la Internet del Todo, ya que por medio de la gestión de sus servicios y recursos se puede elevar sustantivamente la calidad de vida de sus habitantes.

Fuente: Haydée Lordi, en base a Cisco.

EL AUTOMÓVIL CONECTADO

La idea básica de un automóvil conectado es instalar un sistema de comunicaciones de combinación en lugar de sistemas separados para: audio, radio por satélite, telemática, navegación, seguros, WI-FI, sistemas inteligentes de tránsito, comunicaciones de corto alcance, peaje, estacionamiento.

Un sistema podría ahorrar aproximadamente el 25% de los costos en una sola oportunidad.

Cerca de 300 millones de vehículos estarán conectados a Internet hacia el año 2022. Estos vehículos transportarán mas de 400 millones de gigabytes de datos al mes, a través de redes móviles.



Fuente: Haydée Lordi, en base a Cisco.

INTERNET DE LAS COSAS
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA



CONTROL DE INFRAESTRUCTURA URBANA

- Control de semáforos, puentes, vías de tren, cámaras urbanas.

Cada vez más ciudades implementan este tipo de infraestructuras basadas en la Internet de las Cosas, lo que permite monitorear el correcto funcionamiento de sus estructuras además de adaptar más flexiblemente su funcionamiento ante nuevos eventos.

5) CONCLUSIONES

Los grandes cambios que estamos experimentando en cuanto a la forma en que interactuamos en nuestra vida diaria son solo el comienzo de lo que se espera para las próximas décadas.

Internet está pasando de la era de la información a la era de las redes, ya que posibilita conectar a las personas con los procesos, los datos y las cosas.

Cabe preguntarnos, entonces, cuán preparados vamos a estar para hacer frente a la Internet del Todo. •



NUEVA Tecnología

GRADO INGENIERIA PRISMATICO PEG	ALTA INTENSIDAD PRISMATICO HIP	OMNICUBE Cubo Completo
<ul style="list-style-type: none"> • Excede las especificaciones de la tecnología Grado Ingeniería. • Posee Sello IRAM 10033. • Garantía 10 años. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta performance visual. • Posee Sello IRAM de conformidad con la norma ASTM D4956 Tipo IV. • Garantía 10 años. 	<ul style="list-style-type: none"> • Microprismas omnidireccionales. • Posee Sello IRAM de conformidad con la norma ASTM D4956 Tipo IX y XI. • Garantía 12 años.

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



CONGRESO ARGENTINO DE CAMINOS RURALES

29 y 30 de Junio - Olavarría

La Asociación Argentina de Carreteras, a través de su Comisión de Caminos Rurales, convoca a todos los involucrados en sector vial al Congreso Argentino de Caminos Rurales, que se llevará a cabo en el Centro Municipal de Convenciones (CCO) de la ciudad de Olavarría, provincia de Buenos Aires, los días 29 y 30 de junio.

En la actualidad, con una coyuntura económica orientada a aumentar las exportaciones argentinas de productos primarios (o commodities), y a mejorar la productividad con vistas a bajar los costos del consumo interno, el sistema de transportes constituye un cuello de botella, que limita el cumplimiento de esos objetivos.

Este sistema de transportes tiene su estructura fundamental, por su baja intermodalidad, en el transporte carretero, que moviliza más del 80% de las cargas transportadas y más del 90% de los pasajeros.

Las redes de caminos tienen diferentes problemas que van desde la congestión en las grandes ciudades, rutas nacionales con baja capacidad, rutas nacionales y provinciales riesgosas y con bajo mantenimiento hasta un sistema de caminos rurales prácticamente abandonado.

Esa infraestructura básica (los caminos rurales terciarios o vecinales) es normalmente de tierra y padece de un alto grado de intransitabilidad permanente o semipermanente. Desde el centro de producción primaria hasta llegar a las rutas pavimentadas, debe afrontarse el tránsito a través de caminos de tierra en muy mal estado, por falta de obras adecuadas y escaso o nulo mantenimiento.

Es necesario ubicar el tema en lo que creemos debe ser la apertura a una nueva etapa de desarrollo vial argentino, tendiendo a impulsar una solución definitiva para los caminos secundarios y terciarios del país: los caminos de tierra.

Desde el punto de vista físico existe una amplia red de caminos rurales generada en el último siglo. Se estima que existen más de 500.000 kilómetros de caminos de este tipo, de los cuales 260.000 se encuentran en la pampa húmeda, destacándose la provincia de Buenos Aires con 120.000 kilómetros, Córdoba con 50.000 kilómetros y Santa Fe con 60.000 kilómetros.

La necesidad de aprovechar las potencias con las que la naturaleza ha dotado al país y el esfuerzo de los productores por mejorar el rendimiento natural requiere el desarrollo de un sistema de transportes que ayude al productor y que no sea un sobrecosto adicional.

Si bien todo el sistema de transportes requiere mejorar su eficiencia, el sistema caminero en general y el sistema de caminos rurales resultan ser los puntos vitales por mejorar si queremos generar un sistema más racional.

Esa realidad motivó la selección de la ciudad de **Olavarría**, ubicada en el centro de la provincia de Buenos Aires y cercana al corazón de la pampa húmeda.

En este congreso encontrarán las últimas novedades técnicas y las soluciones más acordes a los distintos inconvenientes que se presentan en el trabajo diario sobre estos caminos, así como las experiencias exitosas llevadas a cabo en distintos puntos de nuestro país.

Por ello, la **Asociación Argentina de Carreteras** invita a todos aquellos profesionales, técnicos y funcionarios públicos nacionales, provinciales y municipales relacionados con la gestión y conservación de las redes terciarias a participar de este **Congreso Argentino de Caminos Rurales**, esperando una vez más seguir aportando ideas y soluciones **“por más y mejores caminos”**. •





LA COMISIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CARRETERAS

CONTINÚA TRABAJANDO INTENSAMENTE EN EL COMPROMISO HACIA VISIÓN CERO

A partir de la firma del Compromiso Hacia Visión Cero durante la conmemoración del Día de la Seguridad en el Tránsito en junio de 2015, la Comisión de Seguridad Vial de la Asociación Argentina de Carreteras comenzó a trabajar, junto con todos los firmantes, para transformar este compromiso en líneas de acción concretas.

Una de las primeras actuaciones que desarrolló la Comisión fue elaborar el Programa de Intervenciones en la Red de Carreteras, trabajándose a partir de ese momento, con el apoyo de tareas de investigación y revisiones de seguridad vial en diversos tramos de rutas, en fortalecer el conocimiento de los responsables del gerenciamiento vial y en optimizar las condiciones de seguridad en las carreteras, por medio de manuales, seminarios de actualización técnica, fichas temáticas, etc., material que en muchos casos ya se encuentra en período de discusión pública.

No obstante, al profundizar la problemática de las debilidades de la infraestructura vial y su importancia en la ocurrencia accidentológica, comenzaron a

surgir algunas inquietudes, al verificarse que muchas situaciones que debían ser componentes ineludibles del sistema no funcionaban en base a lo previsible.

Las diversas inspecciones de seguridad vial llevadas a cabo ratificaron las pautas que como usuarios se tenía con referencia a otras debilidades, tales como las existentes en las operaciones destinadas al control del tránsito, así como en la pronta atención de las víctimas producto de accidentes y su derivación a establecimientos de atención para traumas y agudos.

Otro de los factores iniciales que en los procesos de preauditoría de seguridad vial resultó un escollo es la carencia -en muchos casos- de información actualizada de accidentes, personas y vehículos involucrados, día, hora, detalles del accidente y lugar preciso de ocurrencia, además de

los correspondientes índices accidentológicos (estas últimas informaciones, para reconocer los ámbitos o tramos de concentración de accidentes y poder priorizar eventuales intervenciones).

Quienes tienen experiencia en el tratamiento de auditorías de seguridad vial en zonas urbanizadas saben que muchos municipios lamentablemente no cuentan con esa información tan útil a la hora de priorizar acciones para el mejoramiento integral del tránsito y el transporte.

Por último, se realizó un análisis de la movilidad de las diversas tipologías de tránsito -especialmente las más vulnerables-, las conductas de los conductores y peatones y el estado del parque automotor. Este análisis demostró que es insuficiente mejorar solo la infraestructura vial para lograr el objetivo deseado.

El estudio de este cuadro de situación llevó a la Comisión de Seguridad Vial de la AAC a determinar la división en ocho líneas de trabajo y a la creación de **ocho Programas de Acción** que abarcan las distintas temáticas que se recomiendan a nivel internacional. De este modo se contribuirá con los organismos nacionales, provinciales y municipales responsables de resolver la compleja problemática de la seguridad vial, y de ese modo se logrará intervenir en la puesta en vigencia de la filosofía **“Hacia Visión Cero”**.

Los equipos interdisciplinarios que están elaborando los **ocho Programas de Acción** que la **Asociación Argentina de Carreteras** impulsa están compuestos por algunos de los firmantes del Compromiso Hacia Visión Cero, con la coordinación de dos representantes de la Comisión de Seguridad Vial, y tratan los siguientes temas específicos:

- Relaciones Interinstitucionales
- Infraestructura Vial
- Control de Tránsito
- Gestión de la Seguridad Vial e Intervenciones Urbanas
- Seguimiento de la Accidentología Vial
- Emergencias Médicas y Rescate
- Transportes y Medios de Locomoción
- Formación de los Usuarios de la Vía Pública

Profesionales de diversas disciplinas, en representación de organismos del Estado u ONGs, convocados por la AAC o bien en forma espontánea, están tra-

bajando intensamente en las diversas propuestas para llevar a cabo a corto, mediano y largo plazo, destinadas a mejorar sustancialmente la situación actual en cada uno de los ejes temáticos planteados. Además, se está trabajando en material audiovisual y bibliográfico destinado a las autoridades estatales a cargo de la seguridad vial del país.

La Comisión ha recibido aportes muy enriquecedores, tales como los antecedentes para infraestructura vial y la formación de los usuarios, la realización de una Ficha Técnica sobre Planificación Estratégica de SV Comunal del Centro de Transporte y Movilidad Humana de la UTN, material sobre control de tránsito en carreteras, o un video elaborado por el Ministerio y la Agencia de Transporte de Nueva Zelanda, en colaboración con la Policía local, que muestra cómo debe ser el cumplimiento de los roles de todos quienes estamos involucrados en esta problemática, ya sea como usuarios de la vía pública o como responsables de alguna de las disciplinas que estamos tratando. •

 Aquellos que deseen realizar un aporte o sumarse al trabajo que está realizando la Comisión de Seguridad Vial y deseen firmar el “Compromiso Hacia la Visión Cero” pueden hacerlo a través del sitio web www.aacarreteras.org.ar.





The Cristacol S.A. logo is a stylized orange and white shield shape with the word 'cristacol' in black lowercase letters and 'S.A.' in smaller letters below it. To the right of the logo, the main headline reads 'FÁBRICA DE MATERIALES PARA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL' in large, bold, black uppercase letters.

LÍNEA DE PRODUCTOS CRISTACOL S.A.



Callao 1430 (B1768AGL) Ciudad Madero
Provincia de Buenos Aires | República Argentina

Te.: +54 11 4442-1423 / 1424 Fax: +54 11 4442-1158
Email: sales@cristacol.com.ar | www.cristacol.com.ar

La Seguridad de las Carreteras en la República Argentina

La seguridad vial es y ha sido siempre una preocupación constante de la Asociación Argentina de Carreteras.

En los últimos años, los niveles de morbilidad como consecuencia de los siniestros de tránsito se han mantenido casi constantes en nuestro país, con las alarmantes cifras de 30.000 fallecidos en el lugar del hecho y más de 200.000 heridos graves durante ese lapso.

La circunstancia de que este flagelo se haya constituido en una situación endémica en los caminos argentinos ha hecho que la Asociación Argentina de Carreteras se encuentre actualmente trabajando en pos de poner en vigencia el concepto de “**Visión Cero**” en seguridad vial junto a un conjunto de entidades y personas que el año pasado firmaron el **Compromiso Hacia Visión Cero** durante la conmemoración del Día de la Seguridad en el Tránsito.

Pero la seguridad vial hoy es una inquietud creciente no sólo en Argentina sino en el mundo entero. Un claro ejemplo es el editorial difundido por la Asociación Española de la Carretera “Carreteras convencionales: objetivo prioritario” (que se incluye a continuación), donde se pone de manifiesto la necesidad de implantar y controlar acciones específicas orientadas a la reducción del número de acci-

denes y sus consecuencias a través de un **Plan Específico de Seguridad Vial en Carreteras Convencionales** que pueda generar un entorno más seguro, homogéneo y consistente en este tipo de vías.

Este editorial se afirma en conceptos compartidos por nuestra asociación y propone una serie de líneas estratégicas con acciones concretas que están en coincidencia con los objetivos que plantea la implementación de “**Hacia Visión Cero**”.

En la actualidad, casi el 96% de las rutas pavimentadas en Argentina (a nivel nacional y provincial) son carreteras convencionales de un solo carril por sentido de circulación y en ellas encontramos diariamente situaciones muy similares a las descritas por este editorial.

Por ello, insistimos en la necesidad de generar y llevar adelante un plan similar al planteado por la AEC, para lograr una reducción drástica y sostenible de muertos y heridos graves en accidentes de tránsito en las rutas convencionales argentinas.



CARRETERAS CONVENCIONALES: OBJETIVO PRIORITARIO EN 2015

Los datos de accidentalidad en España ponen de manifiesto, año tras año, la existencia de una fuerte concentración de accidentes en la red convencional de carreteras: el 76% de los fallecidos y el 79% de los heridos hospitalizados en zonas interurbanas en 2014 fueron consecuencia de accidentes en carreteras de un solo carril por sentido.



Autora: Elena de la Peña

Subdirectora General Técnica de la Asociación Española de la Carretera.

Esta red viaria supone el 90% del total de la red de carreteras (150.000 kilómetros de los 165.000 kilómetros de red viaria interurbana). Por ella circula la nada despreciable cifra del 40% del tránsito total que utiliza la red viaria española. Se trata de un extensísimo campo de trabajo, sobre el que sería necesario proponer, implantar y controlar acciones específicas orientadas a la reducción del número de accidentes y sus consecuencias.

Sería deseable implantar un **Plan Específico de Seguridad Vial en Carreteras Convencionales** para reducir el número y la gravedad de los accidentes que se producen en esta extensa red viaria. El plan debería recoger unas líneas prioritarias de trabajo y podría ser adoptado como una guía por las administraciones, de manera de generar un entorno más seguro, homogéneo y consistente en la red convencional de carreteras.

Si bien es cierto que la posible modificación de los límites de velocidad en vías convencionales está sobre la mesa, existen otras opciones que podrían reducir la accidentalidad en este tipo de vías; sobre todo teniendo en cuenta que la velocidad no está presente en la totalidad, ni siquiera en la mayoría, de los accidentes que se producen, sino que en muchos casos estos se deben a otros factores, como la distracción, intersecciones peligrosas, multiplicidad de accesos, exceso de carga de trabajo, falta de un entorno seguro que perdone los errores de los usuarios, etc. En estos casos, claramente la velocidad es un factor que agrava las consecuencias de los accidentes, pero no siempre está entre los factores causantes. Lejos de afirmar que no es importante gestionar adecuadamente las velocidades, se quiere hacer hincapié en la necesidad de hacer una revisión específica, tramo por tramo, de las velocidades de circulación en vías convencionales, modificándolas en los tramos donde sea realmente necesario. Un planteamiento de este tipo tiene una mayor credibilidad para los usuarios, exige menos recursos en vigilancia y control y permite disponer de más medios para otro tipo de medidas muy efectivas como las que se exponen seguidamente.

Se analizan a continuación las principales líneas de mejora de la seguridad en este tipo de vías que propone la Asociación Española de la Carretera; se trata de una propuesta de actuación, no excluyente, que las administraciones podrían analizar y adaptar a sus propias necesidades.



LÍNEA ESTRATÉGICA 1:**REDUCIR EL RIESGO DE ACCIDENTE ASOCIADO A LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VÍA Y SU ENTORNO.****» Acción 1.1.:** Programa de carreteras que perdonan para la reducción de la accidentalidad por salida de vía.

Justificación: Diferentes análisis de accidentalidad realizados en España y en otros países han permitido establecer que la accidentalidad por salida de vía supone entre un 30% y un 40% del total de accidentes con víctimas en una red viaria. En 2013 se producirían por este motivo un 35% de los accidentes y fallecidos de la red convencional de carreteras, según la hipótesis de partida (en total, 9145 accidentes con víctimas no fatales y 329 fallecidos).

Propuesta: Puesta en marcha de un **plan específico de carreteras que perdonan los errores de los usuarios** con dos objetivos clave: reducir el número de accidentes por salida de vía y reducir sus consecuencias en términos de víctimas. Para el primer objetivo, será necesario reforzar la señalización, realizar alguna adecuación del trazado, alertar al usuario de la llegada de una zona de potencial peligro, etc. Para la reducción de las consecuencias de los accidentes por salida de vía se deben eliminar los obstáculos en los márgenes de las vías, reducir las pendientes laterales para que los vehículos puedan recuperar el control en caso de salida de vía y, donde esto no sea posible, instalar los sistemas de contención apropiados para todos los usuarios.

Estimación de efectividad: Se puede asumir una posible reducción de la accidentalidad y el número de víctimas mortales del 30% (Elvik, 2013). Con esta referencia, se establece la siguiente horquilla de hipótesis:

	% de reducción	Reducción estimada en número de accidentes con víctima	Reducción estimada en número de fallecidos
Hipótesis pesimista	20	1829	66
Hipótesis conservadora	30	2743	99
Hipótesis optimista	40	3658	132

» Acción 1.2.: Programa de mejora de la seguridad en las intersecciones.

Justificación: Se puede asumir que la totalidad de los accidentes en intersecciones en vías interurbanas se producen en carreteras convencionales. Según datos de 2013, en intersecciones de todo tipo se produjeron un total de 7617 accidentes con víctimas y 136 víctimas mortales.

Propuesta: Realización de una inspección de seguridad vial de todas las intersecciones de la red viaria convencional, con vistas a la mejora de los accesos, aumento de la visibilidad, adecuación de ángulos entre las carreteras que convergen en las intersecciones, optimización de las pendientes en las vías que acceden en la intersección, mejora de la señalización, etc.

Estimación de efectividad: Con carácter general, considerando todas las referencias disponibles (Elvik, 2013), se puede asumir que es viable reducir la accidentalidad en intersecciones en un 10%. Con esta referencia, se establece la siguiente horquilla de hipótesis:

	% de reducción	Reducción estimada en número de accidentes con víctima	Reducción estimada en número de fallecidos
Hipótesis pesimista	5	381	7
Hipótesis conservadora	10	762	14
Hipótesis optimista	15	1143	20

» Acción 1.3.: Programa de reducción del riesgo de choque frontal y fronto-lateral: carreteras 2+1.

Justificación: No es realista asumir que, con vistas a mejorar la seguridad, se puede transformar la red convencional en red de gran capacidad. Además de la necesidad de enormes recursos económicos, no estaría justificado por su nivel de tránsito, y tendría impactos negativos a nivel ambiental y social. Sin embargo, sí se pueden proponer soluciones innovadoras en determinados itinerarios con riesgo de accidentalidad elevado.

Propuesta: En determinados itinerarios con tránsito intenso, donde no se vaya a implantar una medida de mayor envergadura, se puede proponer la construcción de un tramo de las llamadas carreteras "2+1", como paso intermedio entre las vías de gran capacidad y las vías convencionales, donde cada sentido de circulación alterne durante determinados kilómetros la existencia de un carril adicional. De esta manera, se reduce drásticamente el riesgo de choque frontal y fronto-lateral, producidos mayoritariamente en adelantamientos.

Estimación de efectividad: Según estudios realizados en Suecia (VTI, 2009), país con una larga trayectoria en la implantación de esta medida, se pueden alcanzar reducciones de accidentalidad de hasta el 75%, respecto a los accidentes que se producen en vías convencionales. No es posible realizar una estimación de reducción de la accidentalidad, dado que esta medida se implantaría sobre los tramos más problemáticos, y de manera aislada en secciones concretas.

LÍNEA ESTRATÉGICA 2:

GENERANDO UN ENTORNO MÁS SEGURO PARA LA COEXISTENCIA DE TRÁNSITO HETEROGÉNEO.

» **Acción 2.1.:** Plan de reducción de desplazamientos peatonales nocturnos en vías convencionales.

Justificación: Casi la mitad de los atropellos mortales a peatones en vías convencionales se produjo durante la noche. De los 59 peatones muertos durante la noche, 33 fueron atropellados en vías iluminadas y 26 en vías sin iluminar. Las carreteras convencionales no son, en la mayor parte de los casos, un entorno seguro para los peatones en condiciones de baja luminosidad, por lo que es preciso limitar su presencia, en la medida de lo posible.

Propuesta: Se propone proporcionar a los usuarios alternativas de transporte cuando sea posible (por ejemplo transporte público o transporte compartido), al tiempo que se realiza una fuerte labor de difusión y concientización a los habitantes de los municipios más pequeños, para evitar los desplazamientos a pie durante la noche. La provisión de iluminación mejora a priori la identificación de los peatones por parte de los conductores de vehículos motorizados, pero las cifras de accidentalidad por atropello ponen de manifiesto niveles de riesgo similares en vías iluminadas y vías sin iluminar. En último término, si los desplazamientos peatonales son inevitables, deben realizarse siempre con prendas reflectantes para mejorar la capacidad de ser visto por otros usuarios.

Estimación de efectividad: Se establece la siguiente horquilla de hipótesis:

	% de reducción	Reducción estimada en número de fallecidos atropellados
Hipótesis pesimista	20	12
Hipótesis conservadora	50	29
Hipótesis optimista	100	59

» **Acción 2.2.:** Plan de definición de itinerarios seguros para ciclistas.

Justificación: Durante el año 2013, 45 ciclistas fallecieron en vías interurbanas (asumidas en su totalidad como vías convencionales). El uso de la bicicleta como modo de transporte, deporte ocasional o profesional y por ocio ha aumentado significativamente en los últimos años. Es preciso dar respuesta a este interés, pero garantizando la seguridad de todos los usuarios.

Propuesta: Se propone diseñar un plan de itinerarios seguros para ciclistas, de manera que se les permita la circulación en carreteras convencionales con arcén de suficiente anchura o, si no existe ese arcén mínimo necesario para garantizar la seguridad, sólo en aquellas vías con un tránsito no muy intenso (por ejemplo, inferior a 1000 vehículos al día) y con una baja presencia de vehículos pesados (por ejemplo, inferior al 5%). Esta propuesta, que es una primera aproximación, debería ser objeto de un análisis más exhaustivo. En el caso de que no existieran vías que cumplieran con estas condiciones en determinados territorios, podría incluso valorarse, en casos de problemas de seguridad demostrados, el cierre de alguna vía para los usuarios motorizados en unos días y para los ciclistas en otros.

Estimación de efectividad: Se establece la siguiente horquilla de hipótesis:

	% de reducción	Reducción estimada en número de ciclistas fallecidos atropellados
Hipótesis pesimista	20	9
Hipótesis conservadora	50	22
Hipótesis optimista	100	45

LÍNEA ESTRATÉGICA 3:

REFORZAR LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS.

Justificación: Ante la presencia de tecnología de control y fuerzas policiales para garantizar el cumplimiento de las normas en la red de gran capacidad, es frecuente que se utilice la red convencional, especialmente en tramos de bajo tránsito, para eludir controles de velocidad, de consumo de alcohol y drogas o de cualquier otro tipo.

Shell Bitumen



SHELL CARIPHALTE AM3 LT

El asfalto modificado de Shell para mezclas tibias.

Shell Cariphalte AM3 LT es un asfalto modificado con polímeros especialmente formulado para la fabricación, colocación y compactación de mezclas asfálticas "tibias" (Warm Asphalt Mixes). Permite la posibilidad de reducción de temperatura en las operaciones de extendido y compactación de las mezclas asfálticas que con él se diseñen, sin afectar las características y propiedades de las mismas y mejorando su trabajabilidad.



Propuesta: Aumentar la presencia policial en vías convencionales, de manera aleatoria, para evitar conductas recurrentes de incumplimiento de las normas en la red convencional de carreteras, al tiempo que se consiga el máximo aprovechamiento de la tecnología móvil de control de velocidad.

Estimación de efectividad: A falta de datos concretos sobre el alcance del refuerzo en el control del cumplimiento de las normas que podría realizarse, se puede asumir una campaña exhaustiva, con las siguientes horquillas de hipótesis:

	% de reducción	Reducción estimada en número de accidentes con víctimas	Reducción estimada en número de fallecidos
Hipótesis pesimista	15	3919	141
Hipótesis conservadora	25	6532	235
Hipótesis optimista	35	9145	329

Si se consideran todas las medidas valoradas anteriormente, se pueden establecer las siguientes hipótesis de efectividad de la implantación del **Plan Específico de Seguridad Vial en Carreteras Convencionales**:

	IMPACTO SOBRE LOS ACCIDENTES CON VÍCTIMAS		IMPACTO SOBRE LAS VÍCTIMAS MORTALES	
	Accidentes con víctimas que se podrían evitar	% respecto al número actual	Víctimas mortales que se podrían evitar	% respecto al número actual
Hipótesis pesimista	6129	23 %	235	25 %
Hipótesis conservadora	10037	38 %	399	42 %
Hipótesis optimista	13946	53 %	585	62 %

Se trata de una aproximación que sería preciso afinar posteriormente, dado que la efectividad de estas medidas tendrá, sin duda, solapes entre ellas, lo que reduciría la potencialidad de reducción de la accidentalidad. Otro aspecto sobre el que sería necesario profundizar sería la realización de un análisis costo-beneficio, de manera que se pudieran priorizar las medidas a implantar, ejecutando en primer lugar aquéllas que permitieran una mayor reducción de accidentalidad con mínimo costo. Indudablemente, cualquier actuación de las que se proponen requiere recursos económicos para su implementación; en esta valoración será necesario tener en cuenta el ahorro que supone la reducción de víctimas de accidentalidad, no sólo en términos sociales, sino también económicos.

La efectividad de las mencionadas líneas estratégicas se vería incrementada con las políticas globales del fomento de conductas más seguras por parte de los usuarios, con campañas de concientización y divulgación, que se vienen aplicando desde hace años, en formatos y enfoques diferentes. Sin lugar a dudas, la actitud del usuario, influenciada en mayor o menor medida por el entorno que lo rodea, es un aspecto clave de la reducción de la accidentalidad.

A estas medidas habrá que sumar el proyecto para la limitación de la circulación de vehículos pesados por tramos de vías convencionales cuando exista una autopista de peaje con un itinerario similar, subvencionando parte del peaje; de esta manera, se consigue descongestionar las vías convencionales y generar un entorno más seguro. El efecto de la medida está pendiente de cuantificar, a la espera de conocer a cuántos kilómetros de vías afectará, su carácter voluntario u obligatorio y su potencialidad para reducir accidentes en los que se ven involucrados los vehículos pesados.

Como medida global de mejora de la seguridad en vías convencionales, sería preciso proponer la **implementación obligatoria de las herramientas incluidas en el Real Decreto 345/2011 sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias** en la Red de Carreteras del Estado, independientemente de la titularidad de las vías. Este Real Decreto supone la incorporación al ordenamiento jurídico español la Directiva 2008/96/CE sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias, que establece una serie de procedimientos destinados a conseguir un nivel de seguridad elevado y homogéneo en la Red Transeuropea de Carreteras. Estas herramientas son las evaluaciones de impacto en seguridad vial para la fase de planificación, las auditorías de seguridad vial en la fase de diseño y las inspecciones de seguridad vial y la gestión de la seguridad en la red existente (mediante identificación y gestión de Tramos de Concentración de Accidentes y Tramos de Alto Potencial de Mejora).

Se trata, sin duda, de un ámbito prioritario de trabajo que está llamado a liderar la continuidad en la reducción de las cifras de accidentalidad en España durante la última década que, previsiblemente, se encuentra en una situación de estancamiento como está ocurriendo en otros países del entorno europeo, y como anuncian los datos del primer semestre del año 2015 (11 fallecidos menos a 24 horas en vías interurbanas que en el mismo período del año 2014). Una reducción sostenida de la accidentalidad en el tiempo requiere la implementación de propuestas innovadoras, mejoras en todos los ámbitos y propuestas específicas adaptadas a los problemas concretos que se identifiquen, y más aún en un período de crecimiento del tránsito derivado de una ligera mejora en la situación económica del país. •

DIRECCIÓN DE VIALIDAD PROVINCIA DE BUENOS AIRES



Dirección de
VIALIDAD
PROVINCIA DE BUENOS AIRES

DIRECCIÓN DE VIALIDAD 0800 -222-3822 / vialidad@vialidad.gba.gov.ar / prensavialidad@gmail.com

www.vialidad.gba.gov.ar / @VialidadBA / Av. 122 n° 825 tel 0221 4211161 al 69

LA CARRETERA N 625 EN ESPAÑA

Autor: Ing. Oscar Fariña

Esta carretera se extiende desde la localidad de Arriondas, en el Principado de Asturias, hasta las inmediaciones de la ciudad de León, en la región de Castilla León. En este artículo se analiza el tramo comprendido entre Cangas de Onis y Riaño, que al atravesar la Cordillera Cantábrica presenta características geográficas de notable belleza. Tiene la particularidad de ser una vía de comunicación en una geografía de difícil acceso y, si bien hoy recorrerla es relativamente sencillo ya que dispone de un cinta asfáltica perfectamente demarcada, su trazado sinuoso, que atraviesa el Desfiladero de Los Beyos, puede dar una idea real de las dificultades que enfrentaron los que abrieron el camino y construyeron la infraestructura vial que permite su circulación en las proximidades del Parque Nacional Picos de Europa. Si bien la historia del camino se retrotrae a muchos años antes de su apertura definitiva, un cartel recuerda y agradece a los ingenieros castellanos que llevaron a cabo la obra durante el siglo XX.

HISTORIA DE LA REGIÓN

Si nos retrotraemos al siglo VIII, la Península Ibérica había sido invadida desde el norte de África por los ejércitos árabes y en solo 10 años alcanzaron a ocupar la totalidad de los dominios de los visigodos hasta la región de Asturias. Es en la localidad de Cangas de Onis, en el año 717, donde se celebraba una reunión de mandatarios y nobles, y quien se constituiría en el héroe de la liberación, Don Rodrigo, menciona expresamente la lucha de sus antepasados y propone organizar una sublevación contra la dominación árabe. Entre otras cosas, y como primer paso de la guerra con el Al-Andalus, se decide dejar de pagar los impuestos territoriales – el *jaray* y el *yizia*–.

La batalla decisiva tuvo lugar en el mes de mayo del año 722, en Covadonga, donde además de la actitud heroica de los asnos salvajes –tal la denominación que los musulmanes daban a los rebeldes del norte–, tuvo un papel protagonista la geografía.

Los abruptos cerros y los caminos entre muros y precipicios son un buen lugar para una batalla si se conoce el terreno, al amparo de los Picos de Europa. Así es que Don Rodrigo dispuso sus tropas muy inferiores en número respecto del ejército enemigo, en las inmediaciones de una cueva donde logró una

victoria que se transformaría en el comienzo de la denominada Reconquista Cristiana, que culminaría en Granada ocho siglos después. De allí la expresión: “Asturias es España y lo demás es tierra conquistada”.



Figura N° 1: Placa que recuerda a quienes participaron en la construcción del camino



Figura N° 2: Gruta de Covadonga



Figura N° 3: Desfiladero Los Beyos. Camino asfaltado, actual Ruta N 625

GEOGRAFÍA DEL CAMINO

El camino actualmente designado como la Ruta N 625 tiene una existencia de más de 400 años y con su primitivo diseño ha permitido atravesar la Cordillera Cantábrica por el Desfiladero de Los Beyos. En el año 1665 Pedro Díaz de Oseja destinó parte de su fortuna para rehacer esta vía de comunicación en una primera etapa, lo que se continuó con otros esfuerzos de los pobladores hasta comienzos del siglo siguiente. Según do-

cumentos del año 1829, el entonces nombrado Camino del Beyo fue utilizado para los movimientos de hombres y transporte de ganados hasta que a finales del siglo XIX fue trazada la actual carretera con la infraestructura adecuada para la circulación permanente. En este caso debe destacarse la importancia de esta obra por las dificultades que presenta la geografía y por la trascendencia que el cambio implicó en la forma de relacionarse de las comunidades situadas a ambos lados de la cordillera. Hasta ese entonces el trayecto se practicaba ascendiendo a los puertos, ya que hacerlo por los Beyos era impracticable.

Si bien el Desfiladero es una unidad geográfica, está dividido políticamente en tres municipios:

- Sajambre (León)
- Ponga y Amieva (Asturias).

En lo económico y comercial, hoy depende de la ciudad asturiana de Cangas de Onís.

Se analiza la traza del camino siguiendo de sur a norte el curso natural del río Sella, desde su nacimiento en el valle de Sajambre, atravesando el Desfiladero de Los Beyos, en el municipio de Oseja de Sajambre, y a partir del punto denominado Covarcil, para continuar a lo largo de 12 km. Cruza la divisoria municipal y provincial en el puente Angoyo y se adentra en los Concejos de Amieva y Ponga, en Asturias.

Durante todo el recorrido se impone la verticalidad de las peñas, con unas paredes cerradas que apenas dejan un pequeño espacio por el que discurre el río y nuestra sinuosa carretera N 625, tal como puede apreciarse en las fotografías adjuntas.



Figura N° 4: Camino en Oseja de Sajambre León

En el plano se grafica el desarrollo del camino que atraviesa la cordillera por un desfiladero en las inmediaciones del Parque Nacional Picos de Europa, un lugar de silenciosa belleza.

Desde el sur el camino es cerrado, sin accesos laterales, hasta pasar el límite entre regiones en San Ignacio, en el encuentro con el río Ponga. Aquí se encuentra el Parque Natural Ponga. Además se desarrolla una vinculación hacia el oeste con el camino AS261, que pasa por pequeñas localidades montañosas de Asturias.

El último tramo del desfiladero se extiende hasta Ceneña y a partir de allí, acompañando al río Sella, el camino se abre hacia el punto final que constituye la histórica localidad de Cangas de Onís.



Figura N° 5: Límite entre las provincias de Asturias y de León



Figura N° 6: Desfiladero Los Beyos Asturias



Figura N° 8: Parque Natural Ponga

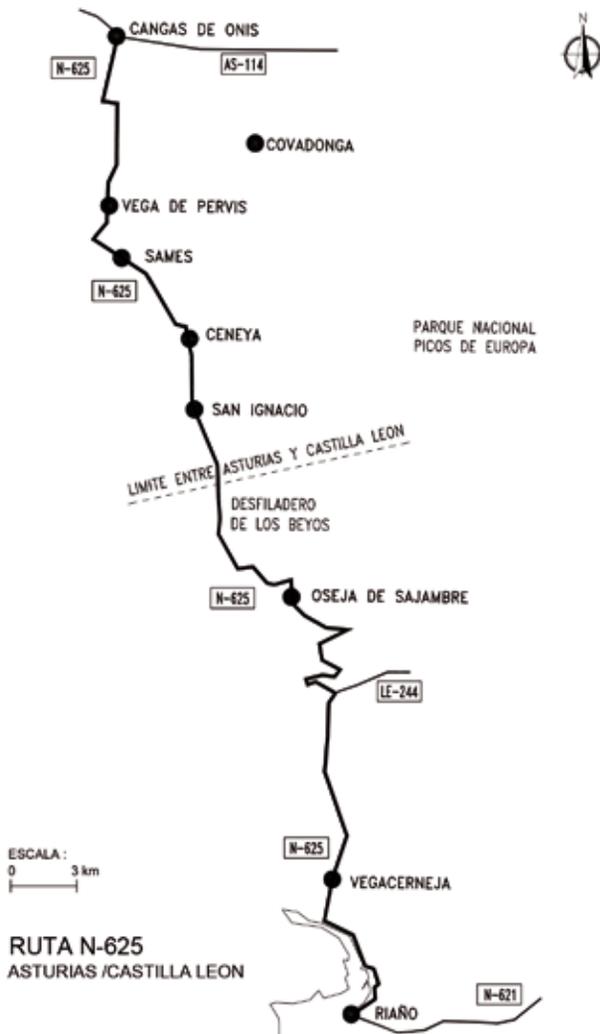


Figura N° 7: Plano Ruta N-625



Figura N° 9: Desfiladero Los Beyos - Asturias



Figura N° 11: Sendero en el camino del Cares



Figura N° 12: Túnel abierto en la roca para el sendero peatonal

CAMINO DEL CARES

En las proximidades de la Ruta N 625, pero separada por el Macizo Occidental de la Cordillera Cantábrica, dentro del Parque Nacional de los Picos de Europa, sale un sendero con disposición sur a norte denominado “la Ruta del Cares”, que se ha construido hace un siglo y que atraviesa un desfiladero que sigue al río homónimo. Dicho camino, que solo puede ser recorrido a pie, se extiende en un tramo de 12 km. entre las localidades de Caín, en la provincia de León, y Poncebos, en el principado de Asturias. Por sus características un tanto espectaculares y de extraña belleza que le dan a este lugar la geografía de las montañas, se ha transformado en una de las rutas del senderismo más famosas y a la que concurren miles de turistas para hacer estas prácticas deportivas.

Esta ruta fue abierta entre los años 1916 y 1921 para el mantenimiento del canal que alimenta a la Central Hidroeléctrica de Poncebos, y ampliada posteriormente a través de un cañón montañoso que era prácticamente inaccesible.



Figura N° 10: Plano Ruta del Cares. León-Asturias

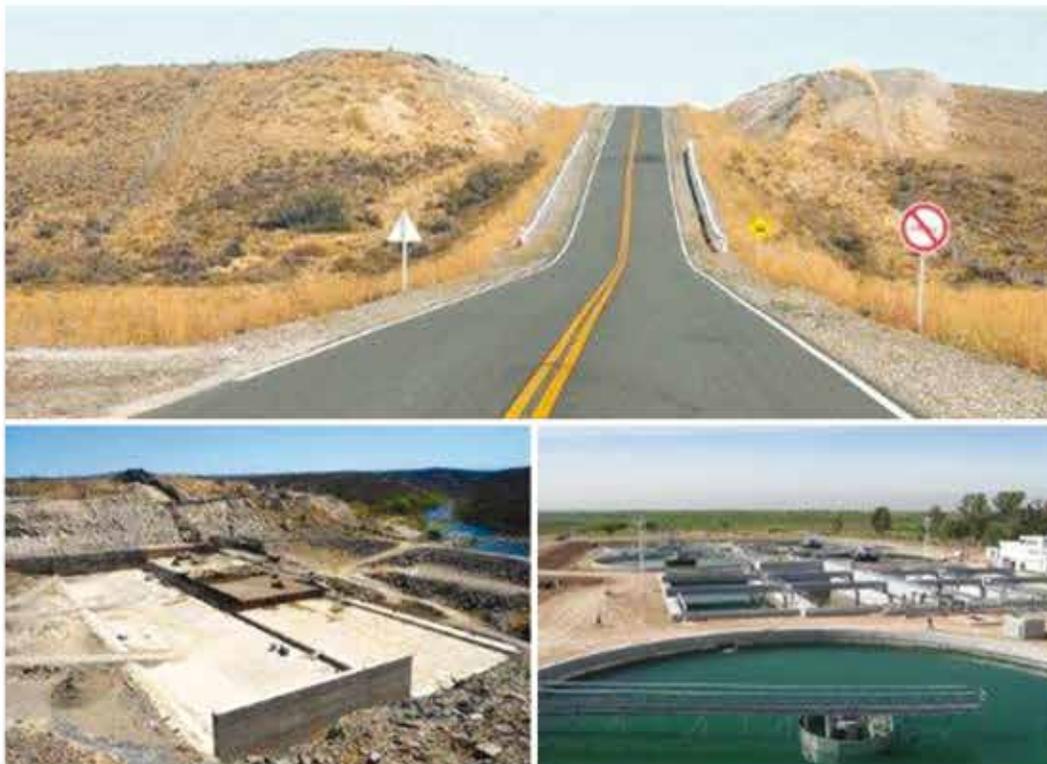
El trazado de la senda se desarrolla sobre las laderas de los cerros en general a mediana altura respecto del lecho del río, presentando una calzada de no más de un metro, esculpida en la roca con numerosos túneles y puentes. El silencio de la montaña es ocupado por momentos por los sonidos de las aguas que se desplazan por debajo, en la garganta de la quebrada.

El recorrido a pie se realiza en aproximadamente cuatro horas, pudiéndose acceder en automóvil a ambas cabeceras de Caín y Poncebos, por lo que de plantearse la excursión de ida y vuelta, el tiempo total excedería las ocho horas. Consultados los que han participado de la aventura, algunos plantearon una propuesta habitualmente llevada a cabo en grupo y que consiste en separarse en dos tandas, cada una de las cuales sale de uno de los extremos, y en el encuentro a mitad de recorrido se intercambian las llaves de los vehículos. Otro participante confesó que a poco de iniciar la travesía abandonó por la sensación de vértigo provocada por las profundas laderas de las montañas. •



Figuras N°13 -14 -15: Distintas imágenes del Sendero del Camino del Cares.

NOTA DEL AUTOR: Parte del material fotográfico que se acompaña este artículo pertenece al archivo de Google Earth.



EXPERIENCIA CONSTRUYENDO FUTURO PARA LOS ARGENTINOS

DECAVIAL SAICAC

A. Alsina 1450 2ºPiso - (C1088AAL) Buenos Aires, Argentina

Tel/Fax 54-11-4383-0015 al 19 - info@decavial.com.ar | www.decavial.com.ar



Caminos del Río Uruguay

CAMINOS DEL RÍO URUGUAY

S.A. DE CONSTRUCCIONES Y CONCESIONES VIALES

Autopista Mesopotámica

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

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

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

BREVES

Nacionales e Internacionales

SEGURIDAD VIAL EN LA REPÚBLICA DE LOS NIÑOS

La **Agencia Nacional de Seguridad Vial** organiza diversas actividades en la **República de los Niños** con el objetivo de concientizar a los más chicos en el respeto de las normas de tránsito.

Todas las actividades están dirigidas al grupo familiar, y en especial a los niños. También se organizan visitas de grupos escolares y centros educativos. Entre otras actividades, los chicos pueden participar de:

- **Taller educativo de seguridad vial** (de 6 a 12 años)
- **Circuito de kartings** (de 7 a 12 años)
- **Juegos de mesa: Trivia Vial; Aventura Vial** (de 7 a 13 años)
- **Tablero Ciudad** (de 3 a 10 años)
- **Pintando las señales de tránsito** (de 6 a 12 años)

DÍAS Y HORARIOS:

Lunes a viernes de 8 a 16:00 hs.

Sábados, domingos y feriados: 10 a 18hs.

INFORMACIÓN O RESERVAS:

tel. (0221) 4841409/ (0221) 4841206

La República de los Niños: Camino General Belgrano y Calle 501, Gonnet, La Plata.

VISITÁ EL ESPACIO DE
SEGURIDAD VIAL
EN LA REPÚBLICA DE LOS NIÑOS.

LUNES A VIERNES DE 8 A 16 HS.
SÁBADOS, DOMINGOS Y FERIADOS: 10 A 18 HS.



EL PAPA FRANCISCO RESPALDA LA SEGURIDAD VIAL INFANTIL EN UNA REUNIÓN CON EL PRESIDENTE DE LA FIA

El Presidente de la FIA, Jean Todt, se reunió con el Papa Francisco para destacar el desafío de la seguridad vial global infantil.



Todt transmitió el desafío de la seguridad vial y la necesidad de que los gobiernos y las comunidades la prioricen comenzando por el establecimiento de normas de tránsito eficaces. Además, el **presidente de FIA** compartió con el **Papa Francisco** el video dirigido por **Luc Besson** que se titula **"Save Kids Lives"** (Salve la Vida de los Niños) en apoyo a la campaña **#SaveKidsLives**, que centra la atención en los 500 niños, uno cada tres minutos, que mueren cada día en las carreteras del mundo.

"El respaldo del Papa Francisco a la campaña de #SaveKidsLives ayudará a crear conciencia sobre los 500 niños que pierden sus vidas a diario en las carreteras del mundo, y nos ayudará a divulgar el mensaje de que esta tragedia puede prevenirse", manifestó el Presidente Todt.

De acuerdo a la **Organización Mundial de la Salud**, **1,25 millones de personas mueren por año como resultado de accidentes viales**, principalmente en los países de ingresos bajos y medianos, y entre 20 y 50 millones más resultan heridos, a veces en forma definitiva. Esta es la causa principal de muerte en jóvenes de 15 a 29 años de edad, y pronto podría convertirse en la causa principal de muerte en niños de 5 a 14 años también. La mitad de aquellos que mueren en las carreteras del mundo son peatones, ciclistas y motociclistas. La comunidad internacional ha creado un nuevo impulso para abordar este tema: **los Objetivos de Desarrollo Sostenible adoptados por la Asamblea General de las Naciones Unidas**, que incluyen la meta de reducir a la mitad las muertes y lesiones causadas por accidentes viales para el 2020. Sin embargo aún queda mucho por hacer para lograr este ambicioso objetivo.

MULTIMODALIDAD EN EL TRANSPORTE

SE REACTIVA LA OBRA DE SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL SARMIENTO

El soterramiento del ferrocarril Sarmiento, una de las obras ferroviarias de mayor envergadura en el área metropolitana, se pondrá en marcha para transformar la calidad de vida de los más de 180.000 pasajeros que lo utilizan a diario, quienes podrán viajar más rápido y de manera cómoda y segura.



Se excavarán 16 kilómetros de túnel, paralelo al trazado actual de las vías, para conectar las estaciones de Haedo, en Morón, con Caballito, en la Ciudad de Buenos Aires. De esta manera, el tren Sarmiento circulará bajo tierra en dicho tramo. La obra va a mejorar la calidad del servicio con más rapidez y más frecuencias: se reducirán en un 20% los tiempos de viaje y también se mejorará la frecuencia del servicio, ya que se reducirá de 10 a 3 minutos el tiempo de espera entre un tren y otro.

La operación de los trenes va a ser más segura y se van a evitar todas las demoras y caos vehicular en los pasos a nivel y zonas aledañas a las vías, sobre todo con la eliminación de 49 pasos a nivel por los que en promedio circulan 20.000 vehículos al año.

Esta obra se complementará con la Red de Expresos Regionales (RER) y la extensión del Metrobus en la misma zona, lo que implicará una verdadera transformación en la forma de viajar para cientos de miles de personas todos los días.

El soterramiento del Sarmiento permitirá a la vez, liberar más de 1 millón de metros cuadrados en la superficie, que será recuperado para el uso público, convirtiéndose en un nuevo pulmón verde a lo largo de 16 km.

INVERSIÓN DE \$13.500 MILLONES PARA AEROPUERTOS

En los próximos cuatro años se va a modernizar la red de aeropuertos argentinos con una inversión de 13.500 millones de pesos a lo largo de todo el país, lo que va a permitir que los más de 30 millones de usuarios que los utilizan anualmente puedan volar de manera más cómoda y segura.



Las principales obras incluyen la remodelación y ampliación de las terminales y la construcción de nuevos estacionamientos para una mayor comodidad de los pasajeros y una mejor experiencia de viaje; y también de nuevas torres de control, plataformas de estacionamiento para los aviones y obras en las pistas para garantizar la seguridad de los aterrizajes y los despegues e incrementar las áreas de operación y maniobra de los aviones.

El conjunto de estas mejoras permitirá que vuelen más personas y más aviones

en nuestros aeropuertos, sin demoras y con más frecuencias, con la seguridad y comodidad necesarias para mejorar la experiencia de los pasajeros y conectar mejor a las regiones y ciudades del país. En Ezeiza y Aeroparque, las principales terminales del país, se construirán torres de control nuevas y más estacionamientos. En Ezeiza, además, se avanzará en la nueva terminal de pasajeros y se mejorarán las pistas con repavimentación y renovación del balizamiento; mientras que en Aeroparque se

ampliarán la terminal de pasajeros y la plataforma de aeronaves.

También se ampliarán y remodelarán las terminales de pasajeros y se mejorarán las pistas de los aeropuertos de Córdoba y Mendoza. Se realizarán obras de mejoras en las terminales de Salta, Tucumán e Iguazú, donde además se instalará una nueva torre de control; y se invertirá en los aeropuertos de Trelew, Puerto Madryn, Posadas, Chapelco, San Juan, San Fernando, Jujuy, entre otros.

LA FAEC CONVOCA A LA VI EDICIÓN DEL
“PREMIO INTERNACIONAL A LA INNOVACIÓN
EN CARRETERAS JUAN ANTONIO
FERNÁNDEZ DEL CAMPO”

La Fundación de la Asociación Española de la Carretera (FAEC) pone en marcha la sexta edición del “Premio Internacional a la Innovación en Carreteras Juan Antonio Fernández del Campo” con la publicación de las bases que rigen el certamen.

El certamen, dotado con un premio de 12.000 euros para el proyecto ganador, está abierto a todo tipo de investigaciones, tesis y proyectos innovadores que aborden la carretera desde cualquiera de sus múltiples perspectivas.

Únicamente se admitirán aquellos trabajos redactados en lengua española que sean recientes y novedosos o que, aun habiendo sido divulgados en el ámbito docente o científico, no hayan optado por otros premios ni hayan sido objeto de patente.

A partir de esta convocatoria, quienes deseen optar por el premio deben remitir sus trabajos exclusivamente en soporte informático. Con este procedimiento se simplifican notablemente los trámites para la presentación de candidaturas y se agilizan y acortan los tiempos necesarios para el envío desde cualquier parte del mundo.

Los originales deben remitirse a la dirección electrónica: trabajos@premio-innovacioncarreterasjafc.org

El plazo de admisión finaliza a las 12 horas del próximo 23 de septiembre.

Por otro lado, la FAEC y el Comité que gestiona el premio han renovado la composición del jurado, designando como Presidente a Alberto Bardesi Orúe-Echevarría, vicepresidente de la Fundación y de la propia Asociación Española de la Carretera.

Además del cambio en la presidencia, el jurado -integrado por expertos de acreditado prestigio a nivel internacional- incorpora a nuevos vocales, y así su estructura queda conformada del siguiente modo:

Presidente: Alberto Bardesi Orúe-Echevarría
Director de Asfaltos de REPSOL

Vocales: Pablo Bueno Tomás
Consejero Delegado de TYPESA

Óscar de Buen Richkarday
Presidente de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR)

Esteban Diez Roux
Especialista Principal de Transporte del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)



Antonio Español Realp
Director General de Abertis Autopistas España

Federico Fernández Alonso
ExSubdirector General de Gestión de la Movilidad de la Dirección General de Tráfico

Félix Edmundo Pérez Jiménez
Catedrático de Caminos de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona

Secretario: Jacobo Díaz Pineda
Secretario de la Fundación de la Asociación Española de la Carretera (FAEC)

A la hora de valorar las investigaciones, este jurado tendrá especialmente en cuenta su aporte al desarrollo de la tecnología de carreteras, pero también su originalidad y su carácter innovador, la calidad, la excelencia de las soluciones que contemplan, las posibilidades de materialización práctica de sus conclusiones y la relevancia de las mismas.

El galardón se entregará el próximo 1º de diciembre, y además del premio en dinero, el autor o autores ganadores verán recompensado su esfuerzo con la publicación de su trabajo en un volumen de colección editado por la FAEC.

Esta iniciativa cuenta, en su sexta edición, con el patrocinio de Banco Caminos, CEPSA-Proas y Repsol, la colaboración institucional de la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras de la Consejería de Transportes, Vivienda e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid, la colaboración patronal de Oficemen (Agrupación de Fabricantes de Cemento de España) y la colaboración empresarial de Dragados, Acciona Infraestructuras, Eiffage Infraestructuras, Euroconsult, FCC Construcción, Ferrovial Agromán, Grupo Isolux Corsán, OHL y Sacyr.

Todos los detalles de la convocatoria, así como las bases completas del premio, se encuentran en la página web del certamen: www.premioinnovacioncarreterasjafc.org.



ING. JORGE MARCELO LOCKHART

El 26 de febrero de 2016 falleció el Ing. Jorge Marcelo Lockhart. Había nacido el 8 de abril de 1925.

Ejerció con fervor la profesión de ingeniero por más de 60 años.

Desde el año 1969 y hasta 2015 trabajó incansablemente en **Consulbaires Ingenieros Consultores S.A.** Dirigió infinidad de proyectos y formó parte del directorio desde 1979.

Fue docente, investigador, autor de gran cantidad de trabajos técnicos, referencia técnica obligada y participante infaltable en congresos viales, seminarios y conferencias tanto en el país como en el exterior.

En 2002, en reconocimiento a sus contribuciones docentes, fue nombrado profesor emérito de la Facultad de Ingeniería de Universidad Nacional de La Plata y en 2014 fue distinguido con el Premio de la **“Academia Nacional de Ingeniería”**.

Profesional de excelencia y un notable académico, fue un referente indiscutido en la especialidad de pavimentos en toda Latinoamérica. Extrañable amigo, inseparable compañero de Berta, atento padre, cariñoso abuelo y bisabuelo. Disfrutaba viajar, compartir y enseñar. ¿De qué mejor manera se puede resumir la vida de una persona?

Todo lo que se recuerde y todo lo que ha dejado es bueno. Es en realidad excelente y es y será siempre un ejemplo. Su presencia será recordada por todos quienes tuvieron el agrado de conocerlo y la suerte de trabajar o compartir tiempo con él.

Su fallecimiento deja un vacío enorme a toda su familia y a los que compartieron tantas horas de vida junto a él. De una muy linda vida. Los integrantes de la **Asociación Argentina de Carreteras** nos sumamos al pesar que sin duda estará sobrellevando su familia, amigos y afectos más íntimos y a través de estas páginas enviamos un afectuoso recuerdo para quien supo ganarse el respeto y el afecto de quienes tuvieron la fortuna de trabajar con él y gozar de su amistad y hombría de bien.

EL VIEJO CABALLERO DE LOS CAMINOS

El Ing. Hugo Daniel Bianchetto recuerda al recientemente fallecido Ing. Jorge Marcelo Lockhart.

De porte elegante, pero a la vez campechano. De rasgos firmes, que denotaban su ascendencia anglosajona, pero también de sonrisa franca y gestos amables. Así era El Viejo Caballero de los Caminos.

La primera vez que supe de él fue en una clase, precisamente de la asignatura “Caminos”, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata. Yo era un estudiante veinteañero y el hombre ya acusaba casi 60 años. Lo vi serio pero no solemne. Se le notaba desde un principio su vocación a enseñar. Y sus clases eran amenas pero exentas de histrionismo. Él y Félix Lilli gozaban del respeto del alumnado y de un prestigio que excedía el ámbito académico. Él me tomó el examen final y me honró con una muy buena nota para mi legajo...

Hacia mediados de los '90 volví a tener contacto con él. Yo trabajaba en el Laboratorio de Pavimentos de la Facultad y él continuaba

encabezando la Cátedra junto a Lilli. Las relaciones eran algo tensas, no coincidíamos en algunos aspectos relativos a los “servicios al medio productivo” que brindábamos desde el laboratorio. Eso sí: jamás perdieron, ni él ni Lilli, su compostura y su don de gentes, aún en el disenso y en la puja de intereses contrapuestos.

Ya en este siglo, y quizás debido a que él continuaba siendo un hombre maduro y yo comenzaba a serlo, nuestra relación profesional y personal se tornó agradable, con chanzas permanentes de su parte, haciendo gala de su proverbial buen humor. Compartía con él momentos en la Comisión del Asfalto, en los congresos y en el barrio, pues su departamento está a escasas 3 cuadras de mi casa. Tuve el honor de dirigir unas palabras en el Consejo Académico de la Facultad el día en que fue designado Profesor Emérito. Era un profesional con todas las letras, abarcaba su conocimiento varios aspectos de la vialidad y se destacó tanto en el ejercicio de su actividad a nivel público y privado como en el ámbito universitario.

Hoy, el corazón del Viejo Caballero de los Caminos se detuvo. La Ingeniería de Caminos pierde a un investigador y a un maestro irreplicable. Los asfalteros ya extrañaremos su forma tan particular de denominar a las “mazclas” bituminosas.

Pero me imagino su espíritu inquieto llegar allá donde no hay penas ni olvidos, la comarca del “domingo sin fin”, para tratar de diseñar la autopista perfecta, el camino sin congestiones, y así facilitar el tránsito de los que dentro de un tiempo deberemos emprender el mismo viaje que él está haciendo ahora.

Hasta siempre, Ingeniero Lockhart. Sus colegas lo despedimos con tristeza pero, a la vez, agradeciendo el privilegio de haberlo conocido y de haber aprendido tanto de usted.



ALFREDO ROBERTO EDELMUTH

El 27 de diciembre de 2015 falleció Alfredo Roberto Edelmuth. Había nacido el 19 de julio de 1952.

En de su vida laboral, la seguridad vial fue una constante. La escuela que le propició su padre, Sigberto, al dedicarse a la fabricación de pinturas viales, microsferas de vidrio y la ejecución de señalamiento horizontal, le permitió crecer en este ámbito, e incluso siendo muy joven estuvo en Venezuela para desarrollar el señalamiento horizontal.

Con la experiencia lograda y su gran afección de conocimientos, más una gran dedicación al estudio, plasmó a través de **CRISTACOL S.A.** lo que fue su gran objetivo: fabricar materiales para demarcación que cubran todos los productos existentes en el mercado mundial. Desde 1995 hasta su deceso fue Director Técnico y Presidente de **CRISTACOL S.A.** Se especializó en investigación y desarrollo de polímeros, pinturas y materiales reflectivos. Participó en comités de **IRAM** y en el desarrollo del **Manual de Señalamiento de la Dirección Nacional de Vialidad**. Se contactó con variadas empresas extranjeras del rubro, cultivando con el paso del tiempo grandes relaciones, que derivaron en un intercambio técnico muy enriquecedor.

Fue un gran didacta, que supo transmitir muy bien y con gran entusiasmo sus conocimientos tanto en charlas privadas como en exposiciones dictadas en jornadas de capacitación, seminarios y congresos. En lo institucional, participó activamente colaborando con la **Asociación Argentina de Carreteras** y la **Sociedad Argentina de Ingeniería de Tránsito**. Siempre impulsó la actualización técnica y formación de técnicos viales, como garantía de crecimiento profesional y calidad final de las obras. Sin duda es una gran pérdida por su calidez humana y por su aporte al desarrollo de la industria nacional.

Desde estas páginas nos sumamos al pesar que con certeza estará sobrellevando su familia, amigos y afectos más íntimos.



Dirección Provincial de Vialidad
Tucumán



¡Por más y mejores caminos!

Trabajos Técnicos

Trabajos presentados en el XVIII CILA

01. EVOLUCIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS LUEGO DE 14 AÑOS DE SERVICIO

Autores: Germán BAVDAZ, Ricardo TORCHIOI, Osvaldo CUCHI, Juan Manuel CAMPANA, Marta ARANCIBIA

02. IMPORTANCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS DE LOS AGREGADOS PÉTREOS PARA SU USO EN PAVIMENTACIÓN VIAL. EJEMPLO CON BASALTOS DE LA REGION SERRANA CENTRAL DE ARGENTINA

Autores: Hugo Daniel BIANCHETTO, Cecilia SOENGAS, Eduardo Oscar BIANCHETTO, Mauricio BERMAN

03. SEGUIMIENTO A LA HUELLA DE CARBONO MEDIANTE LA EMISIÓN DE CO₂, EMPLEANDO RAP EN MÉXICO

Autores: Carlos Humberto FONSECA RODRÍGUEZ, Rodolfo VILLALOBOS DÁVILA

Divulgación

01. ASERRADO Y SELLADO DE JUNTAS EN PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

Extracto del Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón del Instituto del Cemento Portland Argentino. Capítulo 5 "Construcción", pp 53 a 64.

Trabajo publicado en la Revista Carreteras de la Asociación Española de la Carretera

02. CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN PARA PROGRAMAR LA EJECUCIÓN DE VARIANTES DE POBLACIÓN

Autores: Antonio RUILOBA ERRANDONEA, Encarnación PÉREZ AGUILERA, Antonio NÚÑEZ Y NÚÑEZ, Alberto LÓPEZ ALVAREZ

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

EVOLUCIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS LUEGO DE 14 AÑOS DE SERVICIO

AUTORES: Germán BAVDAZ, Ricardo TORCHIOI, Osvaldo CUCHI, Juan Manuel CAMPANA, Marta ARANCIBIA

1. RESUMEN

Con el propósito de contribuir a la búsqueda de soluciones en materia de comportamiento de pavimentos de alta sollicitación mediante la aplicación de nuevas tecnologías, y como continuidad a otros estudios realizados por la concesionaria GCO en el ámbito del Acceso Oeste a la Ciudad de Buenos Aires [5,6,7,8], el presente trabajo pretende resumir la experiencia obtenida luego de 14 años de servicio de mezclas asfálticas utilizadas como superficie de rodamiento.

En el año 2000 se inicia en la concesionaria un plan de repavimentación integral de los tramo II y III, a fin de cumplimentar las exigencias del pliego de concesiones [2] y lograr de esta forma brindar una adecuada calidad de servicio. Esta repavimentación abarcó 1.000.000 m² y se colocaron 60.000 toneladas de mezcla asfáltica tipo microaglomerado discontinuo en caliente tipo F10.

Como parte del plan de control de calidad seguido durante la obra se seleccionaron 4 tramos de prueba de aproximadamente 1000 metros cada uno, dos de ellos sobre el carril 1 (interno o rápido) de la autopista y los restantes sobre carril 2 y 3 (central y externo respectivamente). En cada uno de estos tramos y de forma anual se realizó una campaña de estudios donde se ejecutaron mediciones de macrotextura (parche de arena), ahuellamiento y además se extrajeron testigos para la obtención de los siguientes parámetros, a saber: viscosidad, % vacíos, % de compactación, recuperación elástica torsional, granulometrías, % de asfalto recuperado, etc.

Se muestran y analizan entonces los resultados obtenidos para dichos parámetros y su evolución con el paso del tiempo y el tránsito vehicular. Se detallan no sólo los aspectos de diseño y constructivos de la solución adoptada, sino también los controles efectuados durante la ejecución. Asimismo se señalan los factores que llevaron a la selección de este sistema de pavimentación, el cual incluye una capa de bajo espesor y alta textura, como carpeta de rodamiento.

2. PALABRAS CLAVE

Mezclas asfáltica, F-10, evolución, parámetros, vida de servicio.

3. PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD

En oportunidad de la ejecución de la obra se firma un convenio de asesoramiento con el Dr. Jorge Agnusdei, como responsable de la auditoría de control de calidad de la obra, quien sería el encargado de supervisar las obras ejecutadas así como

también los ensayos ejecutados por personal de GCO y de laboratorios externos, teniendo a su cargo también la capacitación del personal de laboratorio interno de Control de calidad. Este seguimiento incluía el control de la ejecución diaria de la elaboración y colocación de la mezcla como así también el control de los tramos de prueba mencionados con anterioridad y la presentación de informes quincenales durante el transcurso de la obra.

Una vez finalizada la obra, se continuó con el seguimiento de la misma por parte del Laboratorio de Control de Calidad de GCO.

Cabe destacar que la campaña de medición y extracción de testigos tiene características especiales y una logística no siempre simple, ya que las secciones de estudio se encuentran sobre una de las vías con mayor volumen de tránsito del país, afectando el tiempo disponible sobre la calzada para ejecutar los estudios necesarios.

4. SECCIONES DE CONTROL

Los tramos de estudio fueron seleccionados en el plan de control de calidad original de la obra y han sido respetados hasta el día de hoy realizándose extracción de probetas y ensayos in situ. Las zonas de seguimiento seleccionadas corresponden al carril rápido y al carril lento del tramo II (Morón-Moreno) en el sentido vehicular ascendente, y a los dos carriles que componen el sentido descendente del tramo III (Lujan-Moreno). Las secciones que pertenecen al mismo tramo presentan características similares en relación a la infraestructura, el diseño geométrico y el paquete estructural. Sin embargo, la mezcla F10 se encuentra sometida a diferentes niveles de sollicitaciones del tránsito, afectando su comportamiento. A continuación, se detallan las cuatro secciones de estudio, delimitando las mismas mediante las progresivas de la autopista:

- **Sección 1:** correspondiente al carril 1 (carril rápido) del tramo III, en sentido descendente, desde la progresiva 50,24 a la 51,44.
- **Sección 2:** correspondiente al carril 2 (carril lento) del tramo III, en sentido descendente, desde la progresiva 50,24 a la 51,44.
- **Sección 3:** correspondiente al carril 3 (carril lento) del tramo II, en sentido ascendente, desde la progresiva 28,59 a la 29,52.
- **Sección 4:** correspondiente al carril 1 (carril rápido) del tramo II, en sentido ascendente, desde la progresiva 28,59 a la 29,52.

5. PARÁMETROS Y NORMAS DE ENSAYO

Para el seguimiento de los tramos de control, se midieron parámetros superficiales de la mezcla y a su vez se extrajeron testigos para analizar las características intrínsecas de la misma, lo que permitió la obtención de una mayor cantidad de datos en laboratorio, fuera de la calzada.

Cada tramo de prueba, de longitud algo superior a un kilómetro, se divide en 6 sectores diferentes, separados 50 metros uno de otro, y en cada uno de ellos se realizan mediciones de macrotextura, a través del ensayo de Parche de Arena. A su vez, se extraen 3 testigos con mecha de 4", obteniéndose 30 mediciones de parche de arena y 18 testigos, por campaña.

Una vez en laboratorio se cortan los testigos para separar el microalglomerado asfáltico tipo F10, y se miden los espesores de la capa de microalglomerado y las densidades (peso específico aparente) de cada testigo, comparándose la misma con su densidad original y la densidad máxima medida (J. Rice) correspondiente a la original de la obra, evidenciándose de esta manera la evolución de la compactación y % de vacíos de la mezcla.

Luego, para cada sector y con el material proveniente de los testigos, se realiza una recuperación del asfalto mediante el método Abson y al asfalto recuperado se le efectúan ensayos de recuperación elástica torsional y viscosidad rotacional a 170°C. Por último, al residuo pétreo se le realiza la correspondiente granulometría.

Las normas de referencia para cada uno de los ensayos realizados son:

Parche de arena NLT 335/87

Densidad: VN-E12-67

Reflux (Abson): Norma VN-E17-67

Recuperación elástica torsional NLT329/91 a 25°C

Viscosidad Rotacional (Broockfield ASTM 4402).

6. MEZCLA UTILIZADA

De forma de cumplimentar las exigencias del pliego de concepción^[2] y basados en experiencias realizadas en otros países, en su momento se decidió la utilización de un microalglomerado asfáltico en caliente del tipo discontinuo elaborado con asfaltos modificados con polímeros, de forma de otorgar una buena calidad superficial desde el punto de vista de la fricción con una alta macrotextura, y una mejor resistencia a la fisuración otorgada por la utilización del asfalto modificado. La mezcla elegida responde a una MAC del tipo F10, aplicada en una capa de 3 cm de espesor.

En este tipo de mezcla, y para conseguir una buena macrotextura con un tamaño de árido reducido, se sustituyen las curvas granulométricas continuas tradicionales por otras de tipo discontinuo, que presentan un gran porcentaje de áridos

gruesos y pocos finos. Resulta imprescindible en este caso, que la mezcla asfáltica esté constituida por ligantes asfálticos modificados con polímero, para mantener los áridos unidos y evitar que se desprendan, capacidad que no tienen los asfaltos convencionales para el caso de una mezcla de granulometría discontinua. Debido a la discontinuidad granulométrica, la mezcla F10 permite una rodadura sin formación de película de agua en la superficie y muy silenciosa^[8] debido a su macrotextura negativa, aquella que se alcanza mediante oquedades a partir de una superficie preponderantemente plana. Esto presenta una diferencia con otras mezclas asfálticas que presentan una macrotextura positiva provocando una rodadura muy ruidosa. Por lo tanto, los microaglomerados de granulometría discontinua presentan una mayor capacidad de absorción de agua, una mayor flexibilidad y resistencia a la fisuración y a los efectos abrasivos del tránsito, y, debido a su macrotextura negativa disminuyen sensiblemente el ruido de rodadura y absorben mejor los ruidos mecánicos de los vehículos^[8].

La Comisión Permanente del Asfalto de la Argentina^[4], incluye el control de vacíos de aire como requisito de la unidad terminada para este tipo de mezclas. Según la normativa argentina, el porcentaje de vacíos del F10, después de la construcción y antes de entrar en servicio, debe ser menor al 8%. Dicho límite se debe a que niveles mayores a este número dan lugar a mezclas muy permeables al aire y agua, lo que resulta en oxidación prematura, desprendimiento y desintegración. Además, contenidos de vacíos superiores al 8% hacen que la mezcla se compacte rápidamente bajo la circulación del tránsito y en forma localizada en la huella de circulación, generando deformaciones y problemas de seguridad y falta de confort para los usuarios.

6.1 Agregados pétreos

Los áridos utilizados en la mezcla fueron suministrados por las siguientes canteras:

Arena de trituración (0-3 mm):	(Azul, PBA)
Piedra triturada (6-12 mm):	(Olavarría)
Relleno Mineral (Filler):	(Sierras Bayas)

En general las partículas presentan no menos de tres facetas planas debidas al proceso de trituración. De acuerdo a los ensayos originales las características del material eran las siguientes:

Peso específico (g/m ³):	2.70
Desgaste de los Ángeles (gradación "C"); %:	<25
Partículas chatas y alargadas, %:	14.8
Ensayo de adherencia (ASTM D3625), %:	>98
Impurezas, %:	<0,5
Equivalente Arena, %:	>75
Índice de adherencia (Riedel y Weber)	>5

6.2 Ligante Bituminoso

El ligante utilizado fue un asfalto modificado con polímeros del tipo SBS y respondió a las especificaciones de la norma IRAM 6596 grado AM3. Sus principales características fueron:

Penetración a 25° (100g-5seg):	71
Punto de ablandamiento (AyE), °C:	94
Recuperación Elástica Torsional a 25° C, %:	91
Viscosidad a 135°C, cPoise:	2600
Viscosidad a 150°C, cPoise:	970
Viscosidad a 170°C, cPoise:	380
Viscosidad a 190°C, cPoise:	190

6.3 Fórmula de obra

La dosificación utilizada fue la siguiente:

Agregado Pétreo triturado (6-12):	69.4%
Arena de trituración (0-3):	19.9%
Filler Calcáreo:	5.5%
Asfalto modificado:	5.2%

La curva granulométrica elegida cumplimentó la correspondiente norma española para ese tipo de mezclas F10 al momento de su diseño, presentando los siguientes valores:

Pasa tamiz ¾":	100
Pasa tamiz ½":	100
Pasa tamiz 3/8":	74.4
Pasa tamiz ¼":	37.5
Pasa tamiz n°4:	30.1
Pasa tamiz n°8:	37.2
Pasa tamiz n°30:	16.6
Pasa tamiz n°50:	13.6
Pasa tamiz n°100:	10.7
Pasa tamiz n°200:	8.0

Con la dosificación propuesta se moldearon en el laboratorio de obra probetas compactadas con 50 golpes por cara. Los ensayos sobre estas probetas arrojaron los siguientes valores promedio:

Densidad Aparente (g/cm ³):	2.395
Densidad Máxima Rice (g/cm ³):	2.497
Contenido de asfalto, %:	5.2
Estabilidad Marshall, Kg:	1247
Fluencia, mm:	4.6
Resistencia Conservada (NLT 162), %:	88

Previo al inicio de las obras se ejecutaron varios tramos de prueba para verificar tanto el funcionamiento de la planta como del equipo de colocación y los resultados de la compactación de la mezclas. Dichos tramos de prueba se ejecutaron sobre banquetas en los mismos tramos a repavimentar.

6.4 Elaboración de la mezcla asfáltica

Los controles de temperatura realizados por personal de laboratorio de Autopistas del Oeste en cada uno de los camiones salidos de la planta, indicaron que las mismas oscilaron entre 170 y 190°C.

Con respecto a las temperaturas de colocación, los registros efectuados en el momento del extendido nunca fueron menores a los 150-155°C.

7. PAQUETE ESTRUCTURAL

El pavimento de los tramos II y III del Acceso Oeste, donde se realizaron los estudios, está compuesto por un paquete estructural que posee cuatro capas principales:

- Subbase: constituida por material fino de suelo tipo A4, en un espesor de 20 cm.(existente)
- Base inferior: constituida por una losa de hormigón antiguo con un espesor de 22 cm.(existente)
- Base superior: constituida por 8 cm de espesor de una mezcla asfáltica CAC S19, que en el paquete estructural original estaba compuesta por asfalto convencional tipo CA30 y que en la actualidad y a través de sucesivas repavimentaciones está siendo sustituida por una mezcla similar pero con ligante asfáltico modificado del tipo AM3.(1° Intervención)
- Capa de rodamiento: 3 cm de espesor de Microalglomerado asfáltico en caliente de tamaño máximo 10 mm (MAC F10), elaborado con asfalto modificado.(2° Intervención y objeto de este estudio).

8. TRÁNSITO

Debido a que algunos de los parámetros a analizar se ven afectados en mayor medida por el tránsito pasante, más que por el tiempo transcurrido desde su colocación, se determinaron las sollicitaciones que recibió la estructura en función de los ejes equivalentes pasantes a lo largo del período de análisis. Se analizan en este trabajo dos sectores de la autopista con tránsitos y configuraciones de carriles diferentes. El tramo II (secciones de control 3 y 4) con una configuración de 3+3 y un TMDA (año 2000) de 46314 vehículos y el tramo III (secciones de control 1 y 2) con una configuración de 2+2 y un TMDA (año 2000) de 21380 vehículos. Para el cálculo de la evolución de los ejes equivalentes se utilizaron los tránsitos reales en dichas secciones, que muestran para el periodo de análisis a una tasa constante de crecimiento compuesto cercana al 3,9 %.

8.1 Distribución por categorías de camiones, distribución por carril y factores de carga

Se utilizaron las distribuciones correspondientes a cada tramo y los factores de carga por camión determinados para la Autopista del Oeste en función de los espectros de carga reales de la autopista, determinados mediante balanzas de tipo WIM^[7].

8.2 Cálculo de ejes equivalentes

Con los datos mencionados en los apartados anteriores y utilizando como base el método AASHTO se determinaron los ejes equivalentes acumulados (en ejes simples ruedas duales de 8,2 ton) para cada tramo y para cada carril de las secciones de estudio, y para cada año correspondiente al período de análisis del pavimento. En las tablas 1 y 2 y Figuras 1 y 2, se presentan las evoluciones acumuladas de ejes equivalentes para

cada tramo, sección y carril de estudio, desde su habilitación (2000) y hasta la última campaña de seguimiento procesada a la fecha (2013):

Tabla 1. Ejes equivalentes tramo III

Tramo III	SC1	SC2
	carril 1	carril 2
2000	445,893	2,047,642
2013	7,644,588	35,105,700

Tabla 2. Ejes equivalentes tramo II

Tramo II	SC4	SC3
	carril 1	carril 3
2000	399,306	1,154,099
2013	17,519,274	72,010,691

Figura 1. Ejes equivalentes tramo III



Figura 2. Ejes equivalentes tramo II



9. PERÍODO DE ANÁLISIS

El análisis del comportamiento en servicio del F10 utilizado en el Acceso Oeste para este trabajo, abarca un período de 14 años, desde el año 2000 hasta el año 2013. Los resultados de cada ensayo fueron ordenados y clasificados en función de la cantidad y calidad disponible. En el caso de la recuperación elástica, se tiene sólo un valor en la mayoría de los años ya que la cantidad de asfalto recuperado de las probetas no es suficiente para realizar más de un ensayo de viscosidad y recuperación elástica. En los parámetros de macrotextura y por-

centaje de vacíos, se cuenta con una gran cantidad de valores, ya que el círculo de arena se realiza in situ diversas veces y el porcentaje de vacíos se obtiene para cada probeta extraída.

10. EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS

En el presente trabajo, se considerarán un número reducido de parámetros característicos de la mezcla asfáltica F10. Mediante el análisis de estos parámetros, se realizará una descripción del comportamiento en servicio de la mezcla asfáltica utilizada en el Acceso Oeste, dentro del marco de una obra de repavimentación.

A continuación, se enumeran los tres parámetros a considerar y sus respectivos ensayos:

10.1 - Macrotextura: método del círculo de arena según la norma NLT-335/87.

10.2 - Porcentaje de vacíos: según la fórmula $(1 - d/dt) \times 100$, donde d es la densidad del testigo y dt es la densidad Rice de la mezcla original.

10.3 - Recuperación elástica a 25°C: en de laboratorio siguiendo la norma NLT- 329/91.

11. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO EN SERVICIO

Debido a los esfuerzos introducidos por las cargas del tránsito y bajo las condiciones climáticas de la zona, el F10 evoluciona en el tiempo. Dicha evolución depende de diversos factores que afectan en forma significativa el comportamiento del paquete estructural y/o de la mezcla en sí; a saber: materiales, tránsito, clima, método constructivo, mantenimiento, etc..

Las solicitaciones del tránsito son uno de los principales factores para analizar el comportamiento de la mezcla asfáltica y el daño experimentado por la calzada debido a la circulación de vehículos. Sin embargo, la caracterización de las solicitaciones producidas por el tránsito no es simple. Dicha caracterización se ve afectada por la variabilidad y periodicidad de los vehículos, las interacciones vehículo-calzada y velocidades de circulación. Por lo tanto, se estimó el número de pasadas de ejes estándares equivalentes de 8,2 toneladas acumuladas desde la apertura al tránsito de la mezcla y hasta cada año de análisis.

Otro factor importante en el análisis del comportamiento del F10, son las condiciones medioambientales. Dentro de ellas, la temperatura, es uno de los agentes ambientales que influyen de manera directa en su comportamiento. La temperatura modifica la rigidez de la mezcla, debido a las características del ligante asfáltico. Este efecto se aprecia en mayor grado en la capa de rodadura, y por lo tanto, afecta de forma directa la durabilidad del pavimento.

Por otro lado, se debe tener en cuenta la periodicidad y los niveles de precipitaciones. La capa de rodamiento debe estar diseñada de manera adecuada para evacuar el agua y que no sea retenida en la calzada.

Para analizar el comportamiento en servicio, se estudiaron diversos parámetros característicos del F10. En el presente trabajo, se presenta el análisis de la macrotextura y el porcentaje de vacíos de la mezcla, así como el de la recuperación elástica del cemento asfáltico modificado que constituye la mezcla.

Para los tres parámetros se representa la evolución a través de los años y también en función de la cantidad acumulada de ejes equivalentes.

El análisis abarca un período de 14 años, por lo que hay que tener en cuenta que la extracción de testigos, las mediciones y los ensayos no fueron realizados siempre por el mismo operador, ni se efectuaron exactamente en el mismo punto del tramo, introduciendo ello algún margen adicional de error, aunque sin invalidar el análisis general efectuado.

11.1 Macrotextura

La macrotextura es un factor que influye de manera significativa en la adherencia entre el neumático y la calzada, en la emisión de ruido de la interfaz rueda-calzada y en la evacuación del agua en la zona de contacto con el neumático. La resistencia al deslizamiento, dependiente de varios de estos factores, es uno de los aspectos que más influye en la seguridad del usuario en relación con la capa de rodadura.

Las mayores macrotexturas se obtienen mediante la utilización de mezclas del tipo discontinua, dentro de las cuales se encuentra el F10 en cuestión. Éste tipo de mezcla generalmente presenta valores superiores a 1 mm en el ensayo del círculo de arena, llegando a obtener valores superiores a 1,5 mm.

En las Especificaciones Técnicas de la obra en estudio, se exigía que el círculo de arena presente un valor mínimo de 1,1 mm antes de entrar en servicio.

En las Figuras 3 y 4 se puede observar que en los cuatro carriles en estudio se cumplió con el requisito mínimo exigido en el pliego, registrándose valores mayores al requerido.

En el análisis de los cuatro carriles en estudio, el comportamiento de la macrotextura en los carriles rápidos (SC1 y SC4) resulta muy similar, presentando una caída inicial brusca seguida de una tendencia sin demasiada variación.

Los carriles lentos (SC2 y SC3) exhiben un comportamiento más diferenciado. En ambos tramos se registra una caída más abrupta con respecto a los carriles rápidos, pero el carril lento del tramo II (SC4) presenta una tendencia marcadamente

descendente. El valor final que registra el carril lento de dicho tramo es del rango de la mitad del registrado por el carril lento del tramo III (SC3), que supera el 1,0 mm, aunque debe notarse que su sollicitación medida en número de ejes equivalentes ha sido del orden del doble. El comportamiento correspondido entre los tipos de carriles, demuestra que la macrotextura es un parámetro que se ve íntimamente afectado por las sollicitaciones del tránsito. Se puede afirmar que el F10 proporciona una macrotextura elevada, consiguiendo una elevada resistencia al deslizamiento para altas velocidades y/o tiempo lluvioso, ya que esta permite una rápida evacuación superficial del agua, impidiendo la formación de una película continua en la superficie. Además, se logra mejorar la visibilidad con pavimento mojado, eliminar o reducir los fenómenos de reflexión de la luz, que tienen lugar en los pavimentos lisos mojados, y mejorar la percepción de las marcas viales.

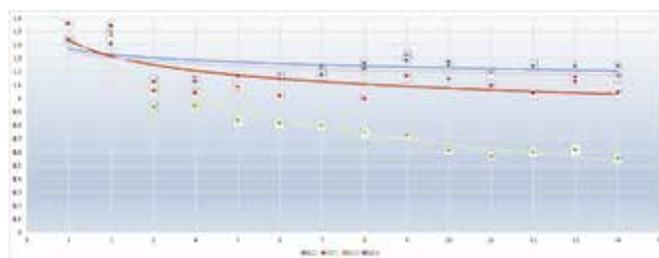


Figura 3. Macrotextura vs tiempo

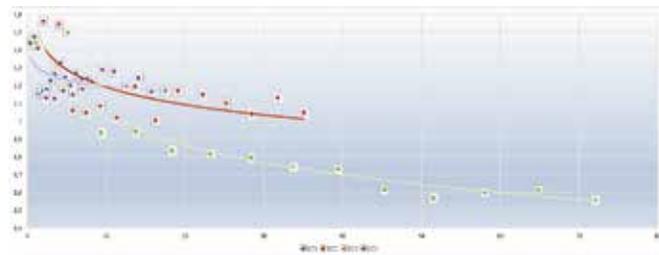


Figura 4. Macrotextura vs EEq

12.2 Porcentaje de vacíos

La reducción de volumen de aire en una mezcla produce un incremento de la densidad, la cual está íntimamente vinculada con la durabilidad de la mezcla, la resistencia a fatiga, la resistencia a deformaciones permanentes, al envejecimiento y al desprendimiento. En las Especificaciones Técnicas de esta obra se incluyó lo exigido por la normativa argentina, donde para este tipo de mezclas se requiere que los vacíos de los testigos extraídos de obra, antes de que la autopista entre en servicio, registren valores del orden del 8%.

En las Figuras 5 y 6 se puede observar que el valor inicial del porcentaje de vacíos se mantuvo en el rango del 8%. El comportamiento en los cuatro carriles en estudio presenta una constante disminución a lo largo del tiempo, generando un cambio en la macrotextura y provocando un leve ahuellamiento, que transcurridos 14 años se encuentra por debajo de los 4 mm.

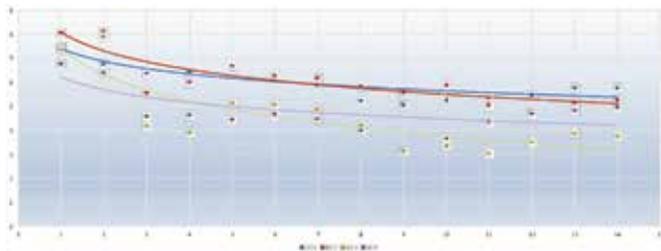


Figura 5. % vacíos vs tiempo

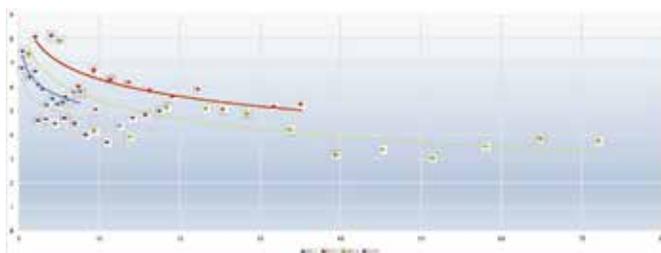


Figura 6. % vacíos vs EEq

Al igual que en la macrotextura, la caída inicial debido al amasado de los vehículos es más marcada en los carriles lentos. Sin embargo, los cuatro carriles en estudio presentan un comportamiento descendente en correspondencia con las sollicitaciones del tránsito. En este caso, los porcentajes de vacíos finales registrados para los carriles del tramo II son menores que los del tramo III, pero superan a los valores generalmente observados para las mezclas convencionales. Los vacíos finales de la mezcla se encuentran en todos los casos por encima del 3% en los cuatro carriles analizados, por lo que se asegura un comportamiento en servicio satisfactorio del F10 para las condiciones correspondientes de la autopista. En los tramos II y III se observa una buena estabilidad y durabilidad del F10, sin registrar envejecimiento acelerado, desprendimientos ni ahuellamientos significativos luego de 14 años de servicio.

11.3 Recuperación elástica

Los factores externos a los que es expuesto el asfalto durante su vida de servicio originan la pérdida progresiva de sus propiedades. Esto se traduce en fallas y reducción de la durabilidad de las carreteras. Sin embargo, los asfaltos modificados tienen un mejor comportamiento en este sentido, retardando la aparición de ciertas fallas y disminuyendo los costos por mantenimiento.

De todas maneras, el ligante asfáltico, aún modificado, va sufriendo un proceso de envejecimiento a lo largo del tiempo que genera un endurecimiento del ligante y una disminución en su capacidad de relajación. Debido a esto, se reduce la resistencia a la fisuración de la mezcla asfáltica con el tiempo. El envejecimiento se asocia primariamente con la pérdida de los componentes volátiles y la oxidación del asfalto. La oxidación consiste en el cambio de la estructura molecular del cemento asfáltico, manifestándose principalmente como endurecimiento, variación del comportamiento viscoelástico, fisuración y agrietamiento.

La recuperación elástica es la capacidad de un ligante modificado de volver a su posición inicial luego de que se retira la carga que provoca cierta deformación, demostrando así su grado de elasticidad. El cemento asfáltico modificado con polímero SBS tiene un mejor comportamiento que los asfaltos convencionales, que no presentan recuperación elástica significativa.

En las Especificaciones Técnicas de esta obra, se exige que la recuperación elástica del ligante original debe ser superior a 70%. Como se puede observar en las Figuras 7 y 8, la recuperación elástica del asfalto utilizado, AM3 con polímero SBS, registró un valor de 80%, superando el límite establecido.

Se puede apreciar que el comportamiento es similar en los cuatro carriles en estudio, sin evidenciar diferencias significativas respecto a la tendencia descendente entre los carriles rápidos y los lentos. La capa de rodamiento compuesta por el F10 está expuesta a los factores externos, por lo que se presenta una tendencia descendente que demuestra la pérdida del efecto del polímero a lo largo de los años. Luego de 14 años, se registran valores finales del rango de 15 y 20% para los cuatro carriles, ya sean rápidos o lentos. Esto demuestra que, en el caso de la recuperación elástica, dicho parámetro se ve afectado por las condiciones externas que afectan al asfalto a lo largo de los años, y no en forma mayormente significativa por el efecto del número de pasadas de ejes.

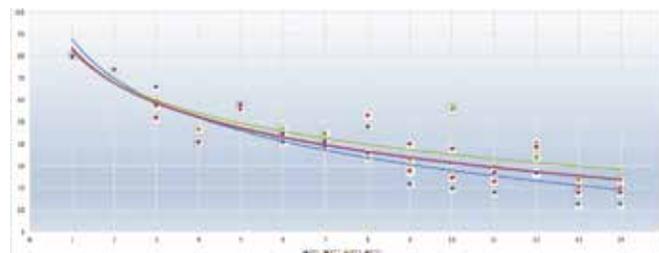


Figura 7. Recuperación. Elástica vs tiempo

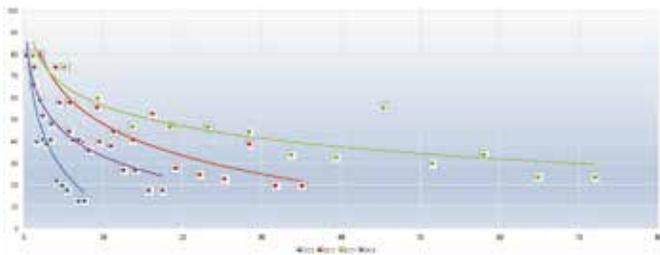


Figura 8. Recuperación. Elástica vs EEq

12. CONCLUSIONES

En Argentina, hay un constante aumento de las solicitaciones de tránsito en las carreteras, las cuales someten con mayor intensidad a los materiales empleados en la construcción del pavimento. Debido al incremento del volumen de tránsito y sus cargas, y a la necesidad de reducir al mínimo los trabajos de mantenimiento y reconstrucción, el uso de microaglomerados en caliente discontinuos con asfaltos modificados con polímeros, desempeñan un papel cada vez más sustancial en la selección del tipo de mezcla asfáltica para la capa de rodamiento. El aumento de la cantidad y peso de los vehículos, las mayores cargas por eje, los superiores estándares de seguridad y la demanda de mayor comodidad en las autopistas, requieren mejorar el comportamiento de las mezclas asfálticas en dichas vías. Por esta razón, se optó en esta obra por una carpeta de pequeño espesor constituida por un F10, mediante el cual se logra conseguir un pavimento más duradero, seguro, cómodo y rentable.

El objetivo del diseño de un pavimento es evitar fallas, proveyendo buena durabilidad, seguridad y transitabilidad, pero teniendo en cuenta el diseño costo-efectivo. El costo de la construcción de pavimentos con F10 se ve encarecido tanto por el uso de asfaltos modificados con polímeros, como por la utilización de áridos de elevada calidad y granulometría discontinua. Sin embargo, las características de este tipo de mezcla, entre las que se destacan las mejoras en las condiciones de seguridad, una mayor sensación de confort y una mayor resistencia al envejecimiento, sugieren su utilización en pavimentos con altas solicitaciones. De esta manera, el mayor costo inicial se ve justificado, ya que en este tipo de carreteras, los beneficios aumentan en relación a los costos. La utilización del F10 como capa de pequeño espesor en la carpeta asfáltica, no conlleva cambios significativos en los procesos de elaboración, transporte, colocación y compactación de la mezcla asfáltica. Los materiales constituyentes de este tipo de mezcla y los equipos necesarios para llevar a cabo los procesos, se adaptan sin inconvenientes a la oferta brindada en la Argentina. Luego de 14 años de servicio de los tramos II y III del Acceso Oeste, se puede concluir que el pavimento presenta un buen estado y una buena condición de serviciabilidad. El comportamiento en servicio del F10 fue bueno, ya que logró cumplir y mantener a lo largo de los años los requisitos funcionales de

una autopista, demostrando un mejor comportamiento que una mezcla asfáltica convencional. Los valores obtenidos, tanto para la macrotextura, el porcentaje de vacíos y para la recuperación elástica del asfalto, se enmarcan en lo exigido por la normativa argentina y las Especificaciones Técnicas. A modo de resumen podemos comentar lo siguiente:

12.1 Macrotextura

Presentó un comportamiento con una disminución inicial, que con la circulación de los vehículos se diferenció para carriles de tránsito liviano y pesado. En los carriles rápidos, se obtiene una alta macrotextura final, con valores del rango de 1,1 mm, que tiende a mantenerse en el tiempo. En los carriles lentos, se denota una disminución de la macrotextura, pero con valores que superan siempre los característicos de una mezcla convencional.

12.2 Porcentaje de vacíos

Presentó un comportamiento descendente en ambos tipos de carril, luego de una disminución inicial. Para los carriles rápidos, se registraron valores finales del orden del 5%; mientras que para los carriles lentos, los valores son del rango del 3,5%. En ambos casos, el porcentaje de vacíos es superior a los que demostraría una mezcla convencional luego de 14 años de servicio.

12.3 Recuperación elástica

Presentó un comportamiento marcadamente descendente, de características similares en ambos tipos de carril. El descenso de los valores demuestra la pérdida del efecto del polímero, la cual es una evolución esperada con el paso del tiempo. Sin embargo, la recuperación elástica es una característica beneficiosa de los asfaltos modificados que no presentan los convencionales.

12.4 Ahuellamiento

El mismo registró un rango de valores que ronda los 4 mm en los carriles de tránsito pesado luego de 14 años de servicio, exponiendo una importante diferencia con el límite superior exigido para autopistas (12 mm). Dadas dichas condiciones, se deduce que la MAC F10 empleada en los tramos II y III del Acceso Oeste demostró un muy buen comportamiento a largo plazo, cumpliendo con las características de seguridad, confort y transitabilidad que se requieren para las capas de rodamiento de las autopistas.

13. BIBLIOGRAFÍA

- [1] DNV. "Normas de ensayo", Argentina, Enero 1993.
- [2] MOSP, "Pliego de especificaciones técnicas para la red de accesos a la ciudad de Buenos Aires", Anteproyecto técnico definitivo, Buenos Aires, 1993.
- [3] GCO.S.A., "Pliego de especificaciones particulares obra repavimentación Acceso Oeste" Buenos Aires, 1999.
- [4] Comisión Permanente del Asfalto, "Pliego de Especificaciones técnicas generales para mezclas asfálticas en caliente de bajo espesor para carpetas de rodamiento", Buenos Aires, 2010.
- [5] Torchioi, R., Agnusdei, J., Jair, M.; "Utilización de mezclas asfálticas especiales en la Autopista del Oeste", XI CILA, Lima 2001.
- [6] Torchioi, R., Ebrecht, R., Bolzan, P., Devoto, M., Balige, M., Bisio, A., "Mezclas asfálticas especiales en Autopista del Oeste Gestión de Calidad", XXXIII Reunión del asfalto, Mendoza 2004.
- [7] Bavdaz, G., Campana, J. M., Torchioi, R., Saade, J.L., "Análisis espectral de cargas en la Autopista del Oeste", XXXIV Reunión del asfalto, Mar del Plata, 2006.
- [8] Torchioi, R. "Comportamiento acústico de carpetas de rodamiento en las calzadas de Acceso Oeste", XIV CAVyT, Buenos Aires, 2005.



**CAMARA ARGENTINA
DE CONSULTORAS
DE INGENIERIA**

50 AÑOS

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

Señalar
señalización vial



FABRICANTE
Certificado
de Señalización Vial



LÁMINAS
REFLECTIVAS
con sello
IRAM



expo >>
2016 vial
Argentina
STAND 32

SEÑALIZACIÓN VIAL

Carteles - Señales - Ménsulas - Pórticos
Columnas de Alumbrado - Estructuras Metálicas

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

senalar.com.ar

INGENIERIA VIAL Y DE TRANSPORTE



Diagonal 74 N° 483 - (B1902DMS) La Plata - ARGENTINA
Teléfonos: 54 221 424 5176 - Fax: 54 221 483 8028
E-Mail: info@gagotonin.com.ar - www.gagotonin.com.ar

- Estudios y Proyectos de Obras.
- Dirección Técnica, Supervisión, Inspección y Auditorías de Obras.
- Gestión de la Conservación en Redes Terciarias de Caminos de Tierra.



Asociación Argentina
de Carreteras

¡SUMATE A NUESTRA COMUNIDAD Y SEGUINOS EN TODAS LAS REDES!



www.aacarreteras.org.ar

IMPORTANCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS DE LOS AGREGADOS PÉTREOS PARA SU USO EN PAVIMENTACIÓN VIAL. EJEMPLO CON BASALTOS DE LA REGIÓN SERRANA CENTRAL DE ARGENTINA

AUTORES: Hugo Daniel BIANCHETTO, Cecilia SOENGAS, Eduardo Oscar BIANCHETTO, Mauricio BERMAN

1. RESUMEN

Cuando se realizan los pedidos de áridos para mezclas asfálticas a las canteras de rocas, es común que se indique en la nota de solicitud su denominación por tamaños máximo y mínimo y, eventualmente, algunas características físico-mecánicas, como Desgaste Los Ángeles e Índice de Lajas en los agregados gruesos y Equivalente de Arena en los agregados finos. Su naturaleza geológica se da por sobreentendida según la región en la cual se localice la obra, limitándose su denominación comercial al constituyente principal de la roca de origen: “granito”, “cuarcita”, “basalto”, etc.

Sin embargo, las propiedades mineralógicas de agregados de un mismo “tipo genérico” pueden variar drásticamente entre canteras de una misma región, incluso para las ubicadas geográficamente próximas entre sí, influyendo de manera notoria en las propiedades que interesan para la conformación de mezclas asfálticas para pavimentación.

En este trabajo se presentan los resultados y los corolarios de experiencias realizadas sobre áridos basálticos de la región serrana central de Argentina, de distinta procedencia pero empleados en una misma obra vial. El estudio comparativo se efectuó de modo tal de eliminar algunas variables que pueden atribuirse a los procesos de trituración, para lo cual se decidió “igualar” granulometrías, índice de lajas y limpieza de las distintas muestras, para dejar en evidencia las diferencias debidas a su origen y estado, en particular, las resistencias mecánicas a las cargas y a la abrasión y la adherencia con el ligante. El análisis se basó en exámenes petrográficos de los agregados y en ensayos funcionales sobre mezclas asfálticas, una densa convencional y otra “patrón” del Método Universal de Caracterización de Ligantes (UCL).

Los resultados obtenidos ofrecen claras evidencias de los disímiles comportamientos que muestran los agregados evaluados y, consecuentemente, la influencia que ejerce el origen geológico aún en materiales de una misma clasificación genérica.

PALABRAS CLAVE: áridos basálticos, caracterización de agregados, estudio petrográfico, propiedades mineralógicas, ensayos funcionales en mezclas asfálticas

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En general, los estudios que se efectúan sobre agregados pétreos a emplear en mezclas asfálticas para pavimentación están destinados a caracterizar a esos agregados y tratar de definir su grado de aptitud para formar parte de los aglomerados bituminosos. Se hace referencia a la clasificación genérica de los áridos, a ciertos parámetros físicos y volumétricos de interés vial y, eventualmente, a la influencia de los procesos de trituración y acopio en las condiciones finales del material. Sin embargo, rara vez se toma en cuenta una circunstancia habitual en nuestras obras camineras: la provisión de áridos suele efectuarse de distintas fuentes de abastecimiento, incluso para un mismo trecho o sección del proyecto. Y la experiencia adquirida en obras camineras del país ha permitido observar y evaluar los comportamientos diferenciados de mezclas elaboradas con un mismo tipo de asfalto pero con áridos de distintas canteras y yacimientos.

Para las obras viales existe bibliografía específica tendente a caracterizar a los materiales de naturaleza rocosa pero sin ahondar en la problemática planteada, pues en general se ha tratado de determinar la aptitud de los áridos de las explotaciones, para ser empleados en mezclas bituminosas, con ensayos normalizados por organismos viales que ponderan ciertas propiedades específicas según criterios cuantitativos o cualitativos de “pasa - no pasa”, sin profundizar en otras cualidades determinantes para el futuro desempeño en servicio de las capas asfálticas.

Un reciente trabajo colombiano ^[1] justifica las razones que motivaron estos estudios: analizando áridos pétreos para hormigones de cemento portland provenientes de dos canteras diferentes, concluye que un factor determinante de la variación de las propiedades físicas de las muestras es su petrografía de origen, que afecta su composición y por consiguiente sus características.

Ya en el ámbito de la Tecnología de los Materiales Asfálticos, Ishai y Gellber ^[2] demostraron cómo las propiedades composicionales de los agregados, obtenidas en ensayos sobre muestras de concretos asfálticos, se relacionaban estadísticamente con el ahuellamiento en las mezclas.

Beltrán ^[3], empleando técnicas petrográficas para el análisis de mezclas asfálticas, estableció la relación entre la mineralogía de los agregados y los parámetros de las mezclas, identificando problemas asociados con la presencia de partículas planas o alargadas orientadas dentro del aglomerado bituminoso, presencia de estructuras laminares que pudiesen afectar la durabilidad y estabilidad de las mezclas, deficiencias en la adherencia asfalto-agregado originados por la presencia de materiales de origen aluvial y micro-fisuración de agregados (areniscas arcillosas, liditas y Shales), que manifiestan zonas de debilidad. Este es uno de los casos típicos donde los análisis petrográficos resultan de utilidad para complementar la evaluación de concretos asfálticos.

Finalmente, cabe mencionar una investigación de Agamalian et al. ^[4] en la cual utilizaron la difracción de Rayos X para la determinación de esfuerzos residuales, micro deformaciones y propiedades micro estructurales, a partir del espaciamiento inter laminar de los cristales que componen los agregados.

Este trabajo, eslabón inicial de un proyecto de investigación más abarcativo que involucra a agregados de diversos orígenes y propiedades, persigue los siguientes objetivos:

- Estudiar comparativamente, desde un enfoque que incluya tanto conceptos geológico-mineralógicos como tecnológico-funcionales, desde el punto de vista de la pavimentación asfáltica, áridos pétreos de una misma tipología genérica provenientes de canteras o regiones próximas, a fin de diferenciar su comportamiento en mezclas bituminosas.
- Materializar una propuesta de caracterización de áridos para uso en pavimentos asfálticos que contemple no sólo los parámetros inherentes a la Tecnología Vial sino también sus características petrográficas.
- Instalar en la industria caminera la necesidad de evaluar de un modo más amplio las propiedades de los áridos pétreos, para optimizar los recursos económicos y técnicos y poder lograr carreteras más eficientes.

2. LOS ÁRIDOS BASÁLTICOS DE LA REGIÓN MEDITERRÁNEA DE ARGENTINA (CÓRDOBA Y SAN LUIS)

Las rocas basálticas son de origen volcánico y, por lo tanto, pertenecen al grupo de las rocas ígneas, las cuales se forman por el enfriamiento y la solidificación de materia rocosa fundida, es decir, el magma. Las rocas originadas por el enfriamiento rápido del magma, en superficie o cerca de ella, responden al subgrupo de volcánicas o extrusivas; su solidificación posterior fue muy rápida, dando como resultado la formación de minerales con grano fino. Los agregados basálticos son, en general, altamente resistentes a la compresión, porosos y resistentes a la abrasión ^[5].

Los basaltos son de color oscuro, de composición máfica (rica en silicatos de magnesio y hierro y bajo contenido de sílice)

y suelen tener una textura porfídica, con fenocristales de olivina, augita, plagioclasa y una matriz cristalina fina. Existen rocas similares y a menudo emparentadas con los basaltos, como la diabasa, el gabro y la andesita. En la Tabla 1, transcrita de un ya clásico trabajo de Le Maitre ^[6], se muestra un ejemplo de una composición química de basaltos expresada en porcentaje de masa de óxidos.

Tabla 1. Ejemplo de composición química de un basalto

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
49,97	1,87	15,99	3,85	7,24	0,20	6,84	9,62	2,96	1,12	0,35

En la región serrana mediterránea existen diversas manifestaciones de rocas de tipo genérico “basáltico”. Sfragulla y Bonalumi ^[7] reconocen en la provincia de Córdoba la presencia, desde el punto de vista geológico y comercial, de una zona explotable para trituración en los alrededores de Los Cóndores (basaltos alcalinos) y Chaján (nefelinitas olivínicas). También en Córdoba, casi en el límite con la provincia de San Luis, existen afloramientos en el cerro de La Madera. Según Llambías y Brogioni ^[8], esta región está caracterizada por un primer pulso compuesto por rocas alcalinas subsaturadas a extremadamente saturadas en sílice y un segundo pulso constituido por rocas saturadas en sílice, de composición intermedia, de naturaleza calcoalcalina a alcalina y que muestran un ligero enriquecimiento en álcalis.

En San Luis, se encuentran basaltos cretácicos en sierras de Las Quijadas y Las Cabras; un trabajo de la Universidad Nacional de San Luis ^[9] presenta resultados de la petrografía y geoquímica de los mismos, indicando manifestaciones basálticas de dos tipos, representadas por coladas y diques. Las coladas fueron descritas en el sector nororiental del anticlinal, en un paisaje de suaves lomadas. Los diques han sido encontrados en el flanco occidental del anticlinal, sector norte de la mencionada sierra. Los basaltos provenientes de una u otra tipología presentan texturas y cristales diferentes, que influyen sus propiedades (en particular, para su utilización en obras de pavimentos) aunque en ambos casos se clasifican como basaltos alcalinos y están relacionados con los basaltos de intraplaca. También se reportan afloramientos en el centro-este de la provincia, zona del cerro La Garrapata, cercano geográficamente a las canteras cordobesas antes mencionadas.

3. ANÁLISIS MINERALÓGICO DE LOS AGREGADOS PÉTREOS ESTUDIADOS EN ESTA INVESTIGACIÓN

Se dispuso de muestras de dos explotaciones próximas entre sí, situadas en cercanías de la frontera entre San Luis y Córdoba, en una zona geográfica con explotación comercial de basaltos para la construcción.

Obedeciendo al objetivo de efectuar un estudio comparativo de las canteras y resguardando la confidencialidad de rigor, debido a que pueden involucrarse intereses comerciales, se ha decidido preservar las fuentes de provisión de los áridos y denominarlas simplemente como Canteras "1" y "2" (C1 y C2), obviando incluso su localización exacta. En ambos casos se analizaron sendas muestras (Muestra "1", M1; Muestra "2", M2) correspondientes a diferentes zonas de cada cuerpo en explotación, entre las que, a simple vista, se aprecian diferencias; se realizaron cortes delgados y posteriormente los pertinentes análisis. Se dispone así de cuatro especímenes: dos de la Cantera "1" (C1M1 y C1M2) y dos de la Cantera "2" (C2M1 y C2M2).

3.1 Cantera "1"

3.1.1 Muestra "1" (C1M1)

Este material se describe, a muestra de mano, como una pasta homogénea con vesículas rellenas y fenocristales de olivina con tamaño máximo de 1,5 mm que se presentan poco fracturados.

Al microscopio se denota que es mayormente estable, presentando solo alteración a idingsita (mezcla de minerales de arcilla y óxidos de hierro formada por descomposición de olivina) en los márgenes de las olivinas por oxidación, según se aprecia en Figura 1. La pasta está compuesta por micro cristales tabulares y alargados de piroxeno, sin una aparente orientación preferencial, entre los cuales se hacen lugar cristales de nefelina (tectosilicato de aluminio y sodio, de color gris o rojizo, con buena fractura, que se presenta como masas o como cristales hexagonales) con desarrollo subhedral (es decir, con algunas trazas de forma cristalina) y en cuyos intersticios presenta pequeños minerales opacos de forma sub-circular, posiblemente óxidos de hierro (magnetita). Se destaca la presencia de vesículas rellenas con una cristalización concéntrica de piroxenos euhedrales (con forma cristalina desarrollada) de tipo augita (aluminosilicato de hierro, calcio y magnesio, con otros iones metálicos como posibles impurezas, que suele tener color negro) en los márgenes externos e, internamente, con presencia de cristales anhedrales (sin formas cristalinas) de feldespatoideos de tipo nefelina; ver Figura 2. Se deduce, tras observar su carácter alcalino, que se trata de una "foidita" (roca volcánica con volumen modal superior al 60% de feldespatoideos).

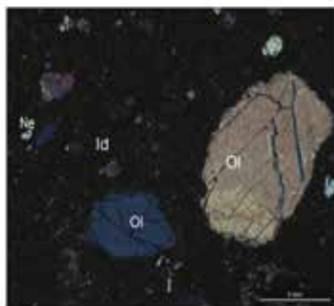


Figura 1. Fenocristales de olivina (Ol) en pasta de piroxenos con cristales de nefelina (Ne) y márgenes alterados a idingsita (Id)

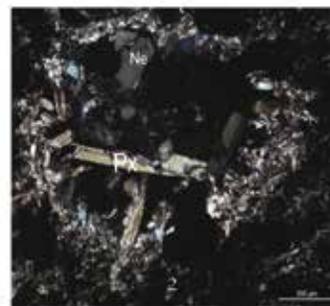


Figura 2. Vesícula recrystalizada concéntricamente con cristales de piroxenos (Px) tipo augita y presencia de Ne

Tras el análisis mineralógico se concluye que se trata de una roca poco alterada, con escasa o nula presencia de arcillas, que ostenta cualidades que le confieren estabilidad química. También posee gran consolidación, ya que las vesículas que presenta se encuentran recrystalizadas, reforzando así esta debilidad estructural. Y al no estar orientados los cristales que conforman la pasta, se dificulta la fractura por foliación.

3.1.2 Muestra "2" (C1M2)

En esta roca se manifiesta un estado avanzado de meteorización, por lo que es complicado determinar la mineralogía con exactitud. De todos modos, se pueden distinguir fenocristales de olivina que al microscopio se ven fuertemente degradados y fracturados, como se ve en Figura 3. A partir de dichas fracturas se prolonga la alteración, principalmente por óxidos de hierro.

La pasta está compuesta por micro cristales tabulares de piroxeno entre los cuales se observan cristales muy alterados de lo que pueden ser feldespatoideos. Ambos minerales se presentan parcialmente teñidos por los óxidos presentes en los intersticios de los mismos. Se observan vesículas, las cuales están rellenas de cristales dispuestos de forma concéntrica, encontrándose estos poco alterados en relación a la pasta.

Cabe destacar la presencia de una venilla de cuarzo, que presenta una extinción ondulosa, indicando un esfuerzo posterior a su formación; Figura 4. Esta venilla se prolonga de forma continua e incluye parches compuestos por la misma pasta bien definidos; también se observan numerosas fracturas transversales a la misma, no muy prolongadas más allá de sus márgenes.

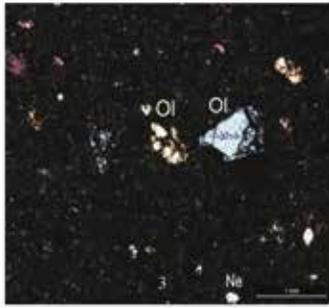


Figura 3. Cristales de olivina con múltiples fracturas rellenas

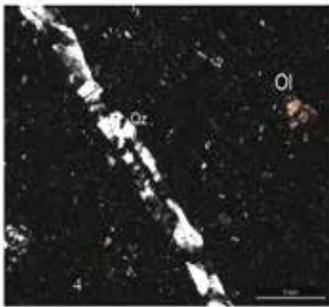


Figura 4. Venilla de cuarzo (Qz) onduloso con micro fracturas y parches de pasta

Luego de estas observaciones, se infiere que la muestra también se trata de una foidita, pero con un elevado índice de alteración química.

El análisis microscópico de la roca permite concluir que se trata de una muestra con poca estabilidad química, de un elevado estado de alteración, con abundante presencia de minerales arcillosos y óxidos sobre los componentes de la pasta que provocan que la misma sea más friable y más susceptible al ataque de los elementos, disminuyendo así su resistencia potencial a largo plazo.

Con respecto a su consolidación, cabe destacar que las vesículas no juegan un papel tan importante en este caso, pero sí lo hacen la venilla de cuarzo y las fracturas transversales asociadas, que actúan como un plano de debilidad estructural haciendo que la roca sufra fracturación preferencial en esa zona, evidenciada por la ondulación que presenta el cuarzo, resultado de un esfuerzo posterior a su formación.

3.2 Cantera "2"

3.2.1 Muestra "1" (C2M1)

De la observación a muestra de mano, llama la atención la presencia de enclaves con un tamaño máximo de 1,5 cm, acompañados de fenocristales de olivina que llegan a medir 3 mm de largo, inmersos en una pasta micro cristalina de color gris oscura.

Al microscopio es posible determinar que se trata de una pasta de tamaño muy fino compuesta por micro cristales de piroxeno y feldespatoides, estos últimos de nefelina, que se encuentran también como micro fenocristales. Además se distinguen microfenos de olivina con desarrollo seriado y cuyos bordes se encuentran alterados a idingsita por oxidación.

Con respecto al enclave, en el margen de interacción con la pasta no se evidencia reacción sino más bien una mezcla gradual, comenzando con cristales muy pequeños de nefelina entre los piroxenos de la pasta y aumentando el tamaño de grano hacia el centro del enclave, llegando a encontrarse con un desarrollo euhedral y hábito hexagonal. Junto a la nefelina se encuentran cristales de piroxeno y olivina euhedrales, estos últimos hexagonales, muy poco fracturados y solo en algunos casos con bordes alterados a idingsita, indicando gran estabilidad durante su formación. Entre estos cristales bien desarrollados existen espacios ocupados por ceolitas, del tipo Thomsonita y Natrolita, pero que se encuentran cristalizadas de forma anhedral y no relleno cavidades. Las Figura 5 y 6 ilustran los comentarios vertidos.

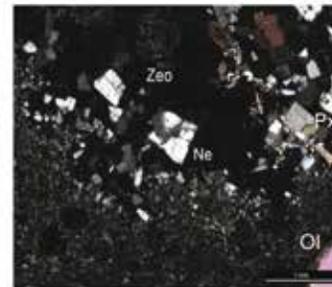


Figura 5. Interacción entre la pasta y el enclave

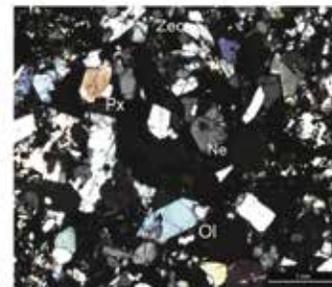


Figura 6. Variedad de Ceolitas (Zeo) junto a cristal euhedral de olivina y nefelina

Por último, cabe destacar la presencia de una base oxidada que ocupa los intersticios entre los cristales, y parte dentro de los cristales poco desarrollados o esqueletales. Esta base se ve interrumpida por fracturas que solo se propagan por la misma, no atraviesan los cristales y se encuentran rellenas de minerales opacos (óxidos de hierro). Debido a la presencia de los feldespatoides alcalinos se pudo concluir que se trata de una foidita.

Luego de las observaciones se deduce que se trata de una roca bastante consolidada; el tamaño de grano tan pequeño le confiere mayor energía interna y no presenta fracturas ni otros elementos importantes que la perjudiquen. Con respecto a la estabilidad, se aprecia que la muestra no exhibe alteraciones significativas y por lo tanto posee una estabilidad química importante. Cabe destacar que la presencia de óxidos y ceolitas en el enclave no es beneficiosa, ya que se trata de minerales inestables, pero debido a su baja proporción no tendrían, a priori, demasiada significancia.

3.2.2 Muestra "2" (C2M2)

A muestra de mano no es posible determinar la mineralogía, por lo cual se pasó directamente al microscopio, donde se observa que gran parte del volumen de la roca está compuesto por una pasta criptocristalina, grisácea con parches más claros que son evidencia de un flujo caótico. Se advierten gran cantidad de opacos de tamaño muy pequeño, desperdigados. También se observan micro cristales de olivina, pero la misma se encuentra muy fracturada y con sus márgenes reabsorbidos, lo que indica que sufrió una gran inestabilidad en su formación; además, es destacable la presencia de cristales esqueletales, que al parecer pertenecen a piroxenos, cuyo núcleo está ocupado por pasta y solo observables sus caras. Las Figuras 7 y 8 esclarecen, al menos en parte, lo antedicho.

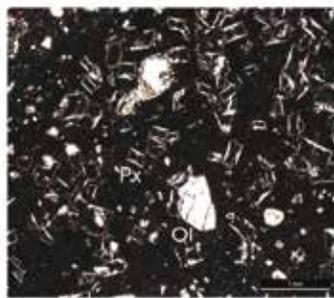


Figura 7. Imagen sin analizador, fenocristales de olivina fracturada y cristales esqueletales de piroxeno disueltos y ocupados por pasta

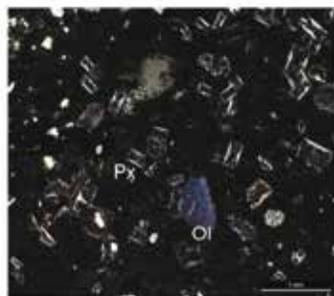


Figura 8. Imagen con analizador

Tras observar el estado de las olivinas y los piroxenos, más el flujo de la pasta, es posible inferir que esta roca es producto de una contaminación o mezcla magmática, lo que pudo originar la desestabilización y reabsorción de los minerales. Con respecto a la consolidación, tras observar las evidencias de

flujo caótico por la mezcla y la poca estabilidad de sus minerales, así como también el escaso desarrollo de los cristales, se infiere que no tendrá un comportamiento muy favorable con respecto al desgaste mecánico.

3.3 Comentarios acerca del análisis mineralógico

Después de analizar las rocas, se refuerza el concepto que dentro de una misma cantera es posible encontrar claras diferencias en cuanto a sus características, en particular las que interesan desde el punto de vista de su empleo como material granular de mezclas asfálticas.

En las muestras de la Cantera "1" (C1M1 y C1M2), aunque ambas fueron extraídas del mismo cuerpo volcánico se aprecian diferencias importantes, no necesariamente en su composición mineralógica pero sí en el estado en que estos minerales se encuentran, debido a su disímil grado de alteración. Y en la Cantera "2", en la segunda muestra (C2M2) la contaminación de magmas no favoreció a la estabilidad de la roca, pudiendo resultar perjudicial su uso en pavimentación. La existencia, dentro de una misma explotación, de zonas donde las rocas poseen características dispares, implica que los agregados tendrán comportamientos claramente diferenciados. Si no se desechan las franjas defectuosas de la cantera, el producto final resultará heterogéneo y su calidad se verá afectada.

Como se verá a continuación, las muestras que se utilizaron para la ejecución de los ensayos viales, tomadas de los acopios comerciales, pertenecen a los sectores de roca "sana" de las dos canteras (C1M1 y C2M1), lo cual corrobora que las franjas con materiales meteorizados fueron convenientemente desechadas. Circunscribiendo entonces el análisis a estos materiales se tiene, en ambos casos, que las rocas están poco alteradas y bastante consolidadas, pudiendo además caracterizarse como químicamente estables. Como diferencias más apreciables, en la C1M1 aparecen algunas vesículas, pero las mismas están recristalizadas, minimizándose así una posible debilidad estructural; en tanto que en la C2M1 se destaca el tamaño de grano muy fino, que provee elevada energía interna, y la ausencia de fracturas y otros elementos perjudiciales, a excepción de una moderada proporción de óxidos y ceolitas. El desarrollo experimental efectuado, orientado a ensayos viales de pavimentación asfáltica, pretende determinar en qué medida las diferencias halladas en el análisis petrográfico inciden sobre el comportamiento de las mezclas bituminosas.

4 DESARROLLO EXPERIMENTAL DE ENSAYOS VIALES

4.1 Materiales utilizados

Para la elaboración de las mezclas que se consideraron en este trabajo, una densa de granulometría continua y una "patrón" contemplada por el método UCL, se utilizó un asfalto convencional CA-30 de fabricación nacional y áridos triturados de origen basáltico de las dos canteras de la región serrana del centro

de Argentina designadas aquí como Cantera "1" y Cantera "2". Las características más relevantes de interés vial de estos materiales se exponen en las Tablas 2 y 3, destacándose la dureza y los elevados pesos específicos de los áridos pétreos.

Tabla 2. Características originales de los agregados pétreos

Agregados pétreos			Cantera 1	Cantera 2
Grueso	Pasante Tamiz 3/4"	[%]	100	98,5
	Pasante Tamiz 1/2"	[%]	58,2	35,5
	Pasante Tamiz 3/8"	[%]	35,9	22,1
	Pasante Tamiz N°4	[%]	0,9	1,8
	Peso Especifico Aparente sss	[g/cm ³]	3,028	2,996
	Absorción de agua	[%]	1,0	1,2
	Índice de Lajas general (3/4"-1/4")	[%]	35,6	32,5
	Índice de Lajas 3/4"-1/2"	[%]	38,6	33,2
	Desgaste Los Angeles	[%]	11	12
	Fino	Pasante Tamiz N°4	[%]	87,9
Pasante Tamiz N°8		[%]	50,9	63,4
Pasante Tamiz N°40		[%]	15,6	24,0
Pasante Tamiz N°100		[%]	8,9	15,8
Pasante Tamiz N°200		[%]	6,5	12,8
Peso Especifico Aparente		[g/cm ³]	2,912	2,920
Absorción de agua		[%]	2,1	2,2
Equivalente Arena		[%]	71	63

Tabla 3. Características del ligante asfáltico

Asfalto CA-30		
Punto de Ablandamiento (A y B)	[°C]	49,5
Viscosidad Brookfield a 60°C	[dPa.seg]	2800
Índice de Penetración		-0,8

4.2 Metodología de estudio empleada en este trabajo

4.2.1 Acondicionamiento de las muestras de áridos

En aras de llevar adelante la idea propuesta en este trabajo, se pensó en un procedimiento que permitiese comparar el desempeño de áridos basálticos de una misma región que, en principio, poseen ciertas características físicas similares pero cuyas historias geológicas y sus composiciones mineralógicas reconocen algunas diferencias que podrían ser determinantes en sus comportamientos como agregados pétreos de mezclas asfálticas para pavimentación.

Así, una vez caracterizados los materiales, se procedió a realizar un acondicionamiento de los agregados pétreos con el fin de descartar algunas variables que, de mantenerse, dificultarían la evaluación propuesta, porque dependen más de las particularidades de los procesos de extracción y trituración que de su naturaleza y composición, en especial la distribución de tamaños y la forma de las partículas obtenidas, pues (por ejemplo) los equipos de machaqueo más veloces y, en particular, la implementación de impactores, favorecen la producción de agregados equidimensionales o de mayor cubicidad [10]. Específicamente, se separaron por tamaños tanto los agregados finos como los gruesos, se lavaron los áridos gruesos y se efectuó una "igualación" de los índices de lajas, quitándose el excedente de las fracciones más lajosas; la mayor diferencia en este último parámetro se evidenció en la fracción de mayor tamaño (entre 3/4" y 1/2"), ver Tabla 2. Las muestras así dispuestas permiten

elaborar mezclas exactamente iguales en granulometría, con áridos que poseen la misma lajosidad en cada una de sus fracciones gruesas y con idéntico grado de limpieza.

4.2.2 Mezcla densa de granulometría continua

La granulometría adoptada, que se ilustra en la Figura 9, corresponde a una mezcla densa utilizada en un tramo de ruta relativamente cercano a ambas canteras. Los contenidos de ligante se ajustaron a las características de absorción de los agregados (en especial, los gruesos) a fin de obtener similares porcentajes de asfalto libre en la mezcla resultando, en peso de la mezcla, 5,0% en la mezcla de Cantera 1 y 5,1% en la de Cantera 2.

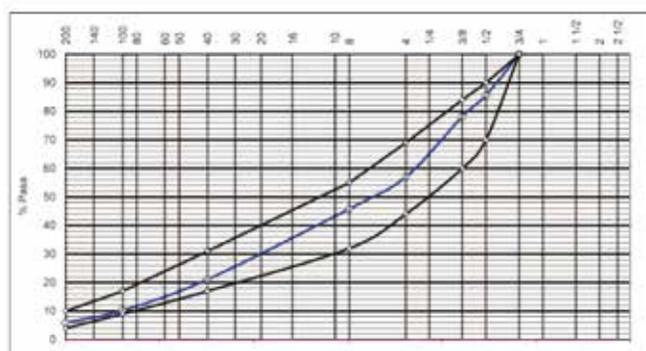


Figura 9. Granulometría de las mezclas

De los ensayos habituales para la evaluación de mezclas asfálticas, se utilizaron los que proveen los parámetros Marshall (standard y residual) y el módulo dinámico o resiliente. A fin de desechar algunas variables (graduación por tamaños, forma, limpieza) que complicarían la comparación de resultados, se procedió al acondicionamiento detallado en 4.2.1. Estímase que, de tal manera, las diferencias que se encuentren se deberán mayoritariamente a las particularidades geológicas (estado de la roca, composición mineralógica, tamaño de granos, planos cristalográficos, etc.).

4.2.3 Mezcla patrón "UCL"

En este PID se propone, además de analizar a los áridos en estudio de un modo convencional según los cánones de la ingeniería vial, caracterizar a estos materiales de un modo más amplio usufructuando una metodología alternativa de investigación: el Método Universal de Caracterización de Ligantes (UCL), adaptado para ponderar la influencia que los áridos de distinto origen ejercen en mezclas fabricadas con un mismo ligante, particularmente en cuanto a la cohesión del conjunto y a la adherencia árido-ligante.

El método fue desarrollado en la Universidad Politécnica de Cataluña por Pérez Jiménez y Miró Recasens^[11, 12]. Basado en la aplicación del ensayo Cántabro, es un procedimiento directo y sencillo que evalúa las propiedades funcionales del ligante a partir de la determinación del grado de cohesión que proporciona a una mezcla patrón y de la observación de cómo esta cualidad varía con la temperatura, la acción del agua y el envejecimiento; es una tecnología de fácil ejecución y que ofrece una novedosa herramienta para clasificar y cotejar los distintos asfaltos que podrían utilizarse en una determinada obra de pavimentación, pues permite diferenciar el comportamiento de ligantes, incluso aquellos que poseen propiedades similares según la caracterización tradicional.

Como ya se apuntó, es factible aprovechar sus postulados para evaluar la interacción del ligante con los otros materiales componentes^[13]; por ende, manteniendo invariable el asfalto y modificando los áridos intervinientes en la mezcla patrón, resulta posible analizar de qué manera la composición y la historia geológica de los agregados pétreos pueden influir en algunas de las características deseables de las mezclas asfálticas. En este trabajo el procedimiento se materializa, entonces, a partir de mezclas patrón, de iguales granulometrías (de fracción “fina”, pues se emplean áridos pasantes del tamiz N°4) y porcentajes de ligante.

4.2.4 Adherencia árido - ligante

Se efectuó adicionalmente el ensayo de adherencia árido grueso - ligante (AASHTO 182 modificado), estacionando en agua a 54,5°C (temperatura que representa al Punto de Ablandamiento del asfalto más 5°C) las mezclas compuestas según lo previsto en el método (árido grueso 3/8" - 1/4"; 5,5% de asfalto).

4.3 Resultados obtenidos

Para las determinaciones de Estabilidad Marshall Residual se procuró alcanzar en las probetas densidades cercanas a un 97% respecto de las densidades Marshall standard, compactándolas a 30 golpes por cara. Los Módulos Dinámicos se ejecutaron sobre probetas Marshall ensayadas diametralmente, a una temperatura de 25°C y una frecuencia de 5 Hz. La granulometría UCL se compuso con un 80% de áridos entre los tamices N°4 y N°8 y un 20% entre los tamices N°8 y N°30, moldeándose probetas Marshall con 4,5% de asfalto siguiendo los postulados del método.

En las Tablas 4, 5 y 6 se consignan los resultados obtenidos.

Tabla 4. Resultados de los ensayos Marshall

	D. Rice	Ensayo Marshall			Estabilidad Marshall residual				
		D. Ap.	Vacios	Estabilidad	Dens.	D/D.Ap.	E ₁₀	E ₁₀₀	Eresidual
	g/cm ³	g/cm ³	%	kg	g/cm ³	%	kg	kg	%
Cantera 1	2,728	2,643	3,1	1393	2,562	96,9	993	865	87,1
Cantera 2	2,732	2,656	2,8	1252	2,586	97,4	954	818	85,7

Tabla 5. Resultados de los ensayos de módulo dinámico

	D. Rice	D. Ap.	Vacios	Módulo Dinámico
	g/cm ³	g/cm ³	%	MPa
Cantera 1	2,728	2,646	3,0	3856
Cantera 2	2,732	2,657	2,8	3929

Tabla 6. Resultados de los ensayos UCL

	Vacios promedio	Pérdidas en seco	Pérdidas tras inmersión
	%	%	%
Cantera 1	25,2	18,0	23,5
Cantera 2	23,4	20,8	27,7

Los menores porcentajes de vacíos, tanto en las probetas Marshall como en las UCL de las mezclas con áridos de la Cantera “2” (C2M1), se podrían atribuir a divergencias de forma en los áridos finos, que no son cuantificables por los ensayos viales habituales y, por ende, tampoco son “iguales”.

Se verifican mayores estabilidades Marshall (standard y residual) y menores pérdidas en ensayos Cántabro (en seco y tras inmersión) en las probetas fabricadas con agregados de la Cantera “1” (C1M1). Aunque las diferencias respecto de lo registrado en los especímenes elaborados con los agregados de la Cantera “2” podrían considerarse, en principio, pequeñas y poco relevantes, las menores densificaciones de las probetas con áridos de Cantera “1” hacen que las desigualdades se acentúen, invitando a conjeturar que estos agregados poseen propiedades ligeramente superiores para su uso en mezclas bituminosas. Los resultados de los módulos dinámicos pueden considerarse como equivalentes. En el ensayo de adherencia árido grueso-ligante, a las 18 horas de inmersión (tiempo máximo previsto en la norma) no se observó desprendimiento de asfalto en las muestras, hecho indicador de una buena adhesividad. Con fines comparativos, se prolongó el ensayo a 40 horas de inmersión, pudiendo distinguirse así un comportamiento diferencial moderado: la muestra con árido de la Cantera “1” (derecha en la fotografía de la Figura 10) presentó menos desmenuamiento, volviéndose a manifestar una mejor respuesta en este agregado.



Figura 10. Adherencia árido-Ligante (AASHTO 182 modificado) tras 40 horas de inmersión

5. CONCLUSIONES

En concordancia con los objetivos planteados, se detallan a continuación los principales corolarios derivados de este trabajo:

- Se estudiaron, desde un enfoque petrográfico y también desde una perspectiva vial, áridos pétreos procedentes de dos explotaciones localizadas en la región serrana del centro de la Argentina, en proximidades de la frontera entre las provincias de San Luis y Córdoba.
- Se han encontrado algunas variaciones de composición y de estado mineralógico entre las rocas “sanas” de las canteras; en particular, la muestra C1M1 (de la Cantera “1”) es la más consolidada e inalterada; en tanto que la C2M1 (de la Cantera “2”) presenta, si bien desperdigados y en pequeña proporción, minerales inestables (óxidos y ceolitas) que podrían afectar ciertas características de interés vial, aunque por otra parte su tamaño de grano fino le conferiría mayor energía interna. Debido a que pudo disponerse de varias muestras rocosas de las explotaciones, también fue posible discriminar sectores de rocas con un cierto grado de alteración en ambos casos, hecho habitual en cualquier cantera comercial.
- Encauzando el análisis a las muestras disponibles de agregados triturados, procedentes de sectores sanos de los frentes de explotación, si bien las particularidades encontradas no derivaron en contrastes notables de comportamiento entre las mezclas elaboradas con los áridos de cada una de las canteras, ciertas diferencias evidenciadas no pasan desapercibidas. En especial, la mejor respuesta de los agregados de la Cantera “1” en los ensayos en los cuales la mezcla se encuentra sometida a la acción conjunta de agua y temperatura (Marshall residual, Cántabro tras inmersión, adherencia árido grueso-ligante).
- Es imperioso que se instale en la industria caminera la práctica de evaluar de un modo crítico las fuentes de provisión de los agregados pétreos, los cuales constituyen usualmente cerca del 95% en peso de los materiales a emplear y un porcentual importante del costo total. Las visitas a las canteras para observar sus frentes de extracción, tipo y estado de las trituradoras, metodología de acopio y de carga y autocontroles de producción, complementadas con un muestreo y un análisis tecnológico geológico-vial apropiados, constituyen herramientas objetivas que ayudan a desechar proveedores que posean agregados de calidad inadecuada o bien, como ocurre en la casuística aquí presentada con las muestras C1M1 y C2M1, a elegir la mejor de las opciones entre dos o más materiales aptos disponibles. De tal modo, se optimizarán los recursos económicos y técnicos y se podrán lograr carreteras más durables, seguras y confortables.

6. REFERENCIAS

- [1] Ferreira Cuellar, D.; Torres López, K. “Caracterización física de agregados pétreos para concretos. Caso: Vista Hermosa (Mosquera) y Mina CEMEX (Apulo)”. Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería. Bogotá, 2014.
- [2] Ishai, I.; Gelber, H. “Effect of Geometric Irregularity of Aggregates on the Properties and Behavior of Asphalt Concrete”. *Association of Asphalt Paving Technologists* 51, 1982.
- [3] Beltrán, G. “Técnicas de microscopía y petrografía para caracterizar materiales de carreteras”. *The 2011 Pan-Am CGS Geotechnical Conference*. Toronto, Canadá, 2011.
- [4] Agamalian, M.; Iolin, H.; Kaiser, C.; Rehm, S. “A new dynamical diffraction-based technique of residual stress measurements in thin films”. *Applied Physics A, Materials Science & Processing*. Volume 74, Issue 1 Supplement. ISSN: 0947-8396 (print version) ISSN: 1432-0630 (electronic version), 2002.
- [5] Ferreira Cuellar, D.; Torres López, K. “Caracterización física de agregados pétreos para concretos. Caso: Vista Hermosa (Mosquera) y Mina Cemex (Apulo)”. Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Bogotá D.C., 2014.
- [6] Le Maitre, R. W. “The Chemical Variability of Some Common Igneous Rocks”. *Journal of Petrology*, 17, pp. 589-637, 1976.
- [7] Sfragulla, J.; Bonalumi, A. “Los áridos de trituración en Córdoba: un panorama actualizado”. *Primer Congreso Argentino de Áridos*. Mar del Plata, 2008.
- [8] Llabrás, E. y Brogioni, N. “Magmatismo Mesozoico y Cenozoico”. *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Luis, Relatorio VIII Congreso Geológico Argentino*, 101-115, 1981
- [9] Martínez, A.; Rivarola, D.; Strasser, E.; Giambiagi, L. “Petrografía y geoquímica preliminar de los basaltos cretácicos de la sierra de Las Quijadas y cerrillada de Las Cabras, provincia de San Luis, Argentina”. *Serie Correlación Geológica*. vol. 28 no.1, on-line ISSN 1666-9479, Tucumán, 2012.
- [10] Correa, M.; Botasso, G.; Soengas, C.; Rebollo, O; García Eiler, M. “Primeras observaciones que relacionan la tecnología de trituración y los tipos litológicos de algunas canteras productoras de áridos en las sierras septentrionales, Provincia de Buenos Aires”. *XXXVI Reunión del Asfalto*, Buenos Aires, 2010.
- [11] Pérez Jiménez, F.; Miró Recasens, R. “Characterization procedure of asphalt binders with the Cántabro test. UCL Method”. *5th Eurobitume Congress*. Estocolmo, 1993.
- [12] Pérez Jiménez, F.; Miró Recasens, R. “Características mecánicas de ligantes asfálticos. Método UCL”. *Revista Rutas*, Madrid, Nº 48, pp. 7-14, 1995.
- [13] Bianchetto, H. “Criterios de diseño de mezclas bituminosas para pavimentos tendientes a optimizar su resistencia al envejecimiento. Influencia del tipo de ligante y del relleno mineral”. *Tesis Doctoral*. ETSECCP - Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2005.



CÁMARA ARGENTINA
DE LA CONSTRUCCIÓN

Pensar EL FUTURO



Revista Construcciones

SEGUIMIENTO A LA HUELLA DE CARBONO MEDIANTE LA EMISIÓN DE CO₂, EMPLEANDO RAP EN MÉXICO

AUTORES: Carlos Humberto FONSECA RODRÍGUEZ, Rodolfo VILLALOBOS DÁVILA

1. RESUMEN

De la experiencia en México del uso de mezcla asfáltica manufacturada en varios tramos carreteros, empleando carpeta asfáltica en caliente reciclada empleando el 100% de material reciclado, (RAP, por sus siglas en inglés, Reclaimed Asphalt Pavement), y manufacturada a temperaturas bajas cumpliendo con el criterio de mezclas tibias, (Warm Mix), y adicionando un agente rejuvenecedor mediante la tecnología de espuma, (Foamed Asphalt), en este estudio se realiza un análisis de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O, en este proceso, comparado con los procesos convencionales empleados. Se cuenta con información de tramos carreteros en Cadereyta Nuevo León, Sayula, Veracruz y Amozoc, Puebla. Empleando una metodología para evaluar el ahorro de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O al ambiente y del ahorro económico en la construcción de pavimentos flexibles, se presentan resultados obtenidos con una nueva tecnología para manufacturar mezcla asfáltica densa en caliente. Con lo anterior se pretende mostrar la bondad que tiene el concepto de reusar los materiales extraídos de los pavimentos asfálticos, después de los procesos físicos naturales que envejecen los cementos asfálticos. Con ello se desea alentar a los responsables de la administración de carreteras en México, para que involucren en los términos de referencia de los procesos de nuevas construcción y en rehabilitación de pavimentos existentes en México.

PALABRAS CLAVES: Medición de CO₂, CH₄ y N₂O. RAP (Reclaimed Asphalt Pavement). Manufactura de Mezcla Asfáltica con RAP en México.

1. INTRODUCCIÓN

Muchas de las actividades que el ser humano realiza le imponen al medio ambiente una agresión importante. La industria energética, el transporte, el comercio, la parte residencial, la industria agropecuaria-forestal, la industria manufacturera y la industria de la construcción, todas emiten al medio ambiente desechos sólidos, líquidos y gases, contaminando los elementos de la naturaleza como el suelo, agua y aire. Es importante decir que también, preocupados o consciente de la realidad mundial actual, participan en programas importantes de mitigación y cuidado de estos efectos.

Por la parte de la industria de la construcción, un sector importante en el desarrollo económico y competitividad de un país o de una zona geográfica del planeta, es el desarrollo de la infraestructura de los modos de transporte existentes. En el ámbito terrestre, a través de las carreteras se mueven una

importante cantidad de viajes que generan las personas y las mercancías producto de sus actividades económicas.

La construcción de carreteras conlleva a una serie de actividades que impone una carga para el medio ambiente bastante grande, ya que ellas requieren de uso de maquinaria pesada, de la remoción del manto verde, de movimientos de terracerías, de transformación de materiales proveniente de recursos naturales, etc., y todas estas actividades requieren de un alto consumo de energía, imponiendo al medio ambiente una alta carga de Gases de Efecto Invernadero, GEI, y agresión a los hábitat de fauna y flora (Bióticos) de los ecosistemas existentes. Por otro lado, los procesos de construcción y conservación de carreteras generan una fuerte cantidad de desperdicios que no es posible hoy en día, depositar en sitios controlados y evitar un impacto al medio ambiente, regularmente a los suelos, agua y aire (Abióticos). Otros tipos de impacto que estos procesos generan son en la parte social, económica y cultural (Humanos), y de todos los tipos de impactos, el objetivo que debe primar es mitigar los que tengan un contexto negativo y potenciar aquéllos que son positivos.

Apuntando a la construcción de pavimentos, ambos tipos flexibles y rígidos, las actividades necesarias para su construcción también imponen carga ambiental y es por ello que es de suma importancia recurrir a tecnologías que mitiguen este impacto, como puede ser el reciclar o reusar materiales que han cumplido, en su ciclo de vida, con el servicio eficiente que prestan a los usuarios de las carreteras. En el caso de pavimentos flexibles o asfálticos, todas aquellas capas compuestas con agregado pétreo y cemento asfálticos, son un reservorio de materia prima para nuevos pavimentos, y de ellos se obtiene el producto conocido como RAP (por sus siglas en inglés Reclaimed Asphalt Pavement), cuyo uso presenta un ahorro importante en la emisión de contaminantes como GEI, Dióxido de Carbono, CO₂, Metano, CH₄ y Óxido Nitroso, N₂O. ^[1]

2. ANTECEDENTES

En México en la construcción de nuevos tramos de carreteras, se requiere tener por ley la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), la cual se basa en el Art. 28, fracciones I y VII de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y Artículo 5° Incisos B y O, fracción I, de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), el cual fue publicado el 30 de mayo del 2000 en el Diario Oficial de la Federación, y aplica a la modificación o

construcción de carreteras federales, carreteras interestatales y aquellas similares que se realicen parcial o totalmente con fondos de la federación. ^[2].

La primera aportación bibliográfica en México y de mucha relevancia que trata las acciones implementadas en el país y en el extranjero, para el manejo o reducción de los efectos de GEI en el ámbito carretero, la realiza López Domínguez y Téllez Gutiérrez en 2013, ^[3]. En Dinamarca en el 2006 se emitieron un total de 52.5 millones de toneladas de CO₂ y el sector transporte contribuyó con 16.0 millones de toneladas, por lo que establecieron el proyecto Cooee para reducir la emisión, el cual consiste en reducir la resistencia al rodamiento en los procesos de conservación de pavimentos, obteniéndose una reducción en el consumo de energía. ^[4].

También existe el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el cual consiste en un organismo internacional que evalúa el cambio climático. Se estableció por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en 1988, y desde entonces provee al mundo de una visión científica clara sobre el estado del arte del cambio climático y sus posibles impactos ambientales y socio-económicos. Este organismo revisa y evalúa la información científica, técnica y socio-económica más reciente y relevante, desarrollada en todo el mundo para la conocer el cambio climático. ^[5].

La generación de información y la unificación de criterios para la evaluación de las emisiones de GEI, ha supuesto una inversión de recursos con la idea de establecer índices y homologar metodologías, en otras palabras, hablar un mismo idioma con la finalidad de mejorar la calidad de vida del planeta. Se han desarrollado documento con el objetivo de revisar y actualizar los coeficientes, o factores de emisión, que permiten convertir la energía final en energía primaria y en emisiones de CO₂. ^{[6], [7]}.

Los avances importantes en la última década han desarrollado tecnologías basadas en el uso de materiales que permiten en los pavimentos asfálticos bajar la viscosidad de los cementos asfálticos hasta en 30°C, de tal forma que su trabajabilidad a temperaturas de 110 a 130°C es muy buena, lo cual reduce la emisión de CO₂ y NO_x. Lo anterior ubica a estas aplicaciones en el concepto de mezclas asfálticas tibias, con las cuales, para una producción de 3.4 millones de toneladas de mezcla asfáltica al año, se reduciría la emisión de CO₂, entre 20 y 30 toneladas. ^[8].

El empleo del RAP en diferentes dotaciones para la elaboración de nuevas mezclas asfálticas ha llevado a una gran cantidad de estudios, desarrollo de nuevas metodologías, diseño de equipos de construcción para trabajar en frío o en caliente, empleo de materiales de diversas procedencias, etc., evolucionando de contenidos de RAP en sus inicios de hasta 15%, posteriormente hasta un 30%, un 50% y llegar hasta emplear

más del 80% de RAP en nuevas mezclas asfálticas. Este incremento de RAP conlleva a una disminución de emisión de GEI y depredación de cerro y montañas para acopio de materiales pétreos. El empleo de RAP va de acuerdo a la filosofía del Protocolo de Kioto, ya que contribuye a desarrollo sustentable de países con economías crecientes, con proyectos que aporten soluciones de disminución de GEI.

3. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Considerando las experiencias en México del uso de altas tasas de RAP, hasta el 100%, el objetivo de este escrito es presentar resultados del ahorro en emisiones de GEI al medio ambiente que esta nueva tecnología ofrece, mediante un análisis cuantitativo y comparativo de la producción de CO₂ con tecnologías convencionales, obtenido de un tramos carretero construido entre los Estados de Veracruz y Oaxaca, México.

4. METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL ESTUDIO REALIZADO

En el análisis realizado para evaluar la diferencia de emisión de GEI entre un proceso de construcción convencional, que consiste en construir una capa de carpeta asfáltica en un pavimento asfáltico con mezcla asfáltica manufacturada con material 100% nuevo; y el procesos de construir la misma carpeta asfáltica con una mezcla asfáltica manufacturada con 100% de RAP y rejuvenecedores elastoméricos, se empleó el modelo descrito por Peng, B. et al, 2015 ^[9], en el cual se le da pesos a cada una de las etapas de producción de la mezcla asfáltica y a cada una de las etapas de construcción de la capa del pavimento donde se empleará, empleando un procesos analítico jerárquico definido por Huang et al., en 2010, ^[10].

La metodología desarrollada establece un en un primer paso un sistema de estructura jerárquica, dividiendo el sistema en ocho etapas, ^[9], en las cuales se evalúa las emisiones de los GEI. Éstas son:

4.1 Acopio de Agregados Pétreos (Etapa 1)

El agregado pétreo se produce (trituración total o parcial), se transporta y se acopia por un cargador en el sitio específico en la planta de mezcla asfáltica. La principal fuente de energía consumida durante este proceso es el diesel.

4.2 Abastecimiento Agregados Pétreos (Etapa 2)

En el proceso de abastecimiento de agregado pétreo para la planta de mezcla asfáltica, éste se transfiere con un cargador frontal desde el acopio a las tolvas. La energía primaria consumida es el diesel del cargador. Por lo tanto, es necesario conocer el consumo de combustible y la capacidad de producción de la planta de mezcla asfáltica.

4.3 Calentamiento del Agregados Pétreos (Etapa 3)

Por lo general en la producción de una mezcla asfáltica en caliente, el agregado pétreo y el cemento asfáltico se mezclan a una alta temperatura, generalmente entre 160°C y 190°C.

El secado y calentamiento de los agregados se logra mediante el uso de un tambor de secado. Los principales consumos son energía mediante gasoleo, carbón natural o gas natural.

4.4 Calentamiento del Cemento Asfáltico (Etapa 4)

Para bombear el cemento asfáltico a la planta de fabricación de la mezcla asfáltica, se debe calentar en un tanque de almacenamiento para llegar a la temperatura correcta mientras se mantiene una viscosidad suficientemente baja. El calentamiento del cemento asfáltico se consigue principalmente a través de un fluido de calentamiento térmico, con temperatura de calentamiento generalmente entre 150 °C y 170 °C.

4.5 Manufactura de la Mezcla Asfáltica (Etapa 5)

La planta de mezcla asfáltica incluye los elevadores y transportadores de material pétreo, criba vibratoria, pesado de agregado y cemento asfáltico, mezclador y otros procesos. En estos procesos, la energía eléctrica es el mayor consumo. Por lo tanto, el parámetro principal en esta etapa es el consumo de energía eléctrica por unidad de tiempo correspondiente a la capacidad de producción.

4.6 Transporte de la Mezcla Asfáltica (Etapa 6)

La mezcla asfáltica manufacturada debe ser transportada desde el sitio de mezclado al sitio de pavimentación por el vehículo de transporte, los cuales implican el consumo de diesel. Por

lo tanto, en esta etapa, el consumo de combustible correspondiente es necesario conocerlo.

4.7 Extendido de Mezcla Asfáltica (Etapa 7)

El tipo de extendidora de mezcla asfáltica depende del ancho, el grosor, la pendiente transversal y la pendiente longitudinal de la capa a tenderse. Este tipo de maquinaria consume grandes cantidades de combustible. Por lo tanto, el consumo por unidad de tiempo y la capacidad de la extendidora es importante conocerla en esta etapa.

4.8 Compactación de Mezcla Asfáltica (Etapa 8)

Tender la mezcla asfáltica por capas es la forma más eficiente de lograr una capa final. En este proceso, el aceite diesel es la fuente de energía principal. Se requiere de los consumo de combustible de rodillos por unidad de tiempo y la capacidad de trabajo de la unidad de tiempo.

Todas las etapas de producción y construcción de mezcla de asfalto son parte de un proceso interrelacionado, son un sistema. Las producciones de cada una de las etapas, deben estar relacionadas con la capacidad de producción de la planta de mezcla asfáltica, lo cual sirve como punto de partida para investigar el consumo de energía a través de un método directo o indirecto. Con estos valores se evalúan las emisiones de GEI que genera la producción de la mezcla asfáltica. Ver Figura 1.

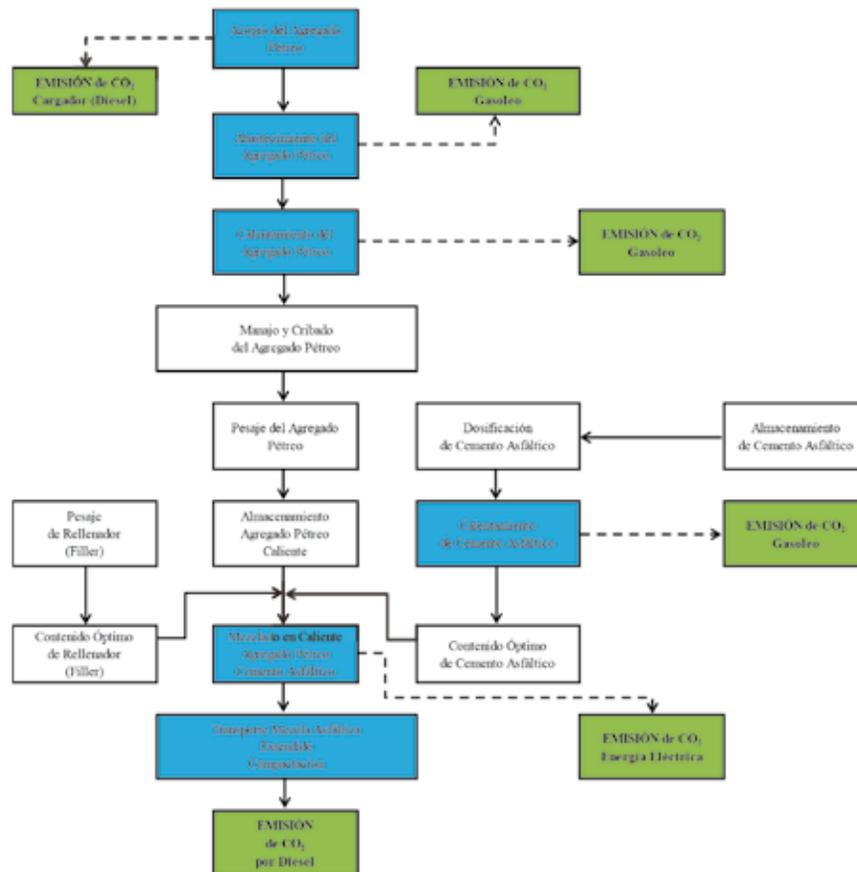


Figura 1. Etapas de producción de la mezcla asfáltica y etapas de construcción de una capa en el pavimento. [9]

Los consumos de energía en cada una de estas etapas son de diferentes tipos y cantidad, y la emisión de los GEI es función de ambos parámetros. En este estudio los factores de emisión en función de consumos de energía se obtuvieron de fuentes de información proporcionadas por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), de varios investigadores, de Greenpeace, etc., [4, 5, 6, 7, 9, 10, 11].

La Tabla 1 muestra los valores de factores de emisión de Dióxido de Carbono, Metano y Óxido Nitroso que como GEI se emiten de acuerdo a la fuente de energía empleada en cualquier proceso.

Tabla 1. Factores de emisión de GEI de acuerdo a la energía. [9]

Tipo de Energía		Carbón	Gasolina	Diesel	Cemento Asfáltico	Gas Natural
Valores de Factores de Emisión (mg/MJ)	CO ₂	94,600	77,400	74,100	80,700	56,100
	CH ₄	1	3	3	3	1
	N ₂ O	1.5	0.6	0.6	0.6	0.1

Y la equivalencia entre el CO₂ y los restantes GEI se pueden mostrar en la Tabla 2.

Tabla 2. Equivalencias en los GEI y el CO₂. [9]

Equivalencia de GEI con el CO ₂	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
	1	21	310

En la Tabla 3 se proporcionan valores de consumos de energía para cada uno de las etapas consideradas en el modelo.

Conociendo para cada etapa el tipo de energía a emplearse, el consumo factores de emisión, la emisión total por cada etapa y la suma de todas mediante la sumatoria expresada en la ecuación 1. [9].

$$G = \sum_i \sum_j \sum_k m_{ij} Q_j P_j G_{wpk}$$

Donde:

G = Emisión total de carbón.

m_{ij} = Tipo de energía j consumida en la etapa i.

Q_j = Unidad calorífica de la energía j.

P_j = Factor de emisión de la energía j.

G_{wpk} = Equivalencia de GEI a CO₂. Tabla 2.

Aplicando Peng, B. et al, 2015, este modelo en las diez autopistas en China, la energía que se consumió en ellas varió de acuerdo al tipo de energía en las ocho etapas. Para los procesos de calentamiento de cemento asfáltico, del agregado pétreo y de todo el proceso de producción de la mezcla asfáltica, se consideraron tres escenarios. Escenario A, el calentamiento del cemento asfáltico fue con carbón mineral y el del agregado pétreo gasóleo. Escenario B, el calentamiento del cemento asfáltico y del agregado pétreo se realizó con gasóleo. Escenario C, el calentamiento del cemento asfáltico y del agregado pétreo se realizó con gas natural. La Tabla 4 muestra las aportaciones de cada uno de las etapas en esta investigación, y en ella es posible observar que para los tres escenarios más del 92.0% de las emisiones de CO₂ se deben a tres de las etapas consideradas que son: calentamiento del agregado pétreo, calentamiento del cemento asfáltico y manufactura de la mezcla asfáltica.

Tabla 3. Consumos de energía en proyectos chinos. [9]

Expressway	Acopio de Agregados (diesel) (L/t)	Investigación de consumos de energía en la producción y construcción de mezclas asfálticas				Transporte (diesel) (L/km-t)	Manufactura de la Mezcla Asfáltica (Electricidad) (kWh/t)	Extendido de Mezcla Asfáltica (diesel) (L/t)	Compactación de Mezcla Asfáltica (diesel) (L/t)
		Calentamiento del Cemento Asfáltico	Abastecimiento Agregado (diesel) (L/t)	Calentamiento del Agregado Pétreo	Calentamiento del Agregado Pétreo				
Shaanxi Province A	0.149	64.502 (A) (kg/t)	0.086	7.614 (B) (kg/t)	0.03	2.33	0.133	0.267	
Yunnan Province B	0.158	68.423 (A) (kg/t)	0.122	6.680 (B) (kg/t)	0.06	5.36	0.257	0.407	
Gansu Province C	0.164	35.124 (B) (kg/t)	0.068	7.054 (B) (kg/t)	0.012	3.95	0.221	0.321	
Shaanxi Province D	0.177	34.928 (B) (kg/t)	0.128	7.084 (B) (kg/t)	0.009	2.83	0.21	0.287	
Shaanxi Province E	0.134	34.207 (B) (kg/t)	0.09	6.729 (B) (kg/t)	0.008	2.21	0.128	0.226	
Shaanxi Province F	0.145	34.961 (B) (kg/t)	0.08	7.301 (B) (kg/t)	0.008	2.5	0.136	0.221	
Shaanxi Province G	0.139	33.542 (C) (m3/t)	0.156	7.113 (C) (m3/t)	0.011	2.63	0.107	0.187	
Shaanxi Province H	0.166	34.525 (C) (m3/t)	0.112	7.359 (C) (m3/t)	0.013	3.15	0.144	0.337	
Shaanxi Province I	0.15	36.521 (C) (m3/t)	0.121	7.599 (C) (m3/t)	0.01	3	0.213	0.28	
Shaanxi Province J	0.162	32.530 (C) (m3/t)	0.112	8.135 (C) (m3/t)	0.01	2.81	0.19	0.3	

A Calentamiento del Cemento Asfáltico con Carbón
 B Calentamiento del Cemento Asfáltico con Crudo Pesado
 C Calentamiento del Cemento Asfáltico con Gas Natural

Tabla 4. Contribución de cada etapa en la emisión de CO₂.^[9]

ETAPA	Porcentajes de contribución en emisión de CO ₂ en cada etapa		
	A (%)	B (%)	C (%)
1. Acopio de Agregados Pétreos	1.14	1.23	1.63
2. Abastecimiento Agregados Pétreos	0.84	0.77	1.37
3. Calentamiento del Agregados Pétreos	65.62	68.29	65.37
4. Calentamiento del Cemento Asfáltico	15.24	14.93	13
5. Manufactura de la Mezcla Asfáltica	12.87	10.33	13.67
6. Transporte de la Mezcla Asfáltica	0.14	0.78	0.12
7. Extendido de Mezcla Asfáltica	1.52	1.46	1.8
8. Compactación de Mezcla Asfáltica	2.63	2.21	3.04
TOTAL	100	100	100
SUMA 3+4+5	93.73	93.55	92.04

A Calentamiento del Cemento Asfáltico con Carbón
 B Calentamiento del Cemento Asfáltico con Crudo Pesado
 C Calentamiento del Cemento Asfáltico con Gas Natural

5. PLAN DE TRABAJO

Recopilando todos los resultados de la investigación y desarrollo tecnológico que se ha generado en el Laboratorio de Materiales Asfálticos del Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, relacionada con el reúso de RAP en las mezclas asfálticas para pavimentos asfálticos, se puede de manera rápida describir los avances y de ellos se genera este programa de análisis de las experiencia de reciclado en caliente con altas tasas de RAP en mezclas asfálticas.

Extraer del RAP los componentes que lo integran, como es la granulometría del RAP, del agregado pétreo sin cemento asfáltico, el contenido y características mecánicas de cemento asfáltico envejecido, llevó a trabajos que Fonseca Rodríguez, et al,^[12], han llevado a cabo para contribuir al aprendizaje de este importante producto.

Con sustento en las metodologías existentes se desarrolló un protocolo de diseño de mezclas asfálticas considerando 60, 80, 100% de RAP en la dosificación de la misma. Se trabajó en el diseño de una planta que manufacturará la mezcla asfáltica con 100% de RAP, obteniéndose un equipo que elevara la temperatura del todo el RAP sin envejecer más el cemento asfáltico.^[13]

Estudiar diferentes tipos de rejuvenecedores con elastómeros y mejoradores de adherencia, propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica con altos contenidos de RAP, como vacíos en la mezcla asfáltica, vacíos en el agregado pétreo, densidades de la mezcla compacta, densidad máxima, etc., se puede apreciar en los trabajos de Del Castillo Castillo et al., 2013.^[14]

5.1 Tramos construidos en México

En este apartado se listan los tramos rehabilitados con mezclas asfálticas manufacturados con el 100% de RAP, rejuvenecedores con elastómeros y mejorador de adherencia, estos tramos son los siguientes:

- Carretera Federal Sayula Veracruz - Matías Romero Oaxaca a cargo de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, SCT. (CPCC Veracruz).
- Carretera Federal Sayula Veracruz - Tierra Blanca Veracruz a cargo de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, SCT. (CPCC Veracruz).
- Carretera Federal Zacatepec - Oriental Puebla a cargo de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, SCT.
- Carretera Federal Amozoc - Teziutlán Puebla a cargo de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, SCT.

Para el primer tramo Sayula - Matías Romero se presenta un estudio comparativo evaluando la emisión de CO₂ en esta aplicación y en una construcción tradicional. La Tabla 5 muestra los datos generales del proyecto y empleados en el análisis.

Tabla 5. Conceptos generales considerados en el análisis.

Datos Generales del Proyecto Sayula, Veracruz - Matías Romero, Oaxaca		
Conceptos Considerados	Cantidad	Unidad
Km 130+000 al 154+000	24	km
Ancho de corona	7	m
Espesor de la carpeta asfáltica	0.05	m
Contenido de cemento asfáltico en RAP	5.0	%
Contenido de cemento asfáltico en MA más RAP	6.2	%
% Rejuvenecedor adicionado	1.2	%
Volumen Carpeta Asfáltica Compacta	8,400	m ³
Factor de abudamiento	1.22	Adim.
Volumen Carpeta Asfáltica Suelta	10,248	m ³
Densidad de Carpeta Asfáltica Suelta	1,900	kg/m ³
Peso de la Carpeta Asfáltica Suelto	19,471,200	Kg
Peso de la Carpeta Asfáltica Suelto	19,471	Ton
Peso de Agregado Pétreo	18,264	Ton
Peso del Cemento Asfáltico	1,207	Ton
Despalme	3,653	Ton
Peso CA en el RAP	974	Ton
Peso Rejuvenecedor en RAP	234	Ton

6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Siguiendo la metodología que el modelo descrito por Peng, B. et al, 2015, y aplicándola con las adaptaciones a las condiciones mexicanas y de la zona de trabajo en el tramo Sayula - Matías Romero, el análisis consistió en evaluar las emisiones de CO₂ para las dos alternativas que se describen a continuación.

- Alternativa 1: Manufacturar la mezcla asfáltica con material pétreo nuevo, con cemento asfáltico nuevo, de acuerdo con un diseño convencional de la misma, y empleando los procedimientos constructivos convencionales.
- Alternativa 2: Manufacturar la mezcla asfáltica con material pétreo procedente del RAP obtenido del mismo tramo, con rejuvenecedor elastomérico con mejorador de adherencia, de acuerdo con un diseño adecuado para este producto, y empleando los procedimientos constructivos convencionales.

Adicional a la información proporcionada en las Tablas 1, 2 y 3,^[9] en el análisis se consideraron factores de emisión de procesos constructivos en carreteras adquiridos de lo publicado por Aguayo O., 2014^[8] y puede apreciarse en la Tabla 6 a continuación.

Tabla 6. Factores de emisión.^[8]

Concepto de Obra	Emisión Específica (Kg CO ₂ / Ton)
Movimiento de terracerías	4.4
Excavación en Roca y su disposición	1.9
Trituración de Rocas	2.7
Base y Subbase Granular Hidráulica	11.4
Mezcla Asfáltica en Frío	13.6
Mezcla Asfáltica en Caliente	90.1
Base tratada con Cemento Portland	128.5
Losas de Concreto Hidráulico	223.8

En cada una de las Etapas puede realizarse una evaluación muy exhaustiva de cada uno de los conceptos que intervienen, En la Tabla 7 se puede apreciar para ambas Alternativas

el análisis de la Etapa 1. En la Alternativa 1 se consideró la explotación, trituración y transporte del agregado pétreo desde un banco de préstamo (cantera) distante del sitio de los trabajos 40.0 kilómetros, condiciones que imponen una emisión de CO₂ mayor a la Alternativa 2; la cual toma el agregado pétreo del procesos de fresado de la carpeta asfáltica actual envejecida, RAP, y se transporta en 12.0 kilómetros en promedio.

Solamente en esta Etapa 1, la Alternativa 2 representa el 15.15% de emisiones que la Alternativa 1, en otras palabras el 84.85% de ahorro en la emisión de CO₂. Sin embargo, de acuerdo al modelo empleado como referencia en este análisis, la Etapa 1 representa el 1.63% de toda la emisión de CO₂ de un proceso como el de la Alternativa 1. Ver Tabla 4.

El análisis de las siguientes Etapas considerando al detalle todos los conceptos que intervienen en cada uno de ellos se continúa realizando, ya que de todo este análisis se desprende la necesidad de contar con una calculadora de emisiones adaptada a ambas Alternativas.

Tabla 7. Análisis de ambas alternativas considerando todos los conceptos de la Etapa 1.

CONCEPTO	Emisión Específica (Kg CO ₂ / Ton)	Emisión Específica (Kg CO ₂ / Kg)	Alternativa 1		Emisión Total (Kg CO ₂)
			Cantidad de Energía o Material		
			A. Pétreo (Ton)	Diesel (Kg)	
Movimiento de terracerías	4.4	---	3,653	---	16,072
Excavación en Roca y su disposición	1.9	---	18,264	---	34,702
Trituración de Rocas	2.7	---	18,264	---	49,313
Transporte Camión 20 m3 (Beo 40 Km)	---	3.2	---	31,914	102,125
Suma Total					202,211
CONCEPTO	Emisión Específica (Kg CO ₂ / Ton)	Emisión Específica (Kg CO ₂ / Kg)	Alternativa 2		Emisión Total (Kg CO ₂)
			Cantidad de Energía o Material		
			A. Pétreo (Ton)	Diesel (Kg)	
Movimiento de terracerías	4.4	---	0	---	0
Excavación en Roca y su disposición	1.9	---	0	---	0
Trituración de Rocas	2.7	---	0	---	0
Transporte Camión 20 m3 (Beo 12 Km)	---	3.2	---	9,574	30,637
Suma Total					30,637

Aplicando el modelo descrito para las dos Alternativas en análisis, se optó por elegir los consumos específicos correspondientes a la Provincia C para las 8 etapas, mostrados en la Tabla 3 anterior. Se tomaron a manera de ejemplo, los conceptos generales y las cantidades de obra del tramo Sayula-Matías Romero, y por último se obtuvieron los consumos de energía que en cada Alternativa generarán GEI. Toda esta información se puede apreciar en la Tabla 8 mostrada a continuación.

Tabla 8. Consumos específicos y totales de las alternativas en análisis.

ETAPAS	Consumo Específico de Energía en la Mezcla Asfáltica				Cantidad Obra (Ton)		Consumo Total de Energía		
	Tipo	Unidad	Alternativa	Alternativa	Alternativa	Alternativa	Alternativa	Alternativa	Unidad
			1	2	1	2	1	2	
1. Acopio de Agregados Pétreos	Diesel	L / Ton	0.177	0.177	18,264	0	3,233	0	L
2. Abastecimiento Agregados Pétreos	Diesel	L / Ton	0.128	0.128	18,264	18,264	2,338	2,338	L
3. Calentamiento del Agregados Pétreos	Combust. Alternativo	Kg / Ton	6.64	4.65	18,264	18,264	121,273	84,928	Kg
4. Calentamiento del Cemento Asfáltico	Combust. Alternativo	Kg / Ton	34.928	34.928	1,207	234	42,158	8,173	Kg
5. Manufactura de la Mezcla Asfáltica	Electricidad	kWh / Ton	2.83	2.83	19,471	19,471	55,103	55,103	kWh
6. Transporte de la Mezcla Asfáltica	Diesel	L / Km.Ton	0.009	0.009	19,471	19,471	175	175	L
7. Extendido de Mezcla Asfáltica	Diesel	L / Ton	0.21	0.21	19,471	19,471	4,089	4,089	L
8. Compactación de Mezcla Asfáltica	Diesel	L / Ton	0.287	0.287	19,471	19,471	5,588	5,588	L

Tabla 9. Emisiones totales de CO₂ de ambas alternativas.

ETAPAS	Tipo	Unidad	Emisión Total (Kg CO ₂)					
			Alternativa	Alternativa	Emisión	Emisión	Alternativa	Alternativa
			a 1	2	Específica (Kg CO ₂ / Kg)	Específica (Kg CO ₂ / kWh)	1	2
1. Acopio de Agregados Pétreos	Diesel	Kg	3,895	0	3.2	---	12,464	0
2. Abastecimiento Agregados Pétreos	Diesel	Kg	2,817	2,817	3.2	---	9,013	9,013
3. Calentamiento del Agregados Pétreos	Combust. Alternativo	Kg	121,273	84,928	3.0	---	363,819	254,783
4. Calentamiento del Cemento Asfáltico	Combust. Alternativo	Kg	42,158	8,173	3.0	---	126,474	24,519
5. Manufactura de la Mezcla Asfáltica	Electricidad	kWh	55,103	55,103	---	0.264	14,547	14,547
6. Transporte de la Mezcla Asfáltica	Diesel	Kg	211	211	3.2	---	676	676
7. Extendido de Mezcla Asfáltica	Diesel	Kg	4,926	4,926	3.2	---	15,764	15,764
8. Compactación de Mezcla Asfáltica	Diesel	Kg	6,733	6,733	3.2	---	21,545	21,545
Suma Total							564,302	340,847

Densidad del Diesel = 0.83 kg/L

En este análisis, en la Etapa 1 y la Alternativa 2 En la Alternativa 1 no se consideró la explotación, trituración y transporte del agregado pétreo desde un banco de préstamo (cantera), ya que su adquisición proviene del proceso de fresado, RAP, del Km 130+000 al Km 154+000. Este material se transporta al sitio de ubicación de la planta y se acopia para abastecer la producción de la misma.

En la Etapa 3, para el calentamiento del agregado pétreo, el consumo de combustible alternativo de la planta de mezclado de la Alternativa 2 es mucho menor por ser más eficientes que las máquinas convencionales para manufactura de mezcla asfáltica empleadas en la Alternativa 1. Por otro lado, para el calentamiento de cemento asfáltico, Etapa 4, la Alternativa 1 presenta una cantidad de material mucho mayor a calentar que en la Alternativa 2, ahorrándose un consumo de combustible alternativo importante y menor emisión de CO₂ al ambiente. Es importante mencionar que en el calentamiento del agregado pétreo, RAP, la Alternativa 2 calienta a la vez una buena cantidad del cemento asfáltico necesario para la mezcla final.

En la Tabla 9 se observa que el ahorro en emisión de CO₂ o GEI en la Alternativa 2 es del 39.6%, y de acuerdo a la literatura, el ahorro económico puede ser superado.

7. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el análisis de las dos Alternativas, se puede concluir aspectos importantes que a continuación se describen.

Emplear RAP en las mezclas asfálticas de nueva manufactura conlleva a un gran ahorro ambiental y económico, clasificándose por lo tanto una tecnología sustentablemente probada.

Los ingenieros en carreteras o los que se dedican a la construcción de pavimentos asfálticos, con el tiempo van adquiriendo un pasivo ecológico o una hipoteca ambiental que hay que ir solventando mediante prácticas cada día más sustentables.

Entre otras alternativas sustentables y que técnicamente pueden ser de beneficio a los pavimentos, su comportamiento y durabilidad, está el reuso del hule de llanta como modificador del cemento asfáltico mediante procesos de vulcanización inversa.

8. REFERENCIAS

[1] Mallick, R. B., Bergendahl, J., and Pakula, M. "A Laboratory Study on CO2 Emission Reductions Through the Use of Warm Mix Asphalt". 88th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, USA, January 2009.

[2] "Diario Oficial de la Federación, 30 de mayo del 2000". México, Distrito Federal, 2000.

[3] López Domínguez, M.G., Téllez Gutierrez, R. "Algunas acciones implementadas en México

por el cambio climático, y su perspectiva futura". Publicación Técnica No. 373, Instituto Mexicano del Transporte, IMT, Sanfandila, Querétaro, México, 2013.

[4] Schmidt, B., Dyre, J.C., "CO2 emission reduction by exploitation of rolling resistente modelling of pavements". Published by Elsevier Ltd. Selection and/or peer review under responsibility of the Programme Committee of the Transport Research Arena 2012. Dinamarca, 2012.

[5] IPCC INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. "Climate Change 2014: Synthesis Report". USA, 2014.

[6] "Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España". Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE, Madrid, España, 2014.

[7] IPCC INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. "Draft 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories", Volumen I, Génova, Suiza, 2006.

[8] Aguayo, O., "La huella de carbón en obras viales". 11° Congreso Internacional PROVIAL. Valdivia, Región de los Lagos, Chile, 2014.

[9] Peng, B., Cai, C., Yin, G., Li, W., Zhan, Y. "Evaluation system for CO2 emission of hot asphalt mixture". Journal of traffic and transportation engineering. China, 2015, pp 2(2): 116-124. [10] Huang, Y.J., Shen, Y., Qin, X.C., 2010. The idea of green highway quantitative research. Journal of Highway and Transportation Research and Development 10, 296-299.

[11] Wolfgang, L. . <http://www.bvsde.paho.org/bvstox/e/fulltext/diesel/diesel.pdf>, GREENPEACE, Barcelona, España, Abril 1999.

[12] Fonseca Rodríguez, C. H., Villalobos Dávila, R., Tapia Sevilla, F. "Experiencia de Reciclado en México: Evaluación del Cemento Asfáltico Convencional o Modificados Recuperado del RAP para su Caracterización". XVII Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto CILA, Antigua Guatemala, Guatemala, 2013.

[13] Díaz Derbez, O. H., Fonseca Rodríguez, C. H., Villalobos Dávila. "Experiencia de Reciclado en México: Diseño de Mezclas Asfálticas con 100% RAP y Empleo de un Equipo Industrial para su Manufactura". XVII Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto CILA, Antigua Guatemala, Guatemala, 2013.

[14] Del Carillo Castillo, J. L., Fonseca Rodríguez, C. H., Villalobos Dávila, R. "Experiencia de Reciclado en México: Caracterización de Agentes Rejuvenecedores para RAP Empleando el Método Universal de Caracterización de Ligantes (UCL)". XVII Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto CILA, Antigua Guatemala, Guatemala, 2013.

Staco Argentina



MP100

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

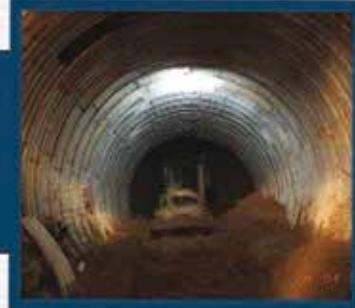


HEL-COR HC68

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

Tunnel Liner

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



Sistemas de Defensas Metálicas

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



ASERRADO Y SELLADO DE JUNTAS EN PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

Extracto del Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón del Instituto del Cemento Portland Argentino. Capítulo 5 "Construcción", pp 53 a 64.

En los pavimentos de hormigón simple se introduce un sistema de juntas de contracción para controlar la ubicación de las fisuras que se espera que se produzcan, de manera que resulte más fácil su sellado y mantenimiento.

Las juntas de contracción son iniciadas con un corte o aserrado parcial del espesor de pavimento, con el objetivo de generar un debilitamiento de la sección en el cual se produzca o propague la fisura en forma controlada, desde el corte hasta la base de la losa. El sellado posterior tiene la función de minimizar el ingreso de agua a la estructura del pavimento, y evitar el ingreso de materiales incompresibles que puedan originar deterioros.

La metodología recomendada para la formación de las juntas de contracción es el aserrado del hormigón endurecido, cuando éste alcance la resistencia necesaria para soportar el equipo de corte, y que no se produzcan desprendimientos de agregados durante esta tarea. La utilización de insertos (vainas metálicas o de fibras) para generar las juntas no es una técnica adecuada, porque tiene un alto impacto en la lisura del pavimento (por retiro de la vaina), o porque produce destillamientos y roturas en las juntas (con insertos perdidos).

El aserrado primario, o de control de fisuración, se efectúa con máquinas provistas con discos de corte diamantados (Figuras 1 y 2). La profundidad mínima del corte es de un tercio del espesor del pavimento (con bases granulares se puede reducir a un cuarto).



Figura 1: Equipo de aserrado



Figura 2: Disco de corte

La ubicación de las juntas debe ser identificada en forma precisa, principalmente en los pavimentos con pasadores, para que funcionen correctamente. Los puntos, marcas o líneas de control se hacen en el hormigón fresco, y servirán de guía a los operadores de las aserradoras.

(Figura 3). Para el aserrado de juntas longitudinales es habitual utilizar dispositivos guía, arrastrados por las propias aserradoras autopropulsadas que gobiernan la dirección de la máquina mediante un sistema de ruedas y amortiguadores, que se deslizan por el borde del pavimento (Figura 4).



Figura 3: Marcado de junta transversal para el posterior aserrado



Figura 4: Guía para aserrado de junta longitudinal

En obras de menor magnitud, en especial con moldes fijos, el marcado de las juntas longitudinales se puede realizar en el hormigón endurecido mediante el uso de cuerdas o cordones embebidos en tiza, aunque solo la destreza y experiencia del aserrador pueden asegurar un alineamiento correcto de la junta.

VENTANA DE CORTE

El momento apropiado para el aserrado del hormigón es un parámetro difícil de determinar, y se requiere de la experiencia y responsabilidad de los operadores para garantizar buenos resultados. Existe un intervalo de tiempo, posterior a la colocación del hormigón, en el cual se debe realizar el aserrado de las juntas para evitar que se produzcan fisuras.



Figura 5: Ventana de corte. [ACPA TB016P. 2002]

Este intervalo, conocido como ventana de corte (o de aserrado), se inicia cuando la resistencia del hormigón es tal, que permite el corte de la junta sin que se produzcan daños ni desprendimientos de agregados a lo largo del corte. El fin del

período ocurre cuando las tensiones provocadas por la restricción de la base superan la resistencia del hormigón, y se produce la fisuración del pavimento.

En la Figura 6 se puede apreciar el aspecto de aserrados efectuados en diversas etapas de maduración del hormigón, y sus consecuencias en la calidad del corte. Un aserrado tardío, más allá de la ventana de oportunidad, tiene como resultado la aparición de una fisura incontrolada en todo el ancho y espesor de la losa.

Figura 6: Distintos grados de daño

a. Sin daño - aserrado dentro de la ventana.



b. Daño moderado - aserrado al inicio de la ventana.



c. Daño inaceptable - aserrado muy temprano.



Los principales factores que influyen en el inicio y duración de la ventana de corte son:

- Características de la mezcla (resistencia, módulo de elasticidad, coeficiente de expansión térmica, etc.).
- Condiciones ambientales (época y horario de construcción, caídas bruscas de temperatura, o lluvia, asoleamiento, viento y humedad, etc.).
- Condiciones de la superficie de apoyo (rigidez, terminación superficial, permeabilidad, ruptores de adherencia, etc.).
- Protección y curado del hormigón (materiales y dosis adecuadas, inicio del curado, medidas especiales, etc.).
- Colocación y posicionamiento de pasadores (corte preciso, libre de rebabas, alineación apropiada, densificación en zona de canastos, etc.)

Es evidente que la determinación precisa de los tiempos de inicio y fin de la ventana de aserrado es bastante engorrosa, en especial si se debe evaluar diariamente y en condiciones de obra.

El aserrado de control se debe iniciar apenas el hormigón permita ser cortado sin desprendimiento de agregados ni roturas". Esto significa que el personal a cargo de esta tarea debe encontrarse disponible para la ejecución de esta tarea en el preciso instante que el hormigón adquiere la resistencia necesaria, sin que se produzcan demoras ni interrupciones.

En otras palabras, la determinación del momento oportuno para comenzar el aserrado de juntas está basada en un ensayo de prueba y error. Cuando el hormigón comienza a ganar resistencia suficiente (puede ser transitado), se realiza un aserrado tentativo con el disco y se observa la calidad del corte, que debe ser sano y sin desprendimientos de áridos. Si no es así, se espera un tiempo más, y se repite el intento; hasta que se obtenga un corte de buena calidad.

Este procedimiento que parece bastante rudimentario, en realidad se lleva a cabo sólo en las primeras experiencias, por cuanto un operador responsable y entrenado, realiza paralelamente pruebas de rayado de la superficie, con una herramienta metálica o una piedra, observando el efecto que produce en la superficie del hormigón. Este ensayo práctico le servirá en las jornadas futuras como guía o señal para iniciar el aserrado en el momento adecuado.

El comienzo del aserrado tan pronto el hormigón lo permita conlleva además la implementación de las medidas necesarias para cumplir esta premisa. Esto significa que se debe:

- Disponer de las cuadrillas de aserrado las 24 horas, es decir que tienen la responsabilidad de estar pendientes del momento preciso, a cualquier hora del día.
- Contar con la cantidad de aserradoras suficientes para acompañar las producciones previstas.
- Adoptar secuencias apropiadas de aserrado.
- Contar con equipos y metodologías de contingencia, para atender imprevistos.

Con pavimentadoras es habitual el uso de tres aserradoras: dos que cortan juntas transversales y la tercera que efectúa la longitudinal. Además es aconsejable disponer, como mínimo, de un equipo adicional de reserva.

La secuencia recomendada de aserrado es la que se corresponde con el orden de aparición de las fisuras en un pavimento, es decir iniciar con las juntas transversales, y finalizar con la longitudinal. Con altas producciones el corte de las transversales se hace con dos aserradoras, la primera de ellas efectúa una junta por medio, y la otra completa las intermedias; pero ambas trabajando simultáneamente, sin demoras ni interrupciones (Figura 7). Excepcionalmente, ante una eventualidad que no pueda solucionarse de otra manera, se puede implementar el aserrado alternado cada dos o tres juntas, al menos con el objetivo de reducir tensiones, sólo como medida de contingencia, pues no existirá la certeza de evitar la fisuración incontrolada.

En todos los casos, luego del aserrado, se recomienda lavar la junta para eliminar el barro producido y volver a aplicar la membrana de curado en la zona afectada.



Figura 7: Dos aserradoras trabajando simultáneamente a juntas alternadas

SELLADO DE JUNTAS

El objetivo del sellado es minimizar la infiltración de agua superficial y de materiales incompresibles en la estructura del pavimento. El exceso de agua puede contribuir al ablandamiento, erosión y bombeo de las capas subyacentes a la losa de hormigón, resultando en una pérdida de soporte estructural, asentamiento y/o escalonamiento. En tanto el ingreso de incompresibles en las juntas puede ser causa de descascaramientos, despostillamientos y hasta roturas más graves de las losas por levantamiento (blow up).

Para garantizar el buen funcionamiento durante la vida en servicio del pavimento, es imprescindible un correcto sellado de las juntas con materiales y métodos de aplicación que aseguren un buen desempeño bajo cualquier condición climática, y una larga vida útil.

A.- SELECCIÓN DEL MATERIAL

La selección del material de sellado adecuado para el proyecto es el primer paso imprescindible para garantizar el éxito en el comportamiento de la estructura. Existen en el mercado una amplia variedad de materiales para el sellado de juntas en pavimentos de hormigón. Básicamente se pueden clasificar en dos grandes grupos: selladores líquidos y preformados. El éxito de los primeros está asociado con la adherencia a largo plazo en las paredes de la junta, y el de los preformados de la selección adecuada del tamaño, para asegurar su funcionamiento (compresión) a largo plazo. En la Tabla 1 se muestran las principales características y especificaciones de los selladores más comunes, tomada del Reporte ACI 504 – 1997 (American Concrete Institute).

Tabla 1: Principales características y especificaciones de los selladores más usuales. [ACI 504-90. Reaprobado 1997]

Grupo	Líquidos					Preformados
	Mastic	Aplic.en caliente	Aplic. en frío	Curado químico	Base solventes	
Composición	Asfaltos bajo punto ablandamiento Polibutenos Polyisobutileno <i>Se utilizan con filler, algunos pueden contener solventes</i>	Asfaltos Caucho asfalto Alquitrán de hulla (1) Alquitrán de hulla, PVC <i>Todos contienen 100 % de sólidos</i>	Caucho asfalto Acrílicos Vinilo <i>Todos contienen solventes, algunos pueden ser emulsionados</i>	(2) Polisulfuros (3) Poliuretanos Combinac. de ambos c/ alquitrán de hulla (4) Siliconas (5) Epoxi <i>Pueden ser de uno o dos componentes</i>	Neopreno Clorosulfonatos Butadieno estireno	Caucho neopreno
Resistencia a envejecimiento e intemperismo	Baja	Moderada (Alquitrán hulla PVC (1): alta resist. intemperismo)	Moderada	Alta	Alta	Alta
Incremento dureza en relación a: (1) edad (2) baja temper.	Alta	Alta a moderada (exc. (1): no endurece)	Alta	Moderada (exc. (5): Alta)	Alta	Baja
	Alta	Alta a moderada (exc.(1): no endurece)	Alta	Baja	Alta	Baja
Recuperación	Baja	Moderada (exc.(1): Alta)	Baja	(2) Moderada (3) y (4) Alta (5) Baja	Baja	Alta
Resist. intrusión sólidos	Baja	Baja a altas temp. (1) Alta	Baja a altas temp.	Alta	Baja	Alta
Módulo a 100% elongación	No aplicable	Bajo	Bajo	Bajo (4) Bajo a alto (5) no aplicable	Moderado	
Capacidad de deformación	± 3 %	± 5 % (1) ± 25 % extensión	± 7 %	± 25 % exc. (5) menor (4) hasta ± 100 %	± 7 %	Debe estar comprimido siempre hasta 45-85 % ancho original

Las propiedades más importantes que debe reunir un sellador, para que tenga un buen desempeño a largo plazo, dependen de su aplicación específica y de las condiciones climáticas durante la instalación, pero básicamente se deben considerar:

- **Elasticidad:** es la capacidad de un sellador de volver a su forma original luego de ser comprimido o estirado.
- **Módulo:** relacionado con el cambio en las tensiones internas del material mientras se está estirando o comprimiendo, para un intervalo de temperaturas (rigidez del material). Es el esfuerzo necesario para producir una deformación preestablecida.
- **Adherencia:** la aptitud del sellador para adherirse al hormigón, tanto inicialmente como a largo plazo (no aplicable a sellos preformados que se aplican comprimidos).
- **Cohesión:** capacidad del material de sello para resistir el desgarramiento causado por la tracción (no aplicable a preformados que trabajan comprimidos).

• **Resistencia al intemperismo:** aptitud del sellador para resistir el deterioro cuando está expuesto a los elementos ambientales (principalmente rayos UV y ozono).

Por su forma de instalación, los diferentes tipos de selladores se pueden clasificar en:

Selladores de aplicación en caliente

Los selladores de aplicación en caliente son los primeros utilizados en juntas de pavimento, han evolucionado durante muchos años de investigación y desarrollo. Actualmente se producen materiales de módulos bajos y con mejor elasticidad. Típicamente tienen una vida útil de 3 a 5 años con una correcta instalación, según reportes de American Concrete Pavement Association [ACPA TB012P. 1995]. No es inusual en este tipo de selladores la falla por pérdidas de cohesión.

Requieren generalmente de elevadas temperaturas de colocación (175 °C -200 °C), y de cordones de respaldo aptos para resistir estas temperaturas (poliuretano), que elevan sus costos de instalación. Es sumamente importante respetar las temperaturas de colocación recomendadas por el fabricante para mantener las propiedades del material.

Selladores de aplicación en frío

Los selladores de aplicación en frío, termoplásticos, contienen solventes, y excepcionalmente se presentan en emulsión. La liberación del solvente o agua pueden causar contracciones del material o incremento de la rigidez, resultando en una disminución de los movimientos admisibles en la junta y en su serviciabilidad. Estos selladores en general están restringidos a usos donde las juntas tienen escaso movimiento.

Selladores de curado químico

Se encuentran dentro del grupo de los selladores de aplicación en frío y se presentan en uno o dos componentes. El curado se basa en reacciones químicas para pasar del estado sólido, al ser expuesto a la atmósfera. Por sus propiedades son altamente indicados para el sellado de juntas en pavimentos, por sus resistencias al intemperismo, su elasticidad y recuperación, y sus bajos módulos de deformación. En este tipo de selladores se encuentran las siliconas de bajo módulo, cuya expectativa de vida excede los 8 a 10 años [ACPA TB012P. 1995].

Es importante señalar además que en un pavimento en servicio, los selladores están sujetos no sólo a esfuerzos horizontales, sino también a fuerzas cortantes verticales. Esto ocurre cada vez que pase un vehículo pesado, cuando existen cavidades debajo de las losas en la zona de juntas. Esto explica que algunos selladores que cumplen con las especificaciones en cuanto a elongaciones máximas, en la práctica su comportamiento no resulte satisfactorio.

Los selladores de siliconas de bajo módulo son especialmente indicados para climas con elevada amplitud térmica (temperaturas diurnas y nocturnas). En este tipo de selladores es crucial la correcta limpieza, microtexturizado y secado de las paredes de la caja, para garantizar la adherencia del material.

Selladores preformados

Los selladores preformados se entregan listos para su instalación, no necesitan calentarse, mezclarse y/o curarse en el camino. A diferencia de los selladores líquidos, éstos trabajan únicamente a compresión, durante toda su vida útil, por lo que su éxito depende no sólo de las propiedades elastoméricas, sino también de la adecuada selección de su tamaño. Las experiencias de la ACPA indican que estos selladores pueden proveer servicio eficiente durante períodos de 15 a 20 años [ACPA TB012P. 1995].

Para la selección del material de sellado de juntas debe considerarse no sólo la calidad de los diversos materiales, que deben cumplir con los criterios enunciados precedentemente, sino que en la evaluación de costos de los distintos selladores debe ponderarse, la necesidad de resellados en el futuro durante la vida útil del pavimento.

El envejecimiento de los selladores y la necesidad de resellados frecuentes pueden producir importantes variaciones en el cos-

to final del Proyecto, o una considerable reducción de la vida útil de la estructura, si no se cumple rigurosamente con el plan de conservación y mantenimiento necesario.

B.- DISEÑO Y EJECUCIÓN DEL RESERVORIO

Una acertada elección del material de sellado de juntas a utilizar debe estar acompañada por una correcta aplicación del sellador seleccionado. En este aspecto, es sumamente importante determinar las dimensiones de la caja que alojará el cordón de respaldo (si fuera necesario) y el material de sellado. La geometría de este reservorio es función del sellador utilizado, de las características del pavimento (tamaño de losas), y de las condiciones climáticas de la zona.

La determinación del factor de forma (relación profundidad y ancho del sello) adecuado para el material de sellado adoptado conduce a realizar un segundo corte o aserrado de las juntas (aserrado secundario), para darle a la caja las dimensiones necesarias.

Un buen diseño del factor de forma debe contemplar los siguientes aspectos (selladores líquidos):

- Ancho de la junta suficiente para absorber los movimientos horizontales (función de máxima temperatura de colocación, mínima temperatura anual, coeficiente de expansión térmica, dimensión de las losas, etc.).
- Empleo y colocación correcta de cordón de respaldo.
- Profundidad suficiente para permitir la colocación del sellador y del cordón de respaldo.
- El sellador debe quedar de 5 mm a 8 mm por debajo del nivel del pavimento, para evitar su extrusión cuando la junta se cierra (dilatación térmica), expulsando el sellado hacia arriba y exponiéndolo al tránsito vehicular.

En la Tabla 2 se indican las dimensiones recomendadas para selladores de siliconas, a manera de guía, las que deben verificarse para las particulares condiciones de cada obra.

Tabla 2: Dimensiones recomendadas para sellado con silicona

Requisitos de la junta			
Ancho de la junta [mm]	Espesor del material [mm]	Profundidad de aserrado secundario [mm]	Diámetro cordón de respaldo [mm]
6,4	6,4	25,4	9,5
9,5	6,4	31,8	12,7
12,7	6,4	31,8	15,9
15,9	7,9	38,1	19,0

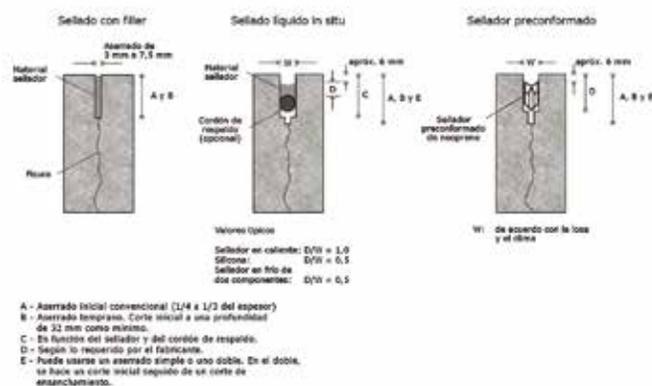


Figura 8: Distintas formas de sellar una junta. El factor de forma se define como D/W (profundidad/ancho) y generalmente oscila entre 0,5 y 2,0. (Adaptado de ACPA)

No obstante, se puede determinar el ancho de caja más recomendable que permita cumplir las exigencias a que será sometido el sello en función de los movimientos esperados en las juntas; utilizando la siguiente expresión:

Cálculo del movimiento esperado de las juntas

$$\Delta L = C \cdot L \cdot CET \cdot T_{MAX} \cdot MIN - T_{HMAX} \cdot MIN + \epsilon c \cdot L \quad Ec 1$$

Siendo:
 ΔT el movimiento esperado de la junta.
 L el largo de la losa.
 C el coeficiente de restricción (0,65 para bases cementadas y 0,80 para granulares).
 CET el coeficiente de expansión térmica.
 T_I la temperatura del hormigón durante la instalación.
 T_H la temperatura del hormigón en servicio.
 εc la contracción por secado remanente del hormigón.

* La consideración de la contracción por secado depende de la edad del pavimento cuando se realiza el sellado.

En el siguiente ejemplo se muestra la determinación de la elongación y compresión máxima para distintos anchos de caja. La selección será la que asegure que el material de sellado trabaje dentro de los intervalos tolerables (especificados por el fabricante):

Ejemplo de cálculo

Datos: L = 4500 m; CET = 11,5 x 10⁻⁶ 1/°C; Mínima Temp. del Hº = 5 °C; Máxima Temp. del Hº = 60 °C; εc = 300 μm/m; C = 0,65.

Elongación máxima: Temp de colocación máxima 45 °C
 $\Delta L = 0,65 \cdot 4500 \text{ mm} [(11,5 \times 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C} \cdot 40 \text{ }^\circ\text{C}) + 0,003] = 2,22 \text{ mm}$

Ancho de caja (mm):	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
Elongación:	34 %	32 %	30 %	28 %	26 %	25 %

Elongación mínima: Temp de colocación mínima 15 °C
 $\Delta L = 0,65 \cdot 4500 \text{ mm} (11,5 \times 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C} \cdot 45 \text{ }^\circ\text{C}) = 1,51 \text{ mm}$

Ancho de caja (mm):	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
Elongación:	-27 %	-25 %	-23 %	-22 %	-20 %	-19 %

El aserrado secundario o cajeo se efectúa con discos de corte diamantados de anchos especiales, o más habitualmente, utilizando dos discos convencionales superpuestos para alcanzar el ancho requerido (puede resultar necesaria la inclusión de un separador entre ambos para anchos mayores).

Se utilizan dos tipos de aserrado o cajeo: el aserrado húmedo con discos diamantados, y el aserrado en seco. El método más empleado es el húmedo, en donde el agua lubrica y enfría al disco, a la vez que permite controlar el polvo del aserrado. El aserrado seco con discos abrasivos suele emplearse en hormigones con agregados más blandos, y tiene la desventaja de la generación de polvo volátil.

C.- LIMPIEZA DE LA CAJA

Las tareas y secuencia de limpieza de las juntas varían de acuerdo con el método de aserrado secundario empleado:

Aserrado húmedo

Hidrolavado con agua a presión, para eliminar el lodo o lechada de aserrado. Es más sencillo realizarlo inmediatamente después del aserrado primario o de control.

Arenado de ambas caras de la junta, para aumentar la rugosidad y mejorar la adherencia del sellador.



Figura 9: Hidrolavado a presión

Aserrado en seco

No es necesario el hidrolavado a presión. Arenado y soplado de igual forma que con disco húmedo.

Nota: Con los materiales de sellado que no requieran adherencia, tales como los selladores preformados, puede evitarse el arenado de las caras de la junta.

La limpieza es un requisito imprescindible y de suma importancia para un buen desempeño del material de sellado, principalmente los que trabajan adheridos a las caras del aserrado (selladores líquidos), como en el caso de las siliconas. El objetivo es eliminar todo resto de lechada de aserrado, membrana de curado, polvo, elementos extraños y texturizado para mejorar la adherencia a las paredes de la caja.

D.- COLOCACIÓN DEL CORDÓN DE RESPALDO

Completadas las tareas de limpieza, previo al sellado se coloca el cordón de respaldo, hasta su posición correcta en la caja (Figura 10). La función primordial de este material es:

- Impedir la adherencia del sellador con el fondo de la caja del aserrado secundario, que de otra forma podría generar concentración de tensiones que puedan producir un desgarramiento; asegurando entonces el buen funcionamiento del material de sellado.
- Optimizar la cantidad de material de sellado utilizado, minimizando las pérdidas durante el vertido, por escurrimiento por el fondo de la junta.

Figura 10: Colocación del cordón de sostenimiento



El cordón de sostenimiento o respaldo tendrá un diámetro mínimo un 25 % mayor que el ancho de la junta, y será de material adecuado para la temperatura de colocación del sellador. Su colocación se efectúa con una herramienta especial, que consiste en una rueda con una pestaña de longitud apropiada, que posiciona el cordón a la profundidad necesaria.

E.- SELLADO DE JUNTAS

Con el cordón de respaldo colocado y posicionado correctamente, y las caras de las juntas completamente secas y limpias, se procede a la aplicación del material de sellado con las herramientas aptas para tal fin, según se trate de aplicación en frío o en caliente. A fin de garantizar los mejores resultados en la aplicación de los diversos tipos de selladores, es importante respetar siempre las recomendaciones del fabricante, manteniendo la geometría y coeficientes de forma adoptados para el diseño.

En el caso del uso de siliconas (Figura 11) está especialmente recomendado que las paredes de la juntas estén secas, motivo por el cual los productores aconsejan asimismo un período de curado mínimo antes de iniciar las tareas de sellado.

Figura 11: Aplicación sello de silicona



Los sellos de compresión preformados trabajan siempre a la compresión, con un intervalo que varía normalmente entre 20 % y 50 % del ancho original. Se colocan presionándolos dentro de la junta o caja, y pueden requerir de la aplicación de un material lubricante, que además actúa como mejorador de adherencia con las caras del aserrado.

Por otro lado, se recomienda el sellado en épocas de temperaturas intermedias (primavera u otoño), cuando las juntas presentan una abertura media, de manera que el huelgo que se deja entre el sellado y la superficie del pavimento sea adecuado. De otra forma se debería ajustar esta revancha para invierno y verano, cuando las aperturas (por contracción o expansión de losas) son muy distintas al igual que las expectativas de movimientos.

Cualquiera sea el material y la metodología utilizada para el sellado de las juntas, es imperioso verificar la calidad y efectividad de los procedimientos empleados mediante pruebas y/o ensayos de adherencia a las paredes de la junta.

Es claro que el comportamiento del material de sellado influye significativamente sobre el desempeño de la junta, y por lo tanto del pavimento de hormigón. Es por ello que se recomienda emplear materiales de alto desempeño como la silicona o los sellos preformados. Si bien tienen un mayor costo inicial que el resto, proveen un mejor sellado, más eficiente y con una mayor vida útil, minimizando las tareas de resellado durante la vida en servicio del pavimento.

Prevención de la ocurrencia de fisuración a edad temprana

Se definen a las fisuras a edad temprana como aquéllas que ocurren dentro del período que va desde pocas horas luego de colocado el hormigón hasta algunos días posteriores, antes de que el pavimento sea abierto al tránsito, es decir, son fisuras no debidas a cargas.

Algunas recomendaciones sobre la selección, preparación y empleo de los materiales, prácticas constructivas e implementación de protección del hormigón durante este período pueden mitigar o colaborar en eliminar el problema de fisuración a edad temprana; entre ellas se destacan las siguientes prácticas:

- Preparar la subrasante y la base en forma correcta para proveer un soporte estable y uniforme, con un adecuado contenido de humedad.
- Emplear mezclas de hormigón con relación a/c baja, cantidad y tamaño de agregado grueso óptimo para minimizar la contracción por secado, evitando relaciones excesivamente bajas a las que se pueden asociar otros problemas como la contracción autógena, que se presenta con a/c inferiores a 0,42 o 0,40.
- Reducir el contenido de pasta mediante el empleo de aditivos reductores de agua convencionales.
- Emplear el menor contenido de arena que permita una trabajabilidad adecuada.
- Emplear el menor contenido de cemento que permita cumplir satisfactoriamente los requisitos de resistencia y durabilidad.
- Mantener los agregados saturados mediante el riego periódico de los acopios.
- Emplear agregados limpios y sin cantidades excesivas de polvo.
- En tiempo caluroso, diseñar mezclas con adecuada capacidad de exudación.
- Programar la colocación del hormigón de manera tal que no se superpongan el pico de calor generado por las reacciones de hidratación, la hora de mayor temperatura del ambiente y la mayor cantidad de horas de exposición a la radiación solar del pavimento.
- Evitar la pérdida de humedad de superficie mientras el hormigón se encuentre en estado plástico.
- Aplicar el curado en forma temprana y en dosis suficientes y uniformes.
- Evitar las restricciones externas, por ejemplo con un buen corte y perfilado de la base.
- Mantener saturada la base previo a recibir el pavimento mediante el riego periódico, con el cuidado de no empantanar el carril de desplazamiento de las orugas, cuando no se cuente con sobrancho.
- Romper la adherencia del pavimento con la base cuando se empleen bases de elevada rigidez mediante la interposición entre las capas de un ruptor de la adherencia.
- Materializar las juntas de contracción inmediatamente en

cuanto el hormigón permita obtener un corte sano a la separación y profundidad previstas para aliviar las tensiones.

- Materializar juntas de dilatación o aislación en los lugares indicados para prevenir las restricciones debidas a los puntos o estructuras fijas adyacentes al pavimento o cruces.
- En condiciones de colocación con clima riguroso con elevado gradiente térmico, proteger al pavimento para prevenir una brusca pérdida de calor.
- En tiempo frío, proteger al pavimento del riesgo de congelamiento durante el período que se ha denominado hormigón joven.
- En días y zonas muy ventosas, disponer protección contra la incidencia de fuertes vientos sobre el hormigón colocado.
- Cuando existan gradientes térmicos importantes, proteger el borde del pavimento que presenta mayor exposición a la radiación solar.
- En condiciones de clima cálido, evaluar el empleo de un aditivo retardador de fragüe por su contribución a reducir la contracción térmica al diferir el calor generado.
- En condiciones de clima riguroso de colocación, monitorear la evolución de temperaturas del hormigón durante las primeras 48 horas y evitar las caídas de temperatura mayores a 3 °C por hora y/o de 28 °C en 24 horas.
- Verificar el trabajo de juntas y el normal desempeño superficial mediante la inspección visual del pavimento durante las primeras 72 horas luego de colocado.

El Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón, publicado por el Instituto del Cemento Portland Argentino, brinda las herramientas necesarias para lograr un adecuado diseño y construcción, para satisfacer las necesidades del proyecto. Comprende cada uno de los aspectos que hacen al pavimento de hormigón, incluyendo el diseño del paquete estructural, el análisis de los materiales componentes, los métodos constructivos, el control de calidad, y las prácticas de mantenimiento y reparación.

En el sitio web del ICPA (www.icpa.org.ar) se puede descargar en forma gratuita la versión eBook del manual, previo registro de usuario.

CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN PARA PROGRAMAR LA EJECUCIÓN DE VARIANTES DE POBLACIÓN

AUTORES: Antonio RUILOBA ERRANDONEA, Encarnación PÉREZ AGUILERA, Antonio NÚÑEZ Y NÚÑEZ, Alberto LÓPEZ ALVAREZ

INTRODUCCIÓN. RESUMEN.

Muchas veces hemos escuchado que “las infraestructuras no son un fin en sí mismas”. Esta pequeña aseveración encierra una gran verdad. El valor principal de una infraestructura está en el servicio que presta a sus usuarios, no en su magnitud y grandiosidad. Este servicio se ha de prestar bajo el prisma de una máxima eficacia y de una ineludible optimización de recursos. Esto último, en las épocas que nos está tocando vivir, es algo aún más evidente si cabe. De aquí que alcance gran significado el concepto de “gestión”.

En las carreteras todo lo anterior resulta especialmente claro. Las carreteras son entramados de infraestructuras que prestan un servicio básico a la sociedad, y han de ser “gestionadas” de manera que este servicio sea el mejor, empleándose los recursos estrictamente necesarios.

Un aspecto fundamental en esta gestión es la de determinar cuáles son las necesidades (en el corto, medio y largo plazo), cuáles las prioridades y cuál la posibilidad de programar cada una de las actuaciones, tanto desde un punto de vista técnico como presupuestario.

Ello obliga a tomar decisiones sobre qué ha de abordarse (planificación) y sobre qué debe hacerse en primer lugar (programación). Diagnosticar las necesidades y programar su ejecución es, por tanto, una obligación para cualquier Administración titular de una red de carreteras.

Las travesías de poblaciones son tramos donde se suscitan numerosos conflictos entre los usuarios de la carretera y la población residente. Por ello, analizar de entre todas, las que cuentan con una mayor problemática, cuáles han de ser sustituidas por una “variante” y, entre estas últimas, cuál ha de ser la prioridad, es claramente una necesidad.

En el presente artículo se expone cuál es la metodología que se emplea en la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras de la Junta de Castilla y León para conocer cuáles son realmente esas necesidades y para articular las propuestas de programación de las actuaciones.

Se trata de una sistemática sencilla, fácilmente informatizable que, en función de los datos más característicos de cada tramo, del tráfico, del número de habitantes y de la accidentalidad, valora cada travesía determinando si es estrictamente necesaria su sustitución por un trazado alternativo y en qué

medida esta sustitución es más o menos prioritaria. Ello en función de una puntuación objetiva.

Se excluyen en todas estas consideraciones los criterios económicos, pues las necesidades no están relacionadas ni con los costes ni con las rentabilidades. Esa es una discusión en otro plano, y en todo caso, posterior.

1. LA RED DE CARRETERAS DE CASTILLA Y LEÓN. CARACTERÍSTICAS Y SINGULARIDADES.

Como paso previo puede ser interesante hacer una breve descripción de la Red de Carreteras que gestiona la Junta de Castilla y León. La longitud de esta Red Autonómica alcanza los 11.279,5 km, -la mayor de entre todas las Comunidades Autónomas- constituyendo prácticamente un 36% de los casi 33.000 km de carreteras que discurren por la Comunidad. Dichas carreteras autonómicas se clasifican en tres categorías, según se refleja en el siguiente cuadro:

Longitud por Tipo de Red (km.)

Básica	Complementaria Preferente	Complementaria Local
2.588,5 km.	4.464,8 km.	4.226,2 km.

Su tráfico es muy variable. Puede pasar de los 10.000 vehículos/día en las proximidades de alguna capital de provincia a ser muy escaso en otros tramos más rurales, donde oscila entre 100 y 150 vehículos/día. En el siguiente cuadro se muestran valores de la IMD medios, para cada categoría de carretera.

Tráfico por tipo de Red (IMD)

Básica	Complementaria Preferente	Complementaria Local
2.608 veh/día	859 veh/día	429 veh/día

En la Red Autonómica de Castilla y León existen aproximadamente 200 travesías de población susceptibles de ser sustituidas por una Variante. Algunos núcleos incluso tienen dos o más travesías al encontrarse en el cruce de distintos itinerarios. La inmensa mayoría de los núcleos con travesía tienen una población entre 1.000 y 10.000 habitantes. Por lo que respecta a las longitudes, son bastantes dispares, siendo la media de alrededor de 1.000 m.

2. LAS VARIANTES DE POBLACIÓN DENTRO DEL MARCO DE LAS ACTUACIONES DE MODERNIZACIÓN DE CARRETERAS. LA PROBLEMÁTICA EN CASTILLA Y LEÓN. NECESIDAD DE PRIORIZACIÓN.

Un programa de modernización de carreteras incluye actuaciones específicas para los tramos de la red que presenten, principalmente, una geometría inadecuada, una capacidad insuficiente o carencias de accesibilidad. Cada una de estas necesidades da lugar a una tipología de actuación. Se distinguen: acondicionamientos, mejoras, nuevas carreteras, variantes de población, autovías, desdoblamientos y accesos a ciudades.

Las variantes de población (que es lo que nos ocupa), son tramos de nueva construcción cuyo objetivo es evitar o sustituir una travesía o tramo urbano. De una forma esquemática, una travesía supone el paso por el interior del casco urbano de una localidad de un tráfico que no tiene como origen o destino dicha localidad, generando un punto de conflicto:

- Para el usuario de la carretera, que encuentra un tramo de discontinuidad en su viaje al atravesar un medio urbano, debiendo además adecuar su conducción a dicho medio en un espacio y periodo de tiempo en general no muy extenso.
- Para la población residente, que por un lado soporta un mayor ruido y contaminación atmosférica debidos a dicho tráfico de paso, y por otro soporta una mayor inseguridad por la existencia de usuarios vulnerables, agravada porque la travesía suele ser una calle principal de la localidad.



VA-103. TRAVESÍA DE VALORIA LA BUENA

Entre los objetivos de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León figura “la construcción de variantes de población, para la eliminación de conflictos en aquellas travesías que inicialmente lo requieren”. De entre ellas son prioritarias las variantes de las carreteras de la Red Básica, así como las de la Red Complementaria en las que la anchura de calzada hiciera imposible el cruce de dos vehículos.

Una variante de población precisa ineludiblemente la redacción de un Estudio Informativo, de conformidad con lo pre-

ceptuado en el artículo 16 de la Ley 10/2008, de 9 de diciembre, de Carreteras de Castilla y León. Estudio que se somete a múltiples trámites y procesos antes de que se seleccione un determinado corredor.

Se trata de una tramitación que consume recursos técnicos y económicos nada desdeñables, y que se dilata en el tiempo varios años. De aquí la necesidad de iniciar este proceso de manera priorizada.

Analizada la situación de la red autonómica de carreteras de Castilla y León en relación a las travesías se perfiló como necesario diseñar una herramienta que permitiera priorizar las posibles actuaciones de manera previa, sin que fuera precisa la redacción de dicho estudio informativo.

Como se indica, esta priorización debe ser previa a la redacción de los Estudios Informativos, aplazándose su laboriosa tramitación y coste si realmente la infraestructura no resulta prioritaria a corto plazo. Por lo que respecta a la mayor o menor rentabilidad de las distintas alternativas de una actuación, (dato que sólo se determina en el Estudio Informativo), no va ligada a la mayor o menor prioridad de dicha actuación.

Por todo ello, para acometer esta priorización la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León ha desarrollado una metodología objetiva, mediante la que, aportando valores numéricos a una serie de cuestiones sobre la situación de la travesía, se pueda obtener un indicador que establecerá el orden de prioridad de las variantes de población. Incluso tomar una decisión sobre su necesidad en el medio plazo.

3. METODOLOGÍA DE PRIORIZACIÓN EMPLEADA POR LA JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN.

3.1. CUESTIONES GENERALES

La metodología que se desarrolla tiene por objeto diseñar un indicador tipo para el que se puedan obtener unos valores numéricos asociados a cada una de las travesías de población existentes en la red de carreteras y mediante el que dichas travesías se puedan ordenar en función de su mayor o menor conflictividad.

El indicador a definir debe ser suficientemente operativo, para lo que:

- Ha de ser adecuado para el fin que se pretende, es decir, para definir el grado de “conflictividad” de una determinada travesía.
- Ha de ser lo más objetivo posible, basándose en cuestiones “medibles” y reduciendo al mínimo la subjetividad de posibles “estimaciones”.

- Ha de ser de obtención sencilla, sin precisar de una exhaustiva toma de datos de campo ni de la realización de complejos trabajos técnicos.

De acuerdo con estas consideraciones, el indicador tipo a diseñar para ser “adecuado” debe tener en cuenta las características de la propia travesía, de la población de la localidad, del tráfico de paso y de la accidentalidad.

Que se deban tener en cuenta las características de una travesía para estimar su conflictividad parece obvio, ya que será más conflictiva una travesía larga, con curvas, con estrechamientos que dificulten el cruce de dos vehículos, sin ancho para peatones, con semáforos, etc.

También parece lógico considerar la población de la localidad, ya que será más conflictiva una travesía de una localidad de 10.000 habitantes que soportan sus inconvenientes que otra con 100 habitantes.

Asimismo no hay que olvidar el tráfico que atraviesa la localidad, ya que será más conflictiva la travesía de una carretera que soporta diariamente el paso de 3.000 vehículos, que la de otra con 150 vehículos.

Por último, es claro que ha de contemplarse la accidentalidad de la carretera a su paso por el casco urbano, ya que será más conflictiva la travesía cuanto mayor sea el número de accidentes que se producen en ella.

Como se puede apreciar, en las cuestiones a considerar para el diseño del indicador tipo no se han incluido las características de la posible variante de población que eliminaría la travesía, ni su mayor o menor presupuesto. Ello es así por dos motivos, en primer lugar por tratarse de un indicador “de obtención sencilla”, previo a la redacción del Estudio Informativo de la variante (o de cualquier otro posible estudio que sin alcanzar este carácter se pretenda desarrollar), y en segundo lugar porque el presupuesto de la variante no tiene relación con la conflictividad de la travesía a la que elimina, viéndose afectado exclusivamente por los aspectos concretos de su longitud y su tráfico.

Sí puede existir una mayor relación entre la rentabilidad económica de la variante y la conflictividad de la travesía, ya que esta rentabilidad se basa en los beneficios que supone dicha variante y evidentemente estos beneficios serán mayores cuanto mayor sea su conflictividad (mayor ahorro de tiempo, alta intensidad de tráfico, menor número de accidentes, etc.).

Así, el indicador tipo diseñado (IVAR) se plantea como la suma ponderada de cuatro indicadores numéricos parciales (valorados cada uno hasta 100 puntos) a los que se aplica un coeficiente de ponderación en función de la importancia de cada uno de ellos. Estos son:

- índice de calidad de la travesía, I_{TRAV}
- índice de población, I_{LOC}
- índice de tráfico, I_{IMD}
- índice de accidentes, I_{ACC}

El indicador global, (máximo 100 puntos) se ajusta a la siguiente fórmula, que ya tiene en cuenta las distintas ponderaciones:

$$I_{VAR} = P_{TRAV} \times I_{TRAV} + P_{LOC} \times I_{LOC} + P_{IMD} \times I_{IMD} + P_{ACC} \times I_{ACC}$$

El valor de los coeficientes de ponderación (Pi) considerados en el análisis realizado por la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras ha sido el siguiente:

- | | |
|---|------|
| • Para el índice de calidad de la travesía (P_{TRAV}) | 35 % |
| • Para el índice de población (P_{LOC}) | 15 % |
| • Para el índice de tráfico (P_{IMD}) | 25 % |
| • Para el índice de accidentes (P_{ACC}) | 25 % |

El valor de estos coeficientes puede adecuarse en función de la mayor o menor importancia relativa que se dé a cada una de los cuatro indicadores parciales, aunque evidentemente ha de mantenerse el total del 100%.

3.2. OBTENCIÓN DE ÍNDICES PARCIALES ÍNDICE DE CALIDAD DE LA TRAVESÍA (I_{TRAV})

Se plantea su obtención como la suma ponderada de diez subíndices numéricos parciales que contemplan distintos aspectos estrictamente geométricos de la travesía que inciden en su menor o mayor conflictividad. Cada uno de éstos puede alcanzar un valor máximo de 10 puntos. Dichos subíndices se detallan a continuación (sin que el orden en el que se enumeran presuponga ninguna prioridad de uno respecto a los siguientes).

• Subíndice de longitud de la travesía (I_1)

Se corresponde con la longitud de la travesía medida entre los indicadores de localidad o en su defecto las señales de limitación de velocidad a 50 km/h. Una travesía de mayor longitud es, en principio, más conflictiva que otra de menor longitud.

El valor de este subíndice se concibe escalonado por tramos de 200 m (o fracción) de longitud de travesía y con un valor máximo para las travesías que superen los 1.800 m de longitud.

• Subíndice de salidas de vehículos (I_2)

Este subíndice tiene en cuenta el número de calles u otras carreteras confluyentes, diferenciándose entre entronques con buena o con mala visibilidad. Una travesía en la que existen más intersecciones es, en principio, más conflictiva que otra con menos intersecciones.

El valor de este subíndice es el del número de calles o carreteras que se cruzan, con un valor máximo para las travesías con al menos 10 entronques con visibilidad. Un cruce con visibilidad reducida se puntúa doblemente.



P-227. TRAVESÍA DE VILLABERMUDO

• **Subíndice de ancho medio de calzada (I_3)**

Considera este subíndice el ancho medio a lo largo de la travesía de la calzada destinada a la circulación de vehículos, es decir, incluyendo no sólo los carriles sino también los arcenes en caso de existir (aunque no las zonas habilitadas para aparcamiento). El valor de este subíndice oscila entre un máximo de 10 puntos para las travesías cuyo ancho medio sea inferior a 4 m y un valor nulo cuando dicho ancho supere los 6 m.

• **Subíndice de estrechamientos de calzada (I_4)**

Una travesía con puntos en los que se estrecha la calzada es más conflictiva.

Con este subíndice se agrupan a su vez otros dos parciales. El primero se corresponde con el número de estrechamientos exclusivamente de la calzada con un ancho por debajo de su valor medio ($I_{4.1}$), y el segundo el de la entidad de dichos estrechamientos, que se evalúa en base al ancho más desfavorable que se haya contemplado en los estrechamientos indicados ($I_{4.2}$).

El primer valor es función del número de estrechamientos, con un máximo para las travesías con al menos 2 estrechamientos de calzada. El del segundo se gradúa con un máximo para el estrechamiento más desfavorable (ancho medio inferior a 4 m) y con valor nulo cuando dicho ancho supere los 6 m.

El valor agrupado correspondiente al subíndice de estrechamientos de calzada se obtiene como media aritmética ponderada (considerando un coeficiente de ponderación de 2 para el segundo valor, por entender de mayor importancia la entidad de los estrechamientos que el número de éstos)

$$I_4 = \frac{I_{4.1} + 2 \times I_{4.2}}{3}$$

• **Subíndice de ancho medio de travesía (I_5)**

Éste hace referencia al espacio disponible descontando la calzada. Se obtiene partiendo del ancho medio entre edificaciones o zonas urbanizadas con respecto al propio ancho medio de la calzada.

El valor para este subíndice se propone escalonado, con un valor máximo (10 puntos) para travesías cuyo ancho medio libre sea inferior a 2 m y con un valor nulo cuando dicho ancho supere los 4 m. Si sólo existieran edificaciones en una margen se hace la abstracción de considerar la otra idéntica.

• **Subíndice de estrechamientos de travesía (I_6)**

Una travesía con más puntos en los que se estrecha la zona libre es en principio más conflictiva que otra con menos.

En este subíndice se integran dos aspectos mediante sendos valores parciales. El primero ($I_{6.1}$) sería el del número de estrechamientos de la travesía (exclusivamente en los que disminuya el ancho libre) hasta un ancho libre por debajo de su valor medio. El segundo el de la entidad de dichos estrechamientos, que se evalúa en base al ancho libre más desfavorable que se haya contemplado en los estrechamientos indicados ($I_{6.2}$).

El primer valor está en función del número de estrechamientos. El valor máximo se aplica a las travesías con al menos 3 estrechamientos del ancho libre.

El segundo valor es escalonado, con un máximo para el estrechamiento más desfavorable de ancho libre inferior a 2 m y con un valor nulo cuando dicho ancho libre supere los 4 m.

El valor del subíndice de estrechamientos de travesía se obtiene como media aritmética de los valores parciales indicados.

$$I_6 = \frac{I_{6.1} + I_{6.2}}{2}$$



CL-632. TRAVESÍA DE BRIVIESCA (BU)

• **Subíndice de pasos de peatones (I₉)**

El número de pasos de peatones no semaforizados es un factor que incide en la calidad. Una travesía con más pasos de peatones es más conflictiva.

El valor de este subíndice está en función del número de pasos de peatones señalizados como tales en la travesía, con un valor máximo (10 puntos) para las travesías con al menos 5 pasos de peatones.



AV-905. TRAVESÍA DE SAN JUAN DE LA NAVA

• **Subíndice de semáforos (I₈)**

Una travesía con más semáforos es más conflictiva que otra con menos.

El valor de este subíndice está en función del número de cruces regulados por semáforos. Su valor máximo (10 puntos) se da para las travesías con al menos 2 cruces de este tipo.



TRAVESÍA DE VILAFRANCA DEL BIERZO. CAMINO DE SANTIAGO (LE)

• **Subíndice de calidad del trazado (I₉)**

El trazado de la travesía es un factor que incide en la conflictividad. Si existen curvas de radio reducido, pendientes y cambios de rasante de parámetro reducido, estamos ante una situación más desfavorable.

En este subíndice se integran tres aspectos. El primero (I_{9.1}) es la longitud de trazado en curva o en recta; el segundo (I_{9.2}) atiende a los radios de las curvas, y el último (I_{9.3}) a las características del trazado en alzado.

El valor total del subíndice de calidad del trazado se obtiene como media aritmética ponderada de los tres valores (considerando coeficientes de ponderación de 2 para el segundo y tercero, dando menor peso al primero, ya que éste penaliza la existencia de curvas independientemente de sus radios y se entiende que se debe matizar para las curvas de radios grandes).

$$I_9 = \frac{I_{9.1} + 2 \times I_{9.2} + 2 \times I_{9.3}}{5}$$



BU-200. TRAVESÍA DE FUENTECÉN

• **Subíndice de situación de la travesía (I₁₀)**

Una travesía en la que las zonas edificadas se distribuyen por las dos márgenes de la carretera es, en principio, más conflictiva que otra que en la que la mayor parte de las edificaciones se concentran en una margen, ya que previsiblemente afectará a un mayor porcentaje de la población de la localidad.

Asimismo, las características de la carretera en las inmediaciones de la travesía también suponen un factor que influye en la calidad. Si la travesía se sitúa en una carretera con unas condiciones de trazado muy buenas hace que la disminución de velocidad a 50 km/h tenga gran incidencia para el tráfico.

En este subíndice se consideran ambos aspectos mediante dos valores parciales. El primero (I_{10.1}) tendrá en cuenta la distribución del suelo urbano como relación entre la diferencia de las superficies edificadas en ambas márgenes de la travesía y la superficie total edificada. El segundo valor (I_{10.2}) se gradúa en función del valor medio de las velocidades de circulación por la carretera, a uno y otro lado de la travesía.

El valor del subíndice de situación de la travesía se obtiene como media aritmética de los valores parciales indicados.

$$I_{10} = \frac{I_{10.1} + I_{10.2}}{2}$$

OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE LA TRAVESÍA (I_{TRAV})

El valor del índice de calidad de la travesía se obtiene como suma ponderada de los diez subíndices anteriormente descritos, afectados por un coeficiente de ponderación (P_i)

$$I_{TRAV} = \sum_{(i=1,10)} P_i \times I_i$$

En el análisis realizado por la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras se han tomado los coeficientes de ponderación (P_i) siguientes:

» 1,20 para los cinco subíndices que en mayor medida afectan a la conflictividad:

- LONGITUD DE LA TRAVESÍA,
- ANCHO MEDIO
- ESTRECHAMIENTOS DE CALZADA,
- SEMÁFOROS
- CALIDAD DEL TRAZADO

» 0,80 para los cinco restantes:

- SALIDA DE VEHÍCULOS,
- ANCHO MEDIO
- ESTRECHAMIENTOS DE TRAVESÍA
- PASOS DE PEATONES
- SITUACIÓN.

El valor de estos coeficientes podría modificarse en función de la mayor o menor importancia relativa que se dé a cada uno de los diez indicadores parciales, dependiendo de las características de cada red de carreteras o grupo de variantes que se analicen.

ÍNDICE DE POBLACIÓN DE LA LOCALIDAD (I_{LOC})

Se plantea su obtención como relación entre una determinada población estándar y la población de la localidad en la que se sitúa la travesía, con valor máximo para poblaciones que igualen o superen dicho valor estándar.

En el análisis realizado se ha tomado como “población tipo” la de 6.363 habitantes, que es la correspondiente a la localidad palentina de Aguilar de Campoo censada en el año 2012.

Lógicamente el valor de esta población podría modificarse para adecuar la metodología en función del tamaño y tipología de las localidades en las que se sitúan las travesías a analizar.

$$I_{LOC} = P_i \times 100 / 6363 \leq 100 \quad (P_i = \text{Población de la Localidad})$$

En el caso de que la población no se distribuya por igual a ambos lados de la travesía se plantea una reducción de la población real dividiendo esta por el resultado del cociente entre las superficies edificadas por ambos márgenes, pero con un valor límite del denominador de 3.

ÍNDICE DE TRÁFICO (I_{IMD})

La incidencia de la intensidad del tráfico es clara. Por ello se acude a las intensidades medias diarias (IMD) de vehículos ligeros y de vehículos pesados correspondientes a cada tramo en estudio, estimando los porcentajes de éstas que en el caso de plantearse la variante de población dejarían de pasar por la travesía, aunque en el caso de que esta estimación no sea factible se mantienen los datos de las intensidades iniciales.

Por otra parte, para tener en cuenta que el tráfico de vehículos pesados es más desfavorable que el de vehículos ligeros se considera una IMD total corregida, obtenida como la suma de la IMD de vehículos ligeros y 1,60 veces la IMD de vehículos pesados.

La obtención del índice se plantea como relación entre una determinada intensidad de tráfico tipo y la intensidad de tráfico de la carretera en el tramo en el que se sitúa la travesía, con valor máximo (100 puntos) para intensidades que igualen o superen dicho valor tipo, entendiendo en ambos casos que las intensidades corresponden a valores de la IMD total corregida.

En el análisis realizado se ha tomado como “IMD total corregida tipo” la de 4.000 vehículos/día.

El valor de este índice se obtiene de acuerdo con lo siguiente:

$$I_{IMD} = \text{IMDi corregida} \times 100 / 4.000 \leq 100$$

Lógicamente el valor de esta intensidad podría modificarse en función de las características de la red analizada.

ÍNDICE DE ACCIDENTES (I_{ACC})

Con este último indicador se atiende al número total de accidentes (con y sin víctimas) producidos exclusivamente en la longitud correspondiente a la travesía y sus 200 m. anteriores y posteriores de ésta durante los últimos cinco años.

El valor de este índice es función del número de accidentes de los que se haya tenido conocimiento en el periodo indicado, con un valor máximo para las travesías en las que se hayan producido al menos 5 accidentes.

Se aplica lo siguiente:

$$I_{ACC} = \text{Nº de accidentes} \times 20 \leq 100$$

3.3. PROCESO DE LOS DATOS. OBTENCIÓN DEL INDICADOR TIPO

El indicador tipo diseñado (ITRAV) se obtiene mediante una sencilla plantilla de una hoja de cálculo en la que, incluyendo los datos detallados anteriormente (longitud de la travesía, anchos medios, número y ancho de estrechamientos, población,

número de accidentes, IMD de ligeros y pesados, etc.), se calculan directamente tanto los índices parciales como el propio indicador. Este indicador, obtenido para cada travesía mediante la metodología descrita, resulta adecuado para el fin pretendido, ya que tiene en cuenta todas las cuestiones que se entiende afectan al grado de conflictividad de esa travesía.

Así mismo este indicador tipo es objetivo, ya que se basa en su totalidad en datos y mediciones objetivas, quedando únicamente como cuestiones relativamente subjetivas las posible falta de visibilidad en las salidas a cada travesía así como si existen o no problemas de perfil longitudinal (evitando valorar dichos problemas, lo que limita esta subjetividad).

Por último este indicador es de obtención sencilla, basándose el índice de calidad en datos que en su mayor parte se pueden

extraer de los inventarios de la red de carreteras de la Junta de Castilla y León, y de herramientas de internet como Google Maps y SIGPAC, mientras que el índice de población se basa en datos del padrón municipal publicados en el NOMENCLÁTOR de la página web del Instituto Nacional de Estadística, el índice de tráfico en los Mapas de Tráfico y Velocidades publicados por la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras y el índice de accidentes en datos aportados por el Servicio de Conservación y Explotación de la indicada Dirección General.

Los valores de las características geométricas, de población, de tráfico y de accidentes se introducen en una tabla general (Fig. 1), a partir de la cual la aplicación calcula los distintos subíndices (Fig. 2), e índices, dando como resultado la puntuación de cada travesía (Fig. 3).

FIGURA 1

LOCALIDAD	LONGITUD	LONGITUD EN RECTA	LONGITUD EN CURVA R<150 m	PROBLEMAS EN ALZADO	MEJORA DE RASANTE	Nº DE SALIDAS	SALIDAS SIN VISIBILIDAD	ANCHO MEDIO DE CALZADA	ESTRECHAMIENTO DE CALZADA	ANCHO MÍNIMO DE ESTRECHAMIENTO	ANCHO MEDIO DE TRAVESÍA	ESTRECHAMIENTO DE TRAVESÍA	ANCHO MÍNIMO DE ESTRECHAM.	Nº DE PASOS DE PEATONES	Nº DE SEMÁFOROS	SUP. EDIF. EN M. DERECHA	SUP. EDIF. EN M. IZQUIERDA	VELOCIDAD DE CARR. ENTRADA	VELOCIDAD DE CARR. SALIDA	POBLACIÓN	IMD DE VEH. LIGEROS	IMD DE VEH. PESADOS	Nº DE ACCIDENTES
Variante A	1.455	690	90	1	1	18	3	9,0	0	9,0	17,0	3	14,0	6	0	11,1	26,03	90	70	923	1.645	124	4
Variante B	1.075	655	252	1	0	25	11	6,0	3	5,0	9,0	7	5,0	0	0	14,14	8,07	90	90	416	668	21	3
Variante C	1.275	519	109	1	1	15	2	7,0	1	4,0	11,0	1	5,0	3	2	8,91	11,17	70	90	467	1.207	91	2

FIGURA 2

SUBÍNDICES DE CALIDAD DE LA TRAVESÍA										
LOCALIDAD	11 (LONGITUD)	12 (SALIDAS)	13 ANCHO DE CALZADA	14 (ESTRECHAMIENTO DE CALZADA)	15 (ANCHO DE TRAVESÍA)	16 (ESTRECHA M. TRAVESÍA)	17 (PASOS DE PEATONES)	18 (SEMÁFOROS)	19 (TRAZADO)	10 (SITUACIÓN)
Variante A	8,00	10,00	0,00	0,00	0,00	5,00	10,00	0,00	1,52	6,75
Variante B	6,00	10,00	0,00	6,67	5,00	10,00	0,00	0,00	5,18	8,65
Variante C	7,00	10,00	0,00	8,33	0,00	6,50	6,00	10,00	1,76	8,20

FIGURA 3

LOCALIDAD	ÍNDICE DE CALIDAD	ÍNDICE DE POBLACIÓN	ÍNDICE DE TRÁFICO	ÍNDICE DE ACCIDENTES	ÍNDICE TOTAL
Variante A	37	15	46	80	47
Variante B	48	7	18	60	37
Variante C	57	7	34	40	40

4. REFLEXIONES SOBRE EL VALOR DE REFERENCIA.

Con la metodología anteriormente indicada se obtiene para cada travesía un indicador (valorado entre 0 y 100), pudiendo determinarse un orden de prioridad de las distintas actuaciones. Será más prioritaria la actuación para la que dicho indicador sea mayor.

Dentro de esa prioridad debe lógicamente existir un umbral por debajo del cual la correspondiente actuación no es prioritaria en absoluto (con la salvedad de que la situación ideal de una red de carreteras es la inexistencia de travesías de población). Este umbral se obtiene fijando a su vez umbrales mínimos para cada uno de los índices y subíndices parciales.

En el análisis realizado por la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras se han considerado los umbrales que a continuación se detallan:

» Para el índice de calidad de la travesía se consideran los siguientes umbrales de los subíndices parciales:

- Índice de longitud de la travesía. Umbral 3, equivalente a una longitud de 600 m.
- Índice de salidas de vehículos. Umbral 8.
- Índice de ancho medio de calzada. Umbral 2, equivalente a un ancho medio de calzada no menor de 5 m.
- Índice de estrechamientos de calzada. Umbral 5.
- Índice de ancho medio de travesía. Umbral 5, equivalente a un ancho medio libre (sin incluir calzada) no inferior a 2 m.
- Índice de estrechamientos de travesía. Umbral 5,50.
- Índice de pasos de peatones. Umbral 4, equivalente a 2 pasos de peatones.
- Índice de semáforos. Umbral 0, sin pasos de peatones.
- Índice de calidad del trazado. Umbral 5.
- Índice de situación de la travesía. Umbral 5.

Con estos subíndices parciales se obtiene un umbral para el índice de calidad de la travesía de 40.

» Para el índice de población se establece un umbral de 13, correspondiente a una población de 800 habitantes.

» Para el índice de tráfico se establece un umbral de 25, correspondiente a una IMD corregida de 1.000 vehículos/día.

» Para el índice de accidentes se establece un umbral de 40, correspondiente a 2 accidentes en los últimos 5 años.

Con estos valores el umbral del indicador tipo de una travesía que hace aconsejable la construcción de su variante es 32, agrupándose las actuaciones cuyo indicador supera este valor y priorizándose entre ellas en función del mismo.

El valor de estos umbrales podría modificarse para el uso de esta metodología en otras redes de carreteras. Lógicamente variaría también el valor del umbral del indicador tipo. Partiendo de los resultados obtenidos, la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras considera prioritaria la puesta en marcha escalonada de las actuaciones correspondientes al grupo de travesías con indicador tipo I_{VAR} superior a 32, pero ello no tiene por qué suponer a priori que las actuaciones correspondientes al resto de las travesías (cuyo IVAR no alcanza el valor de 32) no deban acometerse posteriormente.

El indicador tipo diseñado resulta suficientemente versátil para permitir priorizar también las actuaciones correspondientes a este segundo grupo de travesías (de $I_{VAR} < 32$), para lo que se procede a agruparlas en función de si alguno o algunos de sus índices parciales (de calidad de la travesía, de población, de tráfico o de accidentes) supera su umbral mínimo.

Definidos los distintos grupos, se procede a priorizar entre ellos, para lo que se ha establecido el siguiente orden de trascendencia de los índices superados (ordenados de mayor a menor): Índice de calidad de travesía, índice de accidentes, índice de tráfico e índice de población.

Dentro de cada grupo las actuaciones se priorizan en función del valor del indicador tipo, con lo que así se ha conseguido ordenar la totalidad de las posibles actuaciones en función de su prioridad, entre un primer grupo de prioridad muy alta con travesías de indicador tipo IVAR superior a 32 y un último grupo de prioridad muy baja con travesías para las que todos los índices parciales son inferiores a los umbrales ($I_{TRAV} < 40$, $I_{LOC} < 13$, $I_{IMD} < 25$, $I_{ACC} < 40$).

5. CONCLUSIÓN.

Conocer cuáles son las prioridades a la hora de abordar la programación de cualquier actuación en una Red de Carreteras, es claramente una necesidad.

El método desarrollado por la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, para el caso de las variantes de población, es una herramienta más, que permite de manera objetiva y sencilla “poner una nota” a cada travesía, de forma que se pueda establecer un orden antes de iniciar la larga tramitación de este tipo de actuaciones. En concreto, la Redacción de Estudios Informativos, las Evaluaciones Ambientales, los Procesos de Información Pública, etc.

Los resultados que se obtienen añaden un nuevo punto de vista frente a otras valoraciones más subjetivas pero muy habituales en este tipo de actuaciones.

Los casos más extremos, absoluta necesidad o total falta de ella, se confirman con esta herramienta, que alcanza su mayor valor para el análisis de las situaciones intermedias, en las que la subjetividad citada anteriormente puede tener mayor incidencia.

COMPROMETIDOS CON LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN



Ofrecemos una solución integral de productos que cubre todas las necesidades de las obras de infraestructura y construcción. Con la mayor variedad de insumos energéticos, asesoramiento técnico y un desarrollo logístico para dar abastecimiento en cualquier lugar de país.

En YPF, construimos el mejor servicio para tu empresa.