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. ROBERTO LOREDO**
Tesorero: **Sr. NÉSTOR FITTIPALDI**
Protesorero: **Ing. MIGUEL MARCONI**
Director de Relaciones Internacionales: **Lic. MIGUEL A. SALVIA**
Director de Actividades Técnicas: **Ing. MARIO LEIDERMAN**
Director de Capacitación: **Ing. NORBERTO CERUTTI**
Director de Difusión: **Ing. JORGE SANTOS**

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

STAFF

CARRETERAS
Año LX - Número 223
Octubre 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. 10

INSTITUCIONAL
64º ANIVERSARIO DE LA AAC

PÁG. 12

JORNADA
SOBRE CAMINOS RURALES

ÍNDICE

Nota Editorial 04
Próximos Eventos 08
64º aniversario de la Asociación Argentina de Carreteras 10
Jornada sobre Caminos Rurales 12
Repercusiones y Futuras Actividades sobre Caminos Rurales 16
La conservación de los caminos en la República Argentina 18
La Ley Fast de EE.UU.: Un trabajo inconcluso 26
La conservación de las carreteras españolas 30
Cuarta edición del seminario sobre seguridad vial aplicada 36
XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito 39
80º Aniversario DVBA 44
Ruta Interestatal Nº95, Estados Unidos 47
AUBASA se expande y sumará la administración de nuevas rutas 54
Importantes inversiones en transporte para Misiones, Chaco y Mendoza 58
El Ministerio de transporte presentó un plan de 14.000 millones de dólares para los trenes metropolitanos 60
XV Congreso Internacional de Vialidad Invernal 2018 64
Breves 66

TRABAJOS TÉCNICOS

01. Transiciones de pavimentos de hormigón 72
02. Alternativas sustentables en la producción de asfaltos: modificación con polvo de polietileno reciclado 78
03. Asfaltos altamente modificados 85
04. Mezclas asfálticas sustentables: la opción WAM-RAP 93

DIVULGACIÓN

05. Mezcla reciclada templada con emulsión a tasa total en capa de rodadura: una propuesta de diseño, fabricación y puesta en obra 99

PÁG. 18

NACIONAL
LA CONSERVACIÓN DE LOS CAMINOS EN LA ARGENTINA

PÁG. 39

CONGRESO
XVII CONGRESOS ARGENTINOS DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

Ing. Guillermo Cabana
Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras

Editorial

CONSERVACIÓN: UNA INVERSIÓN NECESARIA

Muchos estarán leyendo estas líneas en la ciudad de Rosario, en nuestro **XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito**.

Esperamos estar disfrutando de un acontecimiento de gran importancia para la vialidad y el transporte en nuestro país y en nuestra región.

Esperamos, también, que todo el esfuerzo dedicado por el numeroso equipo que está abocado a la organización del congreso haya dado sus frutos y estemos compartiendo valiosos momentos.

Han transcurrido nueve meses desde el cambio de gobierno ocurrido en nuestro país y hemos asistido a los anuncios de un ambicioso plan vial, que ya ha sido tratado en esta revista con entrevistas a sus principales actores. Esperamos fervientemente que ese plan se convierta en obras que mejoren la vida de todos los argentinos.

Creemos que el enfoque dado a las obras a ejecutar constituye un paso positivo ya que no solo centra la mirada en la mejora de la transitabilidad, sino también en la seguridad vial, ya sea mediante la construcción de autopistas como también de lo que se ha dado en llamar “rutas seguras”, esto es, rutas con ancho suficiente, con banquinas pavimentadas, con carriles de sobrepaso allí donde se justifique, con cruces a distinto nivel y con la eliminación de travesías urbanas, como principales características.

Toda mejora que se instrumente será bienvenida. Los anuncios de actualización de normas, especificaciones y procedimientos también son un dato positivo para el futuro inmediato.

Pero en este número pretendemos explayarnos sobre algo de lo que se ha hablado muy poco: el mantenimiento de las redes viales.

Podremos comprobar en las páginas de esta revista cómo este tema es de vital importancia y es analizado con preocupación por las autoridades y los organismos de carreteras en el mundo entero.

Veremos como ejemplos la preocupación en España y en los Estados Unidos de América.

Hace un tiempo tuvimos la oportunidad de recibir visitantes de África, en busca de conocer distintas soluciones al mantenimiento, en situación tal vez mucho más precaria que la nuestra. Y vimos en nuestro Congreso Argentino de Caminos Rurales las graves deficiencias de mantenimiento de las redes de caminos de tierra.

Es decir: es un tema de agenda común a todos los países y a todos los tipos de camino.

En particular, en nuestro país, es preocupante el estado de la red principal, la red vial nacional, por cuanto observamos su progresivo deterioro sin la correcta atención. Por otra parte, también es alarmante la poca atención que las provincias prestan, en general, a sus redes, muchas veces por falta de presupuestos adecuados.

Como todos sabemos, la parte de la red nacional de mayor volumen de tránsito fue atendida por más de dos décadas por el sistema de concesiones. Lejos del éxito inicial, hoy asistimos a una red en franco deterioro por desacertadas políticas de concesión que esperamos que ahora, en esta nueva etapa, sean superadas.

Aspiramos a que la red de más alto volumen de tránsito -la que más riqueza genera a nuestra nación siempre que se encuentre en buen estado de conservación- sea sometida a una sistema de concesiones claro, donde el concesionario sea responsable por la totalidad de lo que ocurre en el corredor, y al mismo tiempo, sea el único responsable de decidir las políticas de conservación a aplicar para cumplir con los parámetros de estado que el concedente exija, de acuerdo a la categoría de la ruta y sus requerimientos. Un sistema claro, que evite las dilaciones en el cumplimiento de las obras y acciones en detrimento del bienestar del usuario. Un sistema sencillo, fácil de controlar y de administrar.

Pero el resto de la red también debe ser atendido, y en ese segmento vemos con esperanza que han empezado a adjudicarse algunos contratos C.Re.Ma., pendientes desde la gestión anterior.Creemos que este sistema ha demostrado ser eficiente a la hora de mantener la transitabilidad, y también el patrimonio vial, e insistimos en que debe ser extendido a mayores porciones de la red. Es un sistema que nació en nuestro país y que luego se difundió exitosamente por el mundo, incluso llegando a desarrollarse mucho más en algunos países vecinos que en el nuestro.

Debemos tomar conciencia del valor de nuestra red: hoy sería imposible materializarla nuevamente, por lo que debemos cuidar lo que tenemos.

Deben tomar conciencia los encargados de la administración de carreteras de esta responsabilidad que les cabe.

Si consideramos la importancia que el transporte por carreteras tiene en nuestro país, es imprescindible que esa conciencia se haga cada día más clara.

En algunas jurisdicciones se ha tratado de implantar una ley por la cual se asegure una inversión mínima anual al mantenimiento en función del valor del patrimonio que representa la red; aunque mucho más importante que contar con esa ley es contar con rutas en buen estado y tomar conciencia de la responsabilidad que ello conlleva.

De cara a las elecciones generales en España, la AEC conformó una mesa de debate sobre el tema carretero con los representantes de los distintos partidos políticos. Y si bien hubo disenso en algunos temas, en otros tantos hubo coincidencia:

- **Invertir más en conservación.**
- **Incorporar nuevas tecnologías.**
- **La necesidad de consenso entre los partidos a la hora de establecer programas viales.**

Compartimos todo esto, y creemos que, así como sucedió en los EE.UU., nosotros también podemos lograrlo, y de esa manera asegurar fondos para algo que es sustancial para la riqueza de nuestra nación y el bienestar de todos sus ciudadanos.

Los sistemas que proponemos para la conservación han demostrado ser no sólo una solución para el mantenimiento del buen estado de nuestras rutas, sino también un motor de innovación y de incorporación de nuevas tecnologías. Y estamos seguros de que lo seguirán siendo en el futuro, en la medida en que avancemos en los contratos de conservación por resultados.

Confiamos en que todo esto se pueda ir dando progresivamente en nuestro país y, mientras tanto, seguiremos, como siempre, trabajando por más y mejores caminos.

Los esperamos en Rosario y deseamos poder compartir buenos momentos en una ciudad maravillosa de la mano de un congreso que promete ser el punto de encuentro de la vialidad argentina y de habla hispana de este 2016.

Ing. Guillermo Cabana

Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras

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**

XVII CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

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 Asfalto**, 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

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 la 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 tendrá el objetivo de proponer medidas en todos los ámbitos que permitan avanzar en el cumplimiento de las metas establecidos en los cinco pilares de la década. 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 la región de 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 proveedores, fabricantes y todos los interesados en el ámbito de la seguridad vial.

7° CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE PESAJE EN MOVIMIENTO - ICWIM7

7 al 10 de noviembre
Foz do Iguazú, Brasil
» www.is-wim.org/icwim7

La Conferencia Internacional sobre Pesaje en Movimiento llega por primera vez a Latinoamérica, con la realización de su 7° edición en Foz do Iguazú, Brasil, y contará con la participación de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC) y el Departamento Nacional de Infraestructura para el Transporte (DNIT).

ICWIM7 contará con una serie de sesiones especiales diseñadas para abarcar un amplio rango de temas técnicos relacionados con los vehículos de carga y los sistemas de peso y medición, incluyendo las mejores prácticas, nuevos desarrollos, análisis del transporte y políticas relacionadas.

Será un foro internacional sobre tecnologías de pesaje en movimiento, nuevos estándares, desarrollo, aplicación y operación de nuevas tecnologías y políticas para el sector. Además, facilitará el encuentro en usuarios y proveedores de sistemas de pesaje, sensores y tecnologías relacionadas.

Dirigido a:

Fabricantes, vendedores y usuarios de sistemas de pesaje en movimiento y equipamientos relacionados. Funcionarios y legisladores responsables de las regulaciones de control del transporte de cargas y del diseño, construcción y mantenimiento de la infraestructura vial. Investigadores, desarrolladores y estudiantes de tecnologías relacionadas con el pesaje en movimiento, analistas de datos de transporte y logística.

XIX CONGRESO LATINOAMERICANO DE TRANSPORTE PÚBLICO Y URBANO - CLATPU

7 al 11 de noviembre 2016
Montevideo, Uruguay
» www.clatpu.org

Los Congresos Latinoamericanos de Transporte Público y Urbano son eventos internacionales que surgen de la evolución del Encuentro Latinoamericano de Transporte Público y del Encuentro Técnico Latinoamericano de Transporte Urbano. Son organizados por la Fundación Latinoamericana de Transporte Público y Urbano, organización no gubernamental fundada e integrada por reconocidos expertos internacionales, con sede en la C.A.B.A.

La realización de estos congresos tiene como objetivo fundamental el intercambio de experiencias de orden práctico entre ciudades y países, la diseminación tanto del conocimiento como del avance teórico que la región experimenta y la discusión sobre las particularidades de temas considerados de relevancia para el transporte en general, y en particular para el transporte público en el contexto urbano. En la actualidad, la preocupación central se relaciona con las problemáticas de la movilidad, la seguridad vial, la sustentabilidad ambiental, económica e institucional de los sistemas de transporte y la inclusión social. Por ello, el lema de esta XIX edición será “Nuevas tecnologías, eficiencia y sustentabilidad en el transporte para beneficio de las ciudades”.

Dirigido a:

Autoridades nacionales, regionales y municipales de tránsito y transporte, operadores, consultores, profesores y estudiantes universitarios y todas las personas interesadas en la temática del transporte, la movilidad urbana y la recuperación del espacio público.

INTERTRAFFIC MÉXICO 2016

16 al 18 de noviembre
Ciudad de México, México
» www.intertraffic.com/es/mexico

La reconocida marca mundial y exposición líder para la industria del tránsito y soluciones de movilidad, Intertraffic, llega a México. Intertraffic México 2016 es una exhibición internacional de infraestructura, gestión de tránsito, seguridad, administración y desarrollo de estacionamientos y movilidad inteligente, que se llevará a cabo entre el 16 y 18 de noviembre del corriente año en el Centro Banamex de la Ciudad de México.

Además, es la más grande exposición B2B de tránsito, con más de 120 expositores de 20 países, y representa para los participantes una oportunidad de networking y conocer los desarrollos tecnológicos, innovaciones y soluciones para el tránsito.

Asimismo, ofrece un programa de conferencias de alto nivel y eventos especiales para que los visitantes adquieran conocimientos en cinco temas centrales: infraestructura, gestión de tránsito, seguridad, administración y desarrollo de estacionamientos y movilidad inteligente.

Dirigido a:

Funcionarios públicos nacionales, regionales y municipales, autoridades de transporte público, empresas de construcción e ingeniería, concesionarias de carretera, distribuidores, agentes y comerciantes de equipo de tránsito y estacionamiento, operadores de transporte público y privado.

64º ANIVERSARIO
de la Asociación Argentina de Carreteras

La Asociación Argentina de Carreteras celebró su 64º aniversario, que se cumplió el pasado 21 de julio.

El cóctel conmemorativo se llevó a cabo en el Salón Auditorio de la AAC y contó con la participación de **Guillermo Dietrich**, **Ministro de Transporte de la Nación**; **Hugo Naranjo, presidente del Consejo Vial Federal**; **Juan Chediack**, **presidente de la Cámara Argentina de la Construcción**; **Daniel Indart, presidente de la Federación Argentina de Entidades Empresarias del Autotransporte de Cargas (FADEEAC)**; **Alfredo Severi, presidente de la Cámara Argentina de Consultoras de Ingeniería (CADECI)**, y otras autoridades vinculadas al sector vial, además de socios, representantes de empresas asociadas y profesionales relacionados con la actividad vial y del transporte por carretera.

El presidente de la asociación, **Guillermo Cabana**, agradeció la participación de todos, destacó los logros de la entidad y mencionó las principales actividades de la AAC en este último año, resaltado la exitosa organización del **Congreso Argentino de Caminos Rurales** el pasado junio en la ciudad de Olavarría, y el cada vez más cercano **XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito**, que se desarrollará en octubre, en Rosario, donde espera **"encontrar a todos los actores del sector vial para hacer un gran congreso"**.

Tras sus palabras, **Cabana** invitó al ministro **Dietrich** a dirigirse a los presentes. El funcionario mencionó el Plan Nacional de Vialidad que busca en los próximos cuatro años duplicar la cantidad de autopistas existentes y transformar las rutas de doble mano en rutas seguras con el objetivo de mejorar la seguridad vial, los tiempos de viaje y la conectividad federal, además de fomentar el desarrollo de las economías regionales en todo el país.

"Estamos ante una oportunidad histórica para construir la infraestructura que Argentina necesita para crecer y ser todo lo que puede ser. Para lograrlo tenemos equipos con profesionales capacitados. Cada uno fue elegido por su idoneidad y no por ser amigo de…", expresó Dietrich. En referencia a la nueva forma de gestionar lo público con transparencia aseguró que *"se puede hacer obra pública sin corrupción"*, y reafirmó la necesidad de contar con el compromiso de todos los actores del sector para lograrlo.

Luego se llevó a cabo la entrega de distinciones a los socios que cumplieron 30 años apoyando a la institución:

30 años

- Consejo Vial Federal (CVF)
- Perales Aguiar S.A.

Como cierre de la noche, **Hugo Naranjo** efectuó un brindis junto a los presentes y agradeció la oportunidad de presidir el CVF, lo que le permitirá seguir trabajando en conjunto con todas las provincias en el desarrollo y crecimiento del sistema vial argentino. •

SOCIOS QUE CUMPLIERON 30 AÑOS

• Consejo Vial Federal (CVF)

• Perales Aguiar S.A.

SE REALIZÓ LA JORNADA SOBRE CAMINOS RURALES
en la 130°Exposición de Ganadería, Agricultura e Industria de la Rural

Con la presencia de intendentes de municipios rurales de Buenos Aires, productores agrarios, funcionarios provinciales, nacionales y representantes de los distintos sectores involucrados en la problemática, el pasado 20 de julio se llevó a cabo la Jornada "Caminos Rurales: Un freno para el desarrollo" en el Predio Ferial de Palermo, en el marco de la 130° Exposición de Ganadería, Agricultura e Industria.

Esta jornada, organizada por la **Asociación Argentina de Carreteras**, el **Instituto del Cemento Portland Argentino** y la **Sociedad Rural Argentina**, se concibió como una continuación del exitoso **Congreso Argentino de Caminos Rurales** que se llevó a cabo en junio en Olavarría.

El acto de apertura contó con la participación de **Guillermo Cabana**, presidente de la **Asociación Argentina de Carreteras**; **Daniel Pelegrina**, **vicepresidente primero de la Sociedad Rural Argentina**; y **Enrique Romero**, **director del Instituto del Cemento Portland Argentino**, quienes dieron la bienvenida a los presentes y plantearon la necesidad de generar espacios como éste, donde se pueda discutir el impacto de los caminos rurales en el sistema productivo y logístico nacional, y donde se impulsen planes para lograr una solución definitiva al problema que representa el mal estado de esta red terciaria del país.

Pellegrina destacó que para la Sociedad Rural *"es un tema prioritario, no sólo para el traslado de la producción, sino también por temas sociales como la educación y la salud". Y agregó: "Nuestra planificación de cara al futuro tiene que prestar atención a diversos aspectos. Por ejemplo, según especialistas en clima, los próximos años serán de muchas lluvias, por lo que habrá que estar preparados y preparar bien nuestros caminos".*

Por su parte, **Cabana** aseguró que *"para crecer se deben llevar adelante tres pasos: primero tener la discusión con los sectores políticos para saber cuál es la realidad de los caminos rurales; luego repasar las experiencias exitosas de mantenimiento de estos caminos; y en tercer lugar plantear diversas alternativas técnicas para resolver la problemática". Además, sostuvo que "si bien en los últimos años se han realizado trabajos en la red vial rural, el atraso aún es significativo y en muchos casos se ha hecho un abandono total de estos caminos. Por eso, es importante revertir la situación y que este tema vuelva a estar en la agenda política, porque estos accesos también son esenciales para cuidar la salud y la educación de los argentinos"*.

A continuación se desarrolló la mesa redonda de intendentes, que contó con la participación de **Ezequiel Galli (Olavarría)**, **Cecilio Salazar (San Pedro)**, **Carlos Alberto Sánchez (Tres Arroyos)**, y **Eduardo Campana (General Villegas)** y contó con la moderación del periodista especialista en agro, **Matías Longoni**.

la Jornada sobre Caminos Rurales

Durante una hora y media los mandatarios expusieron acerca de la situación actual de los caminos rurales en su municipio, la relación con los productores y las instituciones del sector, las formas de gestión llevadas adelante por cada uno y los métodos de financiación de estas tareas por la tasa vial y otros tributos relacionados, casi siempre insuficientes.

El intendente de Olavarría, **Ezequiel Galli**, sostuvo que "*es una problemática que nos tiene muy ocupados y preocupados, no sólo por el estado de los caminos, sino también por el parque vial del municipio. El estado de las máquinas es deplorable, prácticamente contamos con sólo dos máquinas…". Y agregó: "Es un problema que acarreamos muchos distritos, pero que es difícil de afrontar con el presupuesto municipal, ya que casi el 100% de los recursos que entran por la tasa vial se destinan a mantenimiento".*

Como conclusión, **Galli** planteó que *"es completamente necesario un plan tanto nacional como provincial, ya que sin ayuda los municipios no pueden hacer frente a los costos. Si no hay un plan de acción y de financiamiento para ayudar a los municipios, será imposible".*

Por su parte, **Cecilio Salazar**, intendente de San Pedro, detalló que su municipio cuenta con 1600 kilómetros de caminos rurales y aseguró que *"la mayoría de ellos durante más de diez años estuvieron sin ninguna atención, prácticamente abandonados y por eso, desde que asumimos, nos pusimos como objetivo tratar de ir reparando de a poco, a razón de 100 km por mes".*

Además, puntualizó que desde el municipio se está trabajando para *"recomponer la relación con los productores, ya que en San Pedro existe un polo de producción frutícola muy importante, pero con los problemas de transitabilidad se fue reduciendo significativamente"*. Y finalizó: *"Esperamos que tanto el gobierno nacional como el provincial pongan en agenda el tema de los caminos rurales ya que tenemos una inmensa oportunidad de crecimiento con el sector agropecuario"*.

Carlos Alberto Sánchez, intendente de Tres Arroyos, remarcó que su municipio *"está a cargo de una red vial de 2500 km que no está en tan malas condiciones, pero hay muchas cosas para seguir haciendo, incluso después de un trabajo de 15 años que nos ha dado resultados positivos"*. Además, detalló que se logró mejorar la situación cuando *"se afectó un 70% de la tasa vial a los caminos para la agricultura y luego se creó un ente descentralizado para encargarse del tema, que recibe los fondos directamente y afecta 32 millones de pesos por año a la red vial, incluyendo tasas y la coparticipación de la provincia"*.

Sánchez concluyó que *"lo que se debe hacer en primer término es darle a los municipios una financiación más acorde a la realidad, sobre todo para la adquisición de equipos; además, se les debe dar ayuda técnica, de estudios y de obras hídricas. Hay que pensar que no lo hacemos para el año que viene, sino que es un proyecto a largo plazo"*.

En el cierre, **Campana** remarcó que *"si el municipio no recibe dinero de la provincia o de la Nación, las tareas son imposibles de ejecutar, pero por suerte hoy se ve que hay vocación de trabajo desde el gobierno provincial". Y agregó que, más allá de eso, "es fundamental que los municipios se unan para planificar y trabajar en conjunto de cara al futuro, independientemente de las banderas políticas".*

La segunda sesión se dedicó a la presentación de ideas y propuestas para la mejora de los caminos rurales de diferentes instituciones. Este panel contó con las presentaciones de **Ernesto Ambrosetti**, de la Sociedad Rural Argentina; **Bernardino Capra**, de la Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires; **Diego Calo**, del Instituto del Cemento Portland Argentino; **Alejandro Gennari** y **Juan Alberto Sosa,** del Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP); y **Miguel Ángel Salvia**, de la Asociación Argentina de Carreteras.

Ernesto Ambrosetti, economista jefe del Instituto de Estudios Económicos de la SRA, realizó una presentación sobre la situación del campo y las pérdidas económicas y sociales que se generan por no contar con transitabilidad permanente en los caminos rurales, lo que afecta el desarrollo local, regional y nacional.

Luego fue el turno de **Bernardino Capra**, quien presentó un diagnóstico del estado de situación de la red vial provincial

no pavimentada, realizado por la Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires, y planteó las principales líneas de trabajo que implementarán desde esa repartición para lograr la mejora de estos caminos.

A continuación, **Diego Calo** exhibió una propuesta desarrollada por los técnicos y profesionales del Instituto del Cemento Portland Argentino para lograr solucionar el problema de los caminos rurales, brindando transitabilidad permanente.

Tras ello, **Alejandro Gennari** y **Juan Alberto Sosa** presentaron los trabajos ejecutados, en ejecución y proyectados para infraestructura pública en caminos rurales que vienen realizando desde el Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP), que depende la Unidad para el Cambio Rural (UCAR), en el ámbito de actual Ministerio de Agroindustria de la Nación.

Por último, **Miguel Ángel Salvia** realizó la presentación del documento de la Asociación Argentina de Carreteras *"Los Caminos Rurales en Argentina: un freno al desarrollo"*, que expresa un diagnóstico de la situación actual, los pasos a seguir para introducir un cambio profundo con la generación de un Plan Estratégico y su financiación, que permita no sólo la conservación sino la mejora definitiva del sistema de caminos rurales del país.

Las conclusiones y el cierre del evento estuvieron a cargo de **Daniel Indart**, presidente de la Federación Argentina de Entidades Empresarias del Autotransporte de Cargas (FADEEAC), y **Guillermo Cabana**, presidente de la Asociación Argentina de Carreteras, quienes agradecieron a todos los presentes y a la Sociedad Rural por el apoyo y el espacio brindado, expresaron su satisfacción por el nivel de las presentaciones y confiaron en que este tipo de jornadas sirvan para encaminar acciones que dejen atrás esta problemática y logren el pleno desarrollo del sector productivo rural del país. •

REPERCUSIONES Y FUTURAS ACTIVIDADES SOBRE CAMINOS RURALES

La organización del *Congreso Argentino de Caminos Rurales*, en Olavarría, y de la jornada sobre esta temática dentro de la *130° Exposición de Ganadería, Agricultura e Industria de la Rural* ha demostrado que la problemática de los caminos terciarios está entre las principales preocupaciones tanto de los intendentes como de los productores y usuarios de esas vías, y que también es un tema presente para las autoridades provinciales y nacionales del área.

Una muestra de ello es la importante repercusión que han tenido ambas actividades en los medios nacionales y locales, tanto escritos como en radio, televisión e internet.

Sabemos que un sistema de transporte integrado -donde el tránsito carretero cumpla su función- requiere una red de caminos que permita no solo la comunicación por rutas o autopistas nacionales y su vinculación con los caminos provinciales, sino también el desarrollo del eslabón básico que vincule a las explotaciones productivas con todo el sistema de transporte. Ese sistema -el de los caminos llamados terciarios- demanda no solo su desarrollo sino también su mantenimiento permanente.

Un sistema racional de transporte exige la interacción entre todas sus partes porque cada una de ellas tiene una funcionalidad específica, y en el caso de los caminos terciarios ésta es la de permitir la relación de la producción con el conjunto de la economía nacional. La falla en cualquiera de las partes del sistema implica sobrecostos para la producción y un deterioro del producto nacional.

Por este motivo, la **Asociación Argentina de Carreteras** hace muchos años viene bregando por desarrollar una política activa y planes que contemplen a este eslabón básico de la cadena de transporte, que requiere de una acción concreta, proyectos, recursos y formación técnica para que nuestros establecimientos productivos gocen de una transitabilidad permanente.

El tema ha estado presente en todas nuestras acciones a lo largo de décadas, insistiendo con las autoridades y las entidades productivas en la necesidad de generar un plan que evite los sobrecostos generados por este segmento de la red de caminos.

La importancia del tema y la necesidad de llegar a una resolución que le brinde transitabilidad permanente a estos caminos lleva a que la **Asociación Argentina de Carreteras** continúe con la realización de actividades relacionadas con esta materia, que se canalizarán a través de la Comisión de Caminos Rurales de nuestra entidad.

Una muestra de ello es el próximo **XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito**, que tendrá en su programa técnico conferencias relativas a metodologías de mantenimiento de este tipo de caminos, además de una Mesa Redonda de debate acerca de la situación y problemática actual, convencidos de la necesidad de intercambiar ideas para encontrar propuestas y fomentar la toma de decisiones correctas.

Confiamos en que las actividades realizadas este año, y también las que vendrán, lograrán poner el tema en agenda de manera que se pueda llevar a cabo un plan integral que brinde una solución definitiva para estos caminos por tantos años olvidados. •

LA CONSERVACIÓN DE LOS CAMINOS
EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

El mantenimiento de las redes viales es y ha sido una preocupación constante de la *Asociación Argentina de Carreteras*. En esta nueva etapa que se está abriendo en nuestro país, debemos buscar la forma de que la conservación vial sea considerada como un elemento importante en la agenda pública, siguiendo el camino que en todo el mundo señalan los expertos en carreteras.

ANÁLISIS DE LA REALIDAD DEL MANTENIMIENTO VIAL EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

Como todos conocemos, la red vial en Argentina tiene tres niveles de responsabilidad.

La red vial nacional, que es la de mayor jerarquía; las redes provinciales que complementan la principal; y la jurisdicción municipal, que en algunas provincias se limita a los ejidos urbanos y que en otras abarca también redes suburbanas y rurales.

	RED NACIONAL		RED PROVINCIAL		TOTAL	
	km.	%	km.	%	km.	%
PAVIMENTADOS	36.235	90%	44.861	22,6%	81.096	34%
MEJORADOS	2.764	6,9%	39.234	19,8%	41.998	17,6%
DIRT ROAD	1.040	2,6%	114.193	57,6%	115.233	48,4%
TOTAL	**40.039**	**100%**	**198.288**	**100%**	**238.327**	**100%**
TOTAL RED NACIONAL Y PROVINCIAL					**238.327**	
RED TERCIARIA					**400.000**	
TOTAL GENERAL					**638.327**	

Si analizamos la situación de la red vial nacional podemos ver que, a lo largo de la historia, pasó de ser una red totalmente atendida por administración a una que depende en gran parte (la de mayor volumen de tránsito) de contratos de concesión de obra pública para su conservación (desde el año 1991). Un segundo segmento se comenzó a atender bajo el sistema **C.Re.Ma.** a partir de 1996, y el resto -una tercera parte aproximadamente, incluyendo la parte de la red vial nacional aún de tierra o ripio- se atiende por administración o convenios con provincias.

El estado general de esa red nos demuestra que, en los últimos tiempos, se ha venido degradando con rapidez. Ello fue motivado fundamentalmente por dos causas:

1) Una vez concluidos los contratos de concesión de obra pública iniciales, los que siguieron no fueron los adecuados dado que dejaron de lado las bondades de los contratos originales -que dejaban en manos del concesionario la totalidad de la responsabilidad por el estado de la ruta y su conservación dentro de determinados parámetros- y tomaron para el Estado la responsabilidad de ejecutar las obras de recuperación, obras que nunca llegaron en tiempo y forma por razones presupuestarias u operativas, por lo que las operaciones de mantenimiento a cargo del concesionario resultaron totalmente insuficientes a la hora de preservar el capital invertido y brindar un servicio adecuado. Los contratos originales fueron desdibujándose por razones políticas, al no permitir las readecuaciones tarifarias que preveían, y se fueron suplantando por subsidios que se pagaban tarde y mal. Las distorsiones en los contratos fueron de magnitud, con obligaciones incumplidas por ambas partes del contrato de concesión.

2) El sistema **C.Re.Ma.** sufrió un atraso en su adjudicación en los últimos años, lo que motivó que rutas perfectamente mantenidas durante los primeros contratos en condiciones más que satisfactorias sufrieran un deterioro más allá de lo recomendable. Recordemos que los contratos originales abarcaron 11.600 km de la red vial nacional y su plazo era de cinco años para la totalidad de las tareas, con una posible extensión de un año cuando situaciones imprevistas así lo hicieran necesario.

Debemos tener en cuenta que este tipo de contratos, atento a sus características y a las de las obras de recuperación ejecutadas (recapados de pequeños espesores en solo una porción de la longitud de cada contrato) exigían una labor continuada en el tiempo, es decir, la renovación por otros contratos de similares características para atender las necesarias obras de recuperación en algunos de los tramos no abarcados en la etapa anterior.

En cuanto a las redes provinciales, todos conocemos las dificultades económicas que atraviesan las provincias.

Históricamente fue el aporte de los fondos del impuesto a los combustibles lo que permitió el desarrollo de una red vial provincial adecuada. La coparticipación de ese impuesto, por el mecanismo de la Ley 11.658 en el año 1932, y la modificación del régimen por decreto 505/58, implicaban una distribución de fondos que entre otros parámetros daba la inversión propia en la red vial como una parte del indicador de

distribución de fondos del impuesto nacional, lo que cierta y sabiamente constituyó la ley como un elemento estimulador de las inversiones viales por parte de las provincias.

Al perder esos fondos una importancia sustantiva, el sistema comenzó a decaer. **En la actualidad, sólo unos 3.500 millones de pesos de los 50.000 millones que se recaudan por impuesto a los combustibles llega a las vialidades provinciales vía coparticipación**, lo que resulta a todas luces insuficiente teniendo en cuenta que sólo el mantenimiento de esas redes insumiría, anualmente, una suma cercana a los 10.000 millones de pesos, sin contar el mantenimiento de las redes de tierra.

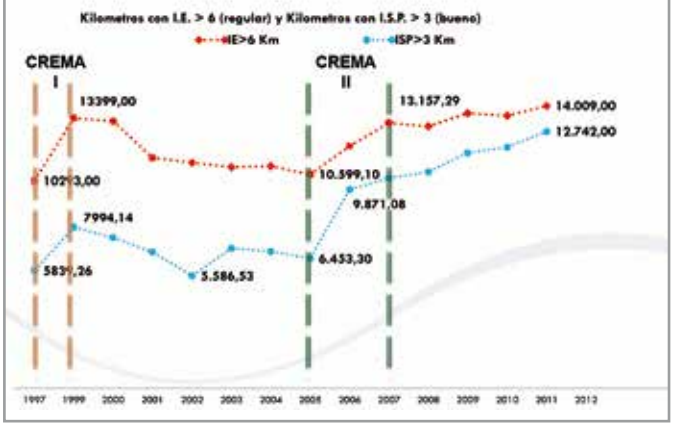
Las inversiones provinciales en materia caminera ascienden a $15.000 millones al año, suma claramente insuficiente cuando se estima que el monto para poner esa red en condiciones adecuadas alcanza a los 80.000 millones de pesos.

Claro está que el financiamiento es un problema importante, pero también debe destacarse que no en todos los casos la gestión del mantenimiento es eficiente, razón por la cual el problema tiene dos aristas claras que atacar.

El tercer gran sector de esta problemática la constituyen los caminos rurales, que fueron objeto de un muy interesante congreso realizado en Olavarría a fines de junio, del cual dimos debida cuenta en nuestras páginas.

A la falta de fondos suficientes se suma, en algunos casos, la falta de gestión e incluso el desinterés por parte de las autoridades políticas.

EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE ESTADO ISP



LAS INVERSIONES NECESARIAS

La totalidad de los caminos pavimentados de distinta jurisdicción y categoría en nuestro país es de 81.000 km, en tanto que el resto de la red es de tierra o caminos mejorados.

Si dejamos a un lado por un momento la red no pavimentada, podemos analizar que solo para la red principal, entre repavimentaciones y mantenimiento rutinario, haría falta una inversión anual del orden de los 25.000 millones de pesos.

El análisis de los presupuestos de las vialidades nos muestra que estamos muy lejos de ese valor, y que debemos hacer un esfuerzo importante para concientizar a las autoridades políticas de la trascendencia que tiene el adecuado mantenimiento de nuestras rutas.

No repetiremos lo que hemos dicho tantas veces y que reiteradamente leemos en los reportes de las agencias internacionales sobre la importancia de esta inversión en mantenimiento. Nadie discute hoy, a nivel mundial, que la conservación vial es importantísima para preservar la significativa inversión realizada por el Estado, y que la falta de mantenimiento adecuado conlleva a tener que realizar en el futuro obras de reconstrucción muy costosas, que pueden evitarse.

Tampoco se puede discutir el efecto económico de una ruta en mal estado y su incidencia en los costos de transporte, y con ello directamente en la competitividad de un sistema de transporte y de la producción nacional.

Ni que hablar de la seguridad de los usuarios y las tragedias que hubieran podido evitarse con una ruta bien mantenida. Sólo basta recorrer las rutas para observar deficiencias que, sin dudas, pueden generar accidentes con graves consecuencias, sin contar las pérdidas materiales por roturas y mayores costos de operación.

Si bien el costo de la conservación es importante, sabemos positivamente que no es imposible de llevar a cabo si existe la convicción política de que el dinero destinado al mantenimiento de las rutas no es un gasto sino una importante inversión.

Por otra parte, no todo el esfuerzo económico debe provenir del Estado. Allí donde sea posible, por permitirlo los volúmenes de tránsito adecuados, puede apelarse a las concesiones con aporte real de capital por parte de las concesionarias, en un ambiente económico propicio, con condiciones claras y contratos de larga duración, que permitan desarrollar trabajos con aportes privados en un marco de seguridad jurídica, bajo el concepto de “paga quien utiliza”.

Estos contratos de concesión deberían extenderse a toda la red de mayor volumen de tránsito, independientemente de su jurisdicción, como un mecanismo eficiente para administrar el mantenimiento de los caminos. Además, deberían establecer claramente la obligación total del concesionario por la conservación de toda la red en determinadas condiciones, fijando de este modo un contrato de control por resultados, con plazos amplios (al menos 30 años), que posibiliten definir estrategias de mantenimiento y rehabilitación de largo plazo e incorporar tecnologías de punta, a efectos de minimizar las operaciones y hacerlas más eficientes, en pos de obtener un óptimo resultado con la menor cantidad de intervenciones posibles sobre el camino.

CONTRATOS DE REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO

En este marco, no podemos dejar de destacar el sistema **C.Re.Ma.**, desarrollado totalmente en nuestro país con el apoyo del Banco Mundial, y que se ha diseminado por el mundo entero.

Desde hace muchos años, alentados por el éxito de las primeras concesiones, defendimos en los distintos foros internacionales la necesidad de aplicar contratos de mantenimiento bajo el esquema de control por resultados, y recién a partir de 1995 tuvimos la oportunidad de desarrollar un sistema adecuado a ese efecto.

Varios fueron los factores que lo hicieron posible. Entre ellos, fue fundamental tener un equipo de gente compenetrada profundamente en el espíritu de ese sistema, quienes con gran profesionalismo desarrollaron 60 proyectos sobre un total de 11.600 km.

Resulta obvio destacar que la decisión política de avanzar en este esquema fue determinante, así como el apoyo del Banco Mundial, que aportó su experiencia y capacidad técnica en pos de que el sistema funcione.

El Ing. Gerard Liautad, del Banco Mundial, jugó un papel clave a la hora de lograr instaurar este sistema, con su perseverancia ante los inconvenientes surgidos en las primeras licitaciones y su capacidad técnica y experiencia para analizar proyectos y soluciones.

El proceso inicial no fue fácil. Las primeras licitaciones obligaron a reanalizar las condiciones y, luego de una ardua tarea, se encontró un esquema contractual con exigencias acordes a los aspectos requeridos.

De esa forma se concretaron en la primera fase 59 contratos por un total de 11.600 km, sobre un total de 148 contratos de esta naturaleza que se celebraron hasta 2010.

En este esquema inicial, se dividió esa longitud en mallas de un promedio de 200 km cada una, dentro de las cuales consideró una cantidad variable de secciones homogéneas, en función de la estructura, estado y tránsito. Luego, se procedió a su análisis con el modelo de deterioro HDM del Banco Mundial, a partir de diferentes estrategias de mantenimiento y rehabilitación que incluían solo la rutina. Así se determinó qué tarea debía desarrollarse en cada sección homogénea y se definieron dos tipos de secciones: las que incluían obras de rehabilitación y las que solo soportarían trabajos de conservación rutinaria.

Todo ello por un plazo de cinco años. Durante el primer año el contratista recibió tres pagos destinados a ejecutar la obra de recuperación. Luego, pagos mensuales durante los otros

cuatro años del contrato, dedicados al mantenimiento, no solo de la calzada sino la zona de camino, obras de arte, banquinas, etc. Ello permitió lograr caminos con un adecuado nivel de conservación, con un estándar homogéneo, con márgenes de calzadas libres de obstáculos y banquinas en condiciones seguras.

En esta etapa se intervino con obras de rehabilitación en un 40% de la longitud contratada, con un costo unitario de obra de rehabilitación de U$S 40.000 por kilómetro, aproximadamente, y un costo de mantenimiento rutinario de U$S 3000 por kilómetro por año.

El resultado de esta primera etapa fue tan importante que impulsó al Banco Mundial a llevar el desarrollo de este sistema por el mundo entero, de modo que hoy en Latinoamérica hay un avance importantísimo de este tipo de contratos y en el resto del mundo también es difundido.

Incluso hace poco más de dos años nuestro país recibió la visita de funcionarios de Angola y Uganda, ambos países interesados en conocer cómo funciona este sistema en virtud de las dificultades que ellos tienen para encarar el mantenimiento.

Posteriormente, y luego de la crisis de 2001, esos contratos se prorrogaron y luego se realizaron nuevas licitaciones en otras tres etapas, donde los pliegos y las características de los proyectos fueron evolucionando y perfeccionándose.

De esa forma se avanzó con mayor superficie de obra de recuperación, llegando en algunos casos al 90% de la longitud de la malla, y los costos ascendieron hasta U$S 6.000 por kilómetro por año para la rutina y hasta U$S 199.000 por kilómetro de obra de rehabilitación.

Este cambio de perspectiva se debió a distintas circunstancias, pero sin duda se fue desviando del espíritu de los contratos originales que pretendieron, entre otras cosas, extender la cultura del mantenimiento rutinario y poner en valor su realización, previendo mejoras progresivas ejecutadas en menores volúmenes de obra, pero en secuencias de tiempo más cortas.

En los últimos tiempos, la discontinuidad del sistema C.Re.Ma. generó un rápido deterioro de la red que fuera atendida eficientemente por ese sistema durante tantos años, llegando en muchos casos a situaciones de grave colapso estructural.

Esto ha mostrado claramente que la continuidad de las operaciones es la mejor garantía de un eficiente mantenimiento.

CONCLUSIONES

Vemos en los anuncios oficiales una actitud positiva para atender el mantenimiento de la red vial nacional y consideramos que de alguna forma debe insistirse para que las provincias hagan lo propio con sus redes.

La aplicación del sistema de concesiones de obra pública, allí donde el tránsito permita el cobro eficiente de peaje, debe ser un recurso extendido sobre las redes viales de forma tal de que pague el que la utiliza y en la medida de ese uso.

Por ello, concesiones de plazos extensos, que transformen al concesionario en responsable absoluto por entregar una ruta en condiciones de servicio adecuadas durante toda la concesión, se ven como una solución apropiada tal como se está planteando a nivel oficial.

Esos contratos deberán garantizar el adecuado nivel de servicio y seguridad en nuestras rutas, permitiendo a la vez la introducción de nuevas tecnologías en procura de obtener soluciones cada vez más eficientes, económicas y, al mismo tiempo, ambientalmente sustentables.

En cuanto al sistema **C.Re.Ma.**, y dado que las nuevas autoridades han manifestado su decisión de proseguir con su implementación, debería insistirse en retornar al esquema inicial. Esto es: prever la continuidad del sistema en períodos de cinco años, en los cuales sea posible predecir el comportamiento de las calzadas, y dentro de esa red minimizar las obras de recuperación a efectos del mejor uso de los recursos.

Debe ser una prioridad contar con una red en condiciones homogéneas de transitabilidad y seguridad.

La continuidad del sistema C.Re.Ma. y su renovación permanente será la garantía de una inversión racional y ajustada en el mantenimiento de nuestras redes para el mejor servicio a los usuarios de los caminos de nuestro país. •

cristacol S.A.

FÁBRICA DE MATERIALES PARA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

LÍNEA DE PRODUCTOS CRISTACOL S.A.

Lumicot® Termovial® PREMARK® LumiFlex® Sintecol® Primex®

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

CHEDIACK

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

LA LEY FAST DE EE.UU.: UN TRABAJO INCONCLUSO

En Estados Unidos las carreteras y los puentes se están desmoronando a un ritmo alarmante, mientras los gobiernos estaduales no pueden ocultar su preocupación ante la creciente falta de dinero para reparaciones. Entra en vigencia la Ley FAST. Pero, *¿es suficiente?*

Estados Unidos ha desarrollado, a lo largo de los años, una impecable acción federal sobre sus carreteras gracias al *"Highways Trust Fund"* (Fondo Fiduciario de Carreteras).

En los últimos años este recurso ha resultado insuficiente y se ha producido un movimiento que culminó con un acuerdo político significativo entre el partido gobernante y la oposición, para imprimir un financiamiento adicional para el sistema de transporte en los próximos cinco años, lo que permitirá inversiones importantes en la red carretera y en diversas acciones vinculadas con el transporte. Permitirá, además, financiar inversiones a nivel estatal e incluso a nivel comunal.

Un claro ejemplo a imitar.

En diciembre de 2015 los funcionarios de los departamentos de transporte de los distintos estados de EE.UU., así como los contratistas y operadores de carreteras, respiraron con alivio. Durante meses, el sector de infraestructura vial había esperado con ansias ver de dónde provendría el dinero necesario para los proyectos viales.

Desde hacía varios años el **Highways Trust Fund** *[Fondo Fiduciario de Carreteras]* –la forma común utilizada para financiar las carreteras nacionales- enfrentaba insolvencia financiera, situación que se había evitado con una serie de paquetes de rescate gracias a la reacción del gobierno federal. Solo una horas antes de que caducara el último rescate federal, el presidente Barack Obama firmó la **Ley "Fixing America's Surface Transportation" (FAST)** *[Reparación del Transporte Terrestre de EE.UU.]*. **FAST** vuelve a autorizar formalmente el cobro del impuesto al combustible de 18,4 centavos por galón destinado a financiar proyectos de infraestructura de transporte. Los políticos, a nivel estadual y federal, siguen renuentes a aumentar el impuesto que los conductores pagan en el surtidor de combustible.

Sin embargo, la **ley FAST**, quinquenal y por 305.000 millones de dólares, también se propone una inversión de casi 205.000 millones de dólares en carreteras y 48.000 millones de dólares en proyectos de transporte público. Según la **National Asphalt Pavement Association (NAPA)** *[Asociación Nacional de Pavimentos Asfálticos]*, la inversión anual en carreteras federales se incrementará un 15,1%, pasará de 40.300 millones de dólares a 46.400 millones de dólares para fines de 2020.

Si bien el gobierno federal invierte casi 50.000 millones de dólares por año en proyectos de transporte, los ingresos por impuesto al combustible solo ascienden a 34.000 millones al año. La Ley FAST utiliza una variedad de ahorros de costos únicos y recursos ajenos al transporte para complementar los ingresos del Fondo Fiduciario. Más importante aún, la **Ley FAST** también incluye 70.000 millones de dólares en los denominados **"pay-fors"** *[recortes o aumentos de impuestos destinados a pagar nuevas inversiones]* para eliminar esa brecha de 16.000 millones.

El Secretario de Transporte de EE.UU., **Anthony Foxx**, aclamó la tan esperada **ley FAST** como un paso en la dirección correcta. *"Después de 36 prórrogas, cientos de sesiones parlamentarias, dos giras en ómnibus, visitas a 43 estados y demasiada incertidumbre, recorrimos un largo y accidentado camino para llegar a un proyecto de ley de transporte a largo plazo"*, comentó. *"No es perfecta y aún queda mucho más por hacer, pero refleja un compromiso bipartidista que siempre supe que sería posible"*.

Gracias, pero…

Entre los que recibieron con beneplácito la **ley FAST** se encontraban los proveedores de asfalto y cemento. *"FAST representa un aumento promedio de 835.000 toneladas anuales para la industria del cemento"*, comentó **Edward Sullivan**, economista principal y vicepresidente del grupo en la **Portland Cement Association** *[Asociación del Cemento Portland]*. *"A corto plazo se registrarán incrementos más moderados (370.000 toneladas para 2016), con mayores incrementos netos en los años posteriores al horizonte de pronóstico (1,4 millones de toneladas para 2020)".*

No obstante, como sugirió la **American Road & Transportation Builders Association** *[Asociación Estadounidense de Constructores de Carreteras y Transporte]*, con sede en Washington, D.C., lo que está por venir es más importante. No caben dudas de que la ley establece un proceso de generación de información que brindará mayor transparencia y responsabilidad, explicó **Peter Ruane**, presidente de **ARTBA**. *"Ahora, los usuarios de carreteras podrán saber cómo y en qué se invierten los impuestos federales sobre los combustibles en su comunidad. Además, crea el marco del programa para poder comenzar, de una vez por todas, a modernizar nuestra Red Nacional de Cargas por Carretera [principales carreteras de transporte]"*.

Ruane comentó que si bien la **ley FAST** recién acaba de promulgarse, el momento de la verdad asoma en el horizonte. *"En cuatro años, los departamentos de transporte de los estados volverán a encontrarse frente a un abismo de financiamiento amenazante. En el mejor de los casos nos estaremos manteniendo a flote"*, expresó.

Kevin Kelly, presidente entrante de la **National Asphalt Pavement Association** (NAPA), coincidió con **Ruane**. **Kelly** manifestó a los medios estadounidenses que la ley ofrece a muchos departamentos de transporte la confianza necesaria para seguir adelante con proyectos de infraestructura fundamentales, tanto relativos a obras nuevas como de renovación.

"Sin dudas el Congreso perdió la oportunidad de abordar el problema estructural de cómo financiar la construcción y el mantenimiento de la infraestructura", explicó Kelly, quien también es presidente de la firma de contratistas Walsh & Kelly, con sede en Indiana. *"Es un problema que tenemos que tratar: cuanto antes, mejor. Pero por ahora, estoy muy complacido de poder poner a la gente a trabajar para mejorar el desempeño y las condiciones de conducción de las carreteras de Indiana"*.

Florida es uno de los estados de EE.UU. que depende de carreteras con peaje

Las mejoras en la infraestructura vial de EE.UU. deberán incluir mayor resiliencia a los efectos meteorológicos derivados del cambio climático.

Entonces, ¿qué ocurrirá a fines de 2020?

Un análisis realizado por la **AASHTO -American Association of State Highway and Transportation Officials** *[Asociación Estadounidense de Funcionarios de Autopistas Estatales y Transporte]*- advirtió que la ley ofrecerá un incremento del financiamiento de casi 5% durante el primer año y luego de 2% anual. No obstante, según Joung Lee, director de políticas de la AASHTO, durante el último año de vigencia de la ley los departamentos de transporte deberán enfrentar recortes de financiamiento. *"Frente a ese escenario, en el mejor de los casos se reduciría significativamente la flexibilidad de los estados para administrar sus programas viales",* comentó a los medios. *"En el peor de los casos, podría generar recortes en el financiamiento federal para proyectos vitales en todo el país para ese año".*

En realidad, cinco años no es mucho tiempo en la vida útil de una carretera. Además de la ley, según un informe realizado en mayo por la consultora fiscal **internacional Frontier Group** y los analistas de consumo de **US Pirg Education Fund**, se debe repensar de inmediato y en profundidad el mito del **"pago de los usuarios"**.

"Muchos estadounidenses creen que los conductores pagan el costo total de las carreteras que usan a través de los impuestos al combustible y otras tarifas para el usuario", describe el informe. *"Eso nunca ocurrió y menos aún ahora que en cualquier otro momento de la era moderna"*.

El problema es que bajó el poder adquisitivo de los impuestos al combustible como consecuencia de la inflación. En la actualidad los vehículos utilizan menos gasolina porque son más eficientes en el consumo de combustible. Además, según el informe, los estadounidenses conducen menos y utilizan otros medios de transporte: bicicleta, tren y ómnibus, e incluso caminan más. Sus crecientes necesidades de infraestructura –ciclovías, estaciones de trenes, terminales de ómnibus- también requieren parte de los ingresos del impuesto al combustible.

De acuerdo con el informe, los departamentos de transporte deben *"tratar las fuentes de ingresos y las decisiones de inversión por separado". "A menudo los organismos de transporte priorizaban nuevas carreteras de dudosa calidad por sobre proyectos de mantenimiento y reparación urgentes, así como inversiones importantes en transporte público y otros medios de transporte. Al someter toda la inversión en transporte a una evaluación y priorización rigurosa -independientemente de la fuente de ingresos-, los funcionarios públicos pueden asegurar que el dinero de los contribuyentes se invierta con mayor eficiencia"*.

El informe continúa refiriéndose a un **"sistema de precios más sensato para el transporte"**. Se consideró que los impuestos a los conductores eran principalmente una forma de recaudar

dinero para el transporte. Pero también pueden atender un propósito más importante como compensar algunos de los costos impuestos a la sociedad por conducir un vehículo y mejorar la eficiencia del sistema de transporte en general. *"Los precios de congestiones, estacionamiento y cargos por contaminación, entre otros similares, pueden promover opciones de transporte que ofrezcan mayores beneficios o impongan costos menores para la sociedad; incluso con la devolución al contribuyente de cada centavo de los ingresos de esas tarifas o el uso para fines distintos del transporte"*.

Si bien la **ley FAST** fue recibida con beneplácito, representa –en el mejor de los casos- un alivio para que los sectores público y privado consideren cómo avanzar, aunque dentro de cinco años.

Stephen Sandherr, director de **Associated General Contractors of America** *[Contratistas Generales Asociados de EE.UU.]* lo resumió así: *"Si queremos evitar las prórrogas provisionales y disposiciones de financiamiento heterogéneas que precedieron a esta ley, debemos identificar una nueva forma de pagar por las mejoras en las carreteras y el transporte público. En definitiva, queremos asegurarnos de que la continuación de esta ley financie todo nuestro programa de carreteras y transporte público para las futuras generaciones".*

Con el "tanque" casi vacío

Desde que comenzaron a construirse las carreteras interestatales en 1956, el **Highway Trust Fund** es solventado con los ingresos provenientes de los usuarios de carreteras, en especial a partir de los impuestos al combustible y los peajes. Este sistema de pago por uso *[pay-as-you-go]* permitió a los estados planificar, construir y mejorar los caminos. No obstante, durante los últimos cinco años los ingresos provenientes de los usuarios cayeron muy por debajo de lo necesario. Específicamente, el impuesto federal al combustible de 18,4 centavos por galón se mantuvo sin cambios, sin siquiera ajustes por inflación, desde 1993. Desde 2008, el **Highway Trust Fund** recibe menos dinero que el desembolsado. En ese entonces, el Congreso autorizó una inyección de capital de 8.000 millones de dólares del **Fondo General del Tesoro**. Para fines de 2014, el Fondo General había transferido un total de 54.000 millones de dólares, incluidos los 18.800 millones autorizados por el Congreso en 2012, al fondo de carreteras para mantener su solvencia. Pero esto apenas fue suficiente. •

CON UN DÉFICIT QUE SUPERA LOS 6.600 MILLONES, LA CONSERVACIÓN DE LAS CARRETERAS ESPAÑOLAS SIGUE ANCLADA EN EL SUSPENSO

La Asociación Española de la Carretera (AEC) examinó el estado de la red viaria y determinó que si no se actúa de forma urgente, antes de 2020 será necesario reconstruir buena parte de la red. Así se constata en el último informe sobre "Necesidades de Inversión en Conservación".

En nuestro país asistimos a una grave situación derivada del insuficiente mantenimiento de las rutas. Una importante inversión se ha realizado en su construcción y se estima un valor del activo de la red vial nacional en alrededor de 70.000 millones de dólares.

Desde siempre, los sectores técnicos reclaman una adecuada inversión en el mantenimiento de la red, debido a su importancia económica pero también en función del riesgo que significa tener carreteras en inadecuadas condiciones de conservación.

En lo últimos años, los países europeos que han desarrollado una importantísima red vial y que realizaban un adecuado mantenimiento ven recortados los recursos destinados a este objetivo. En este artículo reproducimos cuál es la situación en España y reflejamos la preocupación y el reclamo de los sectores técnicos, equivalentes a nuestra AEC.

El estado de las carreteras españolas no levanta cabeza. Entre 2005 y 2015 la conservación de la red viaria ha pasado del aprobado "por los pelos" al deficiente, calificación que se repite en estos diez años con una preocupante tendencia a la baja, aproximándose cada vez más a la línea roja del muy deficiente.

Se trata de una investigación que tiene su origen en las Campañas de Inspección Visual de la Red Viaria que la AEC comenzó a realizar en 1985 con el objetivo de conocer el estado de la pavimentación y del equipamiento, y también para estimar la inversión mínima necesaria para alcanzar niveles de servicio adecuados.

En términos generales y de acuerdo con las conclusiones del estudio, de seguir empeorando el estado de conservación de las carreteras españolas, antes del año 2020 será necesario reconstruir buena parte de la red.

Darle la vuelta a esta situación requiere una inversión mínima de 6.617 millones de euros, cantidad en la que la AEC cifra el déficit que acumula el mantenimiento del conjunto de las infraestructuras viarias del país.

Un déficit que entre 2013 y 2015 se ha incrementado en un 7%:
- un 2% en la red que gestiona el Estado
- un 9% en la red administrada por los gobiernos autonómicos

El pavimento acumula el 94% del déficit total

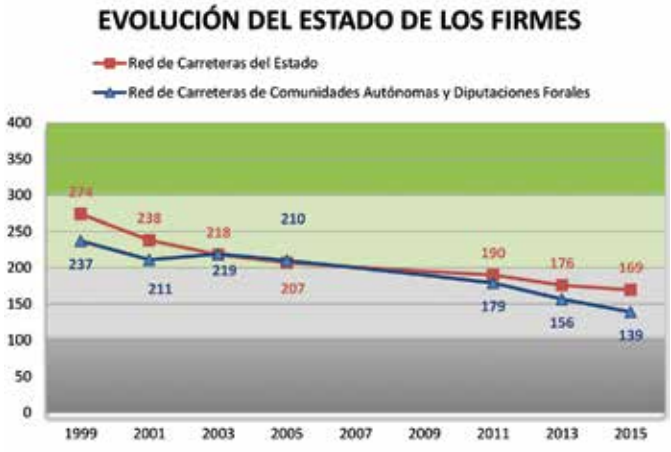
La conclusión más destacada del estudio sobre "Necesidades de Inversión en Conservación 2015 – 2016" es, sin duda, el deterioro acelerado de los pavimentos tanto en la red de carreteras del estado como en la red autonómica, obteniendo una calificación media de "deficiente" en ambos casos.

El desgaste del pavimento reviste especial importancia en las carreteras autonómicas, las cuales han empeorado su nota en un 11,5% con respecto a 2013. Las vías estatales salen mejor paradas del examen, aunque con una penalización del 4% frente a la calificación obtenida en la auditoría anterior.

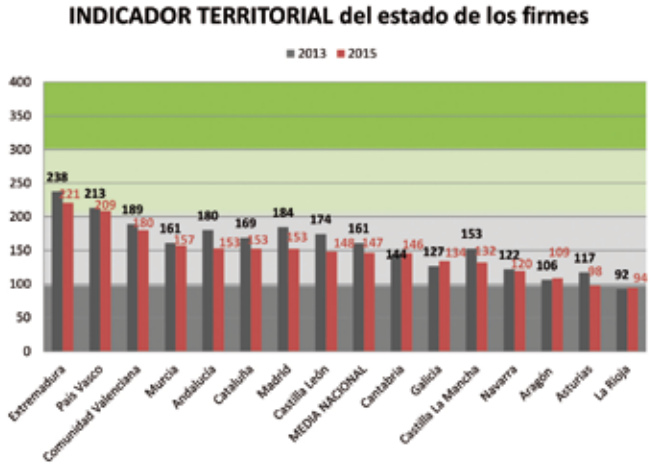
En cuanto al déficit, el pavimento acumula el 94% del total, lo que se traduce en una necesidad de inversión en reposición y refuerzo de firmes cifrada en 6.217 millones de euros para el conjunto de las carreteras españolas. De ellos, la red del estado, de 25.974 kilómetros de longitud, precisa de 1.917 millones, y la red autonómica (75.446 kilómetros), 4.300 millones.

"Si en el período de siete años que va de 2009 a 2015 se hubiera mantenido la inversión en reposición de firmes alcanzada en 2009, se hubieran destinado alrededor de 3.000 millones de euros a esta partida, que no es sino la cifra necesaria para una adecuada conservación del pavimento. El hecho de no haber actuado a tiempo implica que esta cantidad se haya duplicado en la actualidad, tal y como revela el Informe de la Asociación Española de la Carretera". Son palabras del Presidente de la Asociación, Juan Francisco Lazcano, que explican el porqué del déficit que, según la entidad, acumulan los firmes de las infraestructuras viarias del país.

En el gráfico de evolución, el estudio de la Asociación Española de la Carretera otorga a la conservación de los firmes la peor nota de la última década; en el caso de la Red del Estado se registra una pérdida de 38 puntos con respecto a la auditoría realizada en 2005. En cuanto a las carreteras autonómicas, el pavimento obtiene 71 puntos menos que hace 10 años.



El estudio de la Asociación Española de la Carretera ofrece datos por comunidades autónomas, los cuales responden al denominado "Indicador Territorial", un valor medio ponderado entre las calificaciones de la red de carreteras del Estado y las de la red autonómica en cada región.



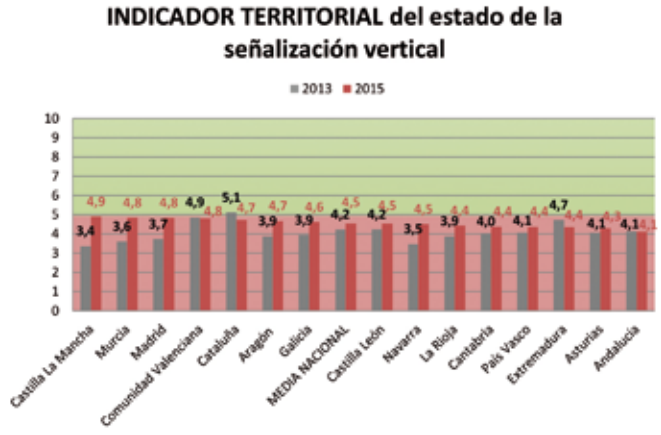
Señalización vertical: Hay que reponer 390.000 señales de código

Con una nota media de 4,8 y 4,5 respectivamente, la señalización vertical en las carreteras del Estado y en las autonómicas obtiene una puntuación por debajo del aprobado. Con ello se consolida la calificación de "deficiente" que este tipo de señalización viene arrastrando desde los primeros años de la década de 2000.

El informe de la AEC revela que, actualmente, es necesario renovar 108.000 señales de código en la red del Estado, una malla en la que alrededor de 62.000 señales superan la edad de siete años (período de garantía otorgado por los fabricantes para las láminas retrorreflectantes), lo que se traduce en que, si bien durante el día la señal se muestra en un estado de conservación adecuado, por la noche su visibilidad no está garantizada, al haber caducado el material retrorreflectante.

En la red autonómica, por su parte, es preciso cambiar unas 280.000 señales, lo que representa un inversión de 59 millones de euros (35 millones para las vías del Estado).

En este caso, la investigación cifra en 154.000 las señales cuyo material retrorreflectante ha superado la fecha de uso recomendada por el fabricante.



En cuando al Indicador Territorial, aunque rozando el 5, ninguna región consigue escapar al suspenso en lo que a señalización vertical se refiere.

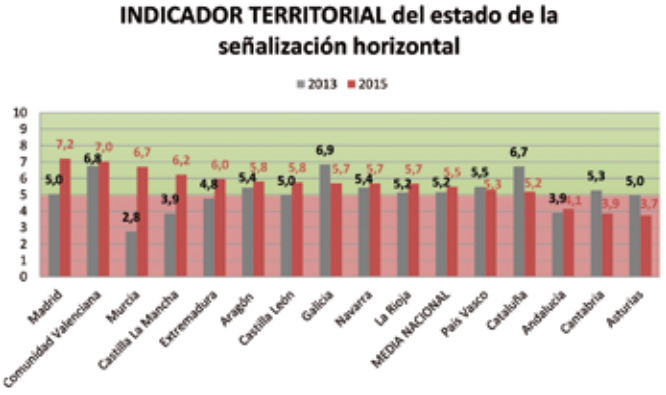
La señalización horizontal pasa la prueba con un discreto aprobado

La puntuación media que el estudio sobre "Necesidades de Inversión en Conservación 2015 - 2016" otorga a las marcas viales del conjunto de las carreteras es de 5,5, tres décimas más que la alcanzada en el informe precedente. Es la red del Estado, con un 6,4, la que consigue subir la nota global, aunque las vías regionales también salen airosas en esta ocasión, situándose en el aprobado (5,2).

Cabe concluir, por tanto, que superado el cambio de tendencia que parecía apuntarse en la investigación realizada en el verano de 2013, la señalización horizontal de las carreteras competencia del Estado recupera el aprobado dentro de la calificación de "aceptable".

En la malla a cargo de las comunidades autónomas, este elemento también experimenta una sensible mejora (tres décimas) con respecto a su última nota, logrando el aprobado que no conseguía desde el año 2005.

Pese a ello, aún queda mucho por hacer en materia de señalización horizontal. El informe de la AEC concluye que deberían repintarse las marcas viales de 40.000 kilómetros de carreteras en España, un total de 4.350 kilómetros en el caso de la red del Estado, y cerca de 35.500 kilómetros en las vías autonómicas. El costo total de esta actuación asciende a 77 millones de euros (8 y 69 millones, respectivamente).



Por regiones, se destaca la espectacular mejora de Murcia, Castilla-La Mancha, Madrid y Extremadura.

Las barreras metálicas vuelven a suspender

En cuanto a las barreras metálicas -y partiendo del hecho de que la AEC sólo estudia la barrera instalada y no la necesidad de su instalación en aquellos tramos que carecen de la misma-, el examen de la Asociación las suspende una vez más, afianzándose en el deficiente tanto en las carreteras estatales (con un 4,6) como en las autonómicas (que pasan del 4,6 al 4,3).

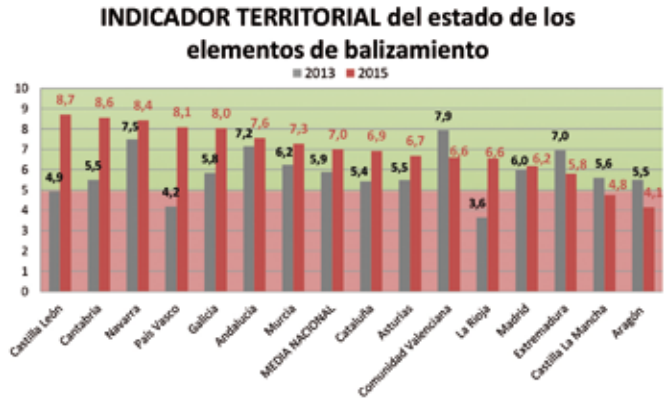
De acuerdo con los datos de la Asociación Española de la Carretera, 229 millones de euros de inversión (un 21% más que en 2013) contribuirían a mejorar este elemento. Una cifra que se distribuye en 75 millones para las barreras de la red del estado, y 154 millones para las instaladas en la red de las comunidades autónomas.

Llama la atención, en la comparativa por regiones, que ninguna consigue salir airosa en la auditoría de la AEC.

El balizamiento, el único elemento del equipamiento vial que goza de buena salud

De todos los elementos analizados, ha sido tradicionalmente el balizamiento el que ha presentado un estado más saludable en ambas redes. El año 2013 supuso un punto de inflexión en esta tendencia, cuando hitos de arista, captafaros, paneles direccionales y balizas experimentaron un ligero descenso en sus habituales buenas calificaciones. Un punto de inflexión que, tal y como confirman los datos de la campaña de 2015, ha quedado en anécdota, ya que estos elementos, tan importantes para la comodidad y seguridad de la circulación, consiguen superar aquel bache con valores de 7,7 para la red del Estado, y 6,8 en las carreteras autonómicas.

En el análisis regional, se destacan siete comunidades por encima de la media, situada en el 7, mostrando notables mejoras Castilla y León, Cantabria, País Vasco y Galicia. Ocho comunidades se sitúan por debajo de la puntuación media.



Iluminación: Solo el 11% de las luminarias en funcionamiento registran rangos adecuados de iluminancia

Éste es el preocupante dato que arroja la investigación de la AEC en su análisis del estado de este tipo de equipamiento, imprescindible para la seguridad vial durante la circulación nocturna.

El estudio, realizado en colaboración con la Asociación Nacional de Fabricantes de Iluminación (ANFALUM), audita los parámetros medios de iluminancia (cantidad de luz que llega al pavimento) y uniformidad (homogeneidad de dicha luz), concluyendo que el 89% de las luminarias, en el primer caso, y el 50% en el segundo, registran rangos no adecuados.

Del 89% de las luminarias que registran rangos inadecuados de iluminancia, el 11% lo son por exceso (afectando a la eficiencia energética) y el 78% por defecto (repercutiendo en la seguridad del tráfico).

La falta de uniformidad en la iluminación también incrementa la exposición al riesgo, ya que se generan zonas de oscuridad entre áreas iluminadas (claroscuros); este defecto se detecta en la mitad de las luminarias en funcionamiento.

En la inspección realizada en 2012, los porcentajes de iluminancia y uniformidad incorrectas respecto del total de luminarias en funcionamiento se situaban en el 59% y el 24% respectivamente. Y en 2014, en el 82% y el 39%.

El déficit de inversión en las carreteras españolas se incrementa un 7% en dos años

El déficit de inversión en conservación de las carreteras en servicio ha crecido un 7% en dos años. En total, el informe de la Asociación Española de la Carretera estima que, en la actualidad, son necesarios algo más de 6.600 millones de euros para poner a punto las infraestructuras viarias.

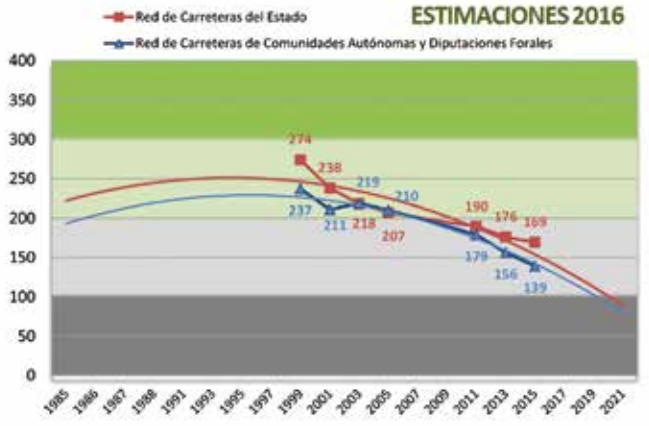
	FIRMES	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	BARRERAS METÁLICAS	TOTAL
Déficit acumulado (millones de €) en la Red de Carreteras del Estado (25.974 kilómetros)	1.917	35	8	75	2.035
Déficit acumulado (millones de €) en las redes de Comunidades Autónomas (75.446 kilómetros)	4.300	59	69	154	4.582
Total	6.217	94	77	229	6.617

Por comunidades autónomas, se ofrece los datos relativos al déficit acumulado total para ambas redes y desglosados por cada kilómetro de carretera que atraviesa la región que se trate.

	Déficits acumulados en conservación en la Red del Estado y de las CCAA y Diputaciones Forales en Millones de €	Déficits acumulados en conservación en la Red del Estado y de las CCAA y Diputaciones Forales (€/km)
Andalucía	807	58.080 €
Aragón	626	75.977 €
Asturias	323	64.007 €
Cantabria	151	58.716 €
Castilla La Mancha	926	74.768 €
Castilla y León	1058	62.907 €
Cataluña	500	63.289 €
Comunidad Valenciana	371	78.897 €
Extremadura	232	42.926 €
Galicia	551	70.540 €
La Rioja	141	75.214 €
Madrid	229	68.542 €
Murcia	231	65.746 €
Navarra	251	65.422 €
País Vasco	220	53.842 €
TOTAL	6617	65.244

¿Hacia dónde vamos? La conservación ante el escenario 2020

En su informe 2016, la Asociación Española de la Carretera suspende un año más el estado en que se encuentran las redes viarias del país. Y van diez. Una década en la que, paralelamente, los presupuestos destinados a esta partida se han visto seriamente afectados por los ajustes que las administraciones públicas han acometido en aras del cumplimiento de los objetivos de déficit impuestos por Bruselas. De mantenerse esta tendencia, y conforme a las estimaciones de la AEC, antes de 2020 podría ser necesario reconstruir buena parte de la red.



Trabajo de campo

El trabajo de campo del estudio sobre "Necesidades de Inversión en Conservación 2015 – 2016" ha sido desarrollado en los meses de julio a septiembre de 2015 por diez evaluadores, los cuales recorrieron los tramos que les fueron asignados y reflejaron sus observaciones en las hojas de toma de datos preparadas al efecto.

En total se han evaluado 3.000 tramos, de 100 metros cada uno, tanto en la red de carreteras del Estado como en la red dependiente de las comunidades autónomas y diputaciones forales. Cada tramo inspeccionado ha sido documentado gráficamente, habiéndose recopilado más de 20.000 fotografías.

Los índices de Estado revelan, por comparación con una serie de valores dados, el estado de conservación de las infraestructuras viarias. Tales índices consisten en una nota ponderada obtenida a partir de los deterioros considerados en cada tramo, ofreciendo en los casos de la señalización vertical, horizontal, barreras metálicas y balizamiento, una cifra entre 0 y 10 acorde con la mayor presencia o ausencia de defectos (10 = muy buen estado).

En cuanto a los firmes, los valores utilizados para el establecimiento del grado de deterioro se sitúan en un intervalo de 0 a 400, representado el 400 la mejor situación posible.

Únicamente se evalúan tramos de carreteras interurbanos, elegidos aleatoriamente. No se analizan autopistas de peaje. Se trata de una inspección visual, es decir, tan sólo se estudian los deterioros que se observan a simple vista (el informe no considera, por ejemplo, problemas que van más allá de la capa de rodadura del firme, operaciones de conservación en obras de drenaje o en obras de fábrica, etc.). •

Tablas de calificaciones

FIRMES

Valor del Índice de Estado	Calificación
300-400	BUENA
200-300	ACEPTABLE
100-200	DEFICIENTE
0-100	MUY DEFICIENTE

SEÑALIZACIÓN, BARRERAS Y BALIZAMIENTO

Valor del Índice de Estado	Calificación
9 – 10	MUY BUEN0
7 – 8,9	BUENA
5 – 6,9	ACEPTABLE
1 – 4,9	DEFICIENTE
0 – 0,9	MUY DEFICIENTE

FIABILIDAD DE LA MUESTRA

- 2,6% de error en la red de carreteras del estado.
- 2,4% de error en la red autonómica.
- 95% de nivel de confianza.

FICHA TÉCNICA DEL ESTUDIO

CUARTA EDICIÓN DEL SEMINARIO SOBRE SEGURIDAD VIAL APLICADA

Con la activa participación de una nutrida concurrencia de técnicos y profesionales de diversas vialidades provinciales y municipales, la Asociación Argentina de Carreteras llevó a cabo del 10 al 12 de agosto la cuarta edición del Seminario sobre Seguridad Vial Aplicada, que en esta oportunidad se desarrolló en la ciudad de San Salvador de Jujuy.

Este seminario fue coorganizado junto a la **Dirección Provincial de Vialidad de Jujuy**, con la colaboración del **Colegio de Ingenieros de la Provincia de Jujuy**, que facilitó sus instalaciones para la realización de las jornadas.

El acto de apertura del seminario contó con la participación de **Raúl Collante**, **Jefe del Departamento de Ingeniería Vial de la DPV Jujuy**, y **Mario Leiderman**, **Director de Actividades Técnicas de la Asociación Argentina de Carreteras**, quienes dieron la bienvenida a los presentes y resaltaron la importancia de generar este tipo de espacios para la difusión de nuevos conceptos de seguridad vial en el país.

Participaron durante las tres jornadas más de 50 técnicos y profesionales del distrito de la **Dirección Nacional de Vialidad**, de la **Dirección Provincial de Vialidad**, y también funcionarios y policías de todos los municipios y comisiones municipales de la provincia de Jujuy.

Durante las tres jornadas se abordó la capacitación sobre criterios de diseño para un sistema seguro, desarrollo de inspecciones y auditorías de seguridad vial urbanas y en carreteras, detección de prácticas inadecuadas y situaciones inseguras; con el objetivo de optimizar los niveles de seguridad a través de las infraestructuras viales. También se presentaron los lineamientos del programa **"Hacia Visión Cero"**, que la Asociación Argentina de Carreteras está impulsando para su implementación en el país.

Para finalizar las actividades académicas, se realizó una evaluación participativa en grupos con excelentes resultados.

Las presentaciones estuvieron a cargo del **Arq. Eduardo Lavecchia**, la **Ing. Adriana Garrido** y el **Ing. Juan Emilio Rodríguez Perrotat**, quienes trabajan dentro de la **Comisión de Seguridad Vial de la AAC** y han integrado en diversas ocasiones el **Consejo Federal de Seguridad Vial**.

Todos los participantes del seminario recibieron una clave virtual para acceder al paquete de información sobre la temática, integrado por los tradicionales manuales de la **DNV** sobre **Diseño Vial Seguro**, **Normas Destinadas a Auditorías y Prácticas Inadecuadas de Seguridad Vial**, y material bibliográfico elaborado por la **AAC** sobre **Auditorías y Gestión de la Seguridad Vial**, y una serie de apuntes sobre **Dispositivos de Contención y Redirección Vehicular**. Todo este material se actualizará periódicamente.

Como cierre, se realizó la entrega de los certificados de asistencia con la presencia del **Secretario de Seguridad Vial Provincial, Guillermo Martín**, y el presidente de **Vialidad de Jujuy**, **Hugo Montaño**.

Guillermo Martín sostuvo que desde el gobierno están *"involucrados en la problemática de la siniestralidad vial y sumando esfuerzos para que disminuya"*. Y agregó que este seminario aporta *"conocimientos muy importantes a todos los que están relacionados en alguna medida con la seguridad vial"*.

Por su parte, **Hugo Montaño** expresó que desde la Dirección de Vialidad están *"enrolados fuertemente en el concepto de Visión Cero"* y destacó que el seminario *"tuvo una temática muy abarcativa y ha sido un éxito por su abordaje y su concurrencia"*. •

Foto1: Ing. Collante, Inga. Garrido, Arq. Lavecchia, Inga. Iñigo e Ing. Leiderman
Foto2: Momento de entrega de los certificados y palabras finales. Ing. Leiderman, Secretario Provincial de Seguridad Vial, Presidente de la DVPJujuy Ing. Leopoldo Hugo Montaño y Arq. Lavecchia

ORGANIZO:

Parte de la concurrencia

Equipo organizador de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Jujuy

Ing. Juan Emilio Rodríguez Perrotat desarrollando ejercicio práctico

Entrega de Certificados

Shell Bitumen

SHELL CARIPHALTE AM3 LT

El asfalto modificado de Shell para mezclas tibias.

Shell Cariphalte AM3 LT es un asfalto modificado con polímetros 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.

XVII CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO
9° EXPOVIAL ARGENTINA
expo 2016 vial 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

EL XVII CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO
YA ES UNA REALIDAD

El **XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito** ya está entre nosotros y se encamina, sin dudas, hacia una exitosa edición.

Bajo el lema "**Una Visión para el Futuro de las Carreteras y el Transporte"**, el programa contará con más de **60 conferencias especiales** que abarcarán todos los temas relacionados con el quehacer vial. Además, se realizarán diversas Mesas Redondas que permitirán un mayor intercambio y debate entre todos los participantes y disertantes.

Este cronograma se completa con la lectura de más de 120 trabajos técnicos sobre un total de 140 documentos presentados por más de 430 profesionales y técnicos de 16 países, lo que demuestra la amplia difusión y el carácter de regional e internacional que el congreso ya ha tomado.

El programa técnico se realizará en cuatro salones de conferencias especialmente equipados y con traducción simultánea del inglés para las conferencias que así lo requieran. Toda la programación se armó procurando ofrecer un amplio menú de opciones, intentando que no haya superposiciones entre temas similares para facilitar la mayor participación posible de los congresistas en las distintas sesiones.

» TRANSPORTE Y LOGÍSTICA

El martes 25 y el jueves 27 habrá dos bloques de sesiones destinados a estas temáticas, destacándose el martes el tema de vehículos de gran capacidad y el transporte multimodal el día jueves. También tendrá lugar el desarrollo de propuestas para los desafíos del Gran Rosario como centro logístico regional y del Mercosur.

Expondrán acerca de estas temáticas especialistas de Argentina, Brasil, Colombia, Francia y México, entre otros.

» SEGURIDAD VIAL

Durante el martes 25 y miércoles 26 se trabajará sobre las diversas problemáticas relacionadas con la seguridad vial, incluyendo aspectos de la infraestructura, los dispositivos de seguridad, el mantenimiento y la demarcación, e incluso la vialidad invernal.

Destacados oradores de Argentina, Austria, Perú, España y Estados Unidos presentarán los últimos avances y estudios sobre estos temas.

» MOVILIDAD URBANA Y TRANSPORTE SOSTENIBLE

La movilidad urbana y el transporte sostenible también tendrán un lugar de importancia. El martes 25 por la mañana tendrá lugar la mesa redonda de Políticas de Transporte Sostenible, con la participación de funcionarios de la ciudad de Rosario, de la ciudad de Buenos Aires y de la Nación.

Además, el miércoles 26 se realizará durante todo el día una sesión de Movilidad Urbana, que incluirá las presentaciones de reconocidos especialistas y expertos de Argentina, Austria, Bélgica, China, Estados Unidos, Italia y Japón, que forman parte del Comité Técnico de Movilidad Urbana de la AIPCR/PIARC.

Durante estas sesiones se tratarán temas relativos a la intermodalidad del transporte urbano, proyectos de innovación para la movilidad, sistemas de ciclovías y de vías rápidas o exclusivas para el transporte, y las mejores prácticas desarrolladas a nivel internacional.

» III SEMINARIO INTERNACIONAL DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

El Instituto del Cemento Portland acompaña nuevamente al XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito en este proceso de transmisión de conocimientos y tecnología a través de la realización del "III Seminario Internacional de Pavimentos de Hormigón", que se desarrollará el miércoles 26 y jueves 27 en el Salón Contemporáneo.

Durante estos dos días destacados especialistas de excelente nivel de Argentina, Chile, España y Estados Unidos 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.

» XI CONGRESO INTERNACIONAL ITS

La asociación civil sin fines de lucro ITS Argentina también es parte del XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito con la concreción del XI Congreso Internacional ITS, que se realizará el miércoles 26 y jueves 27 en el Salón Panorámico.

Los temas a tratar en esta oportunidad serán variados y novedosos, con especial hincapié en las nuevas tecnologías, el cambio climático, la seguridad vial y la producción nacional.

Para ello, el programa incluirá las presentaciones de especialistas de reconocida trayectoria tanto nacionales como provenientes de Australia, Austria, Brasil, Chile, Colombia, Corea del Sur, Francia, Italia, Inglaterra, México y Sudáfrica, todos ellos integrantes del Comité Técnico de Sistemas de Transporte Inteligente de la AIPCR/PIARC.

» XXXVIII REUNIÓN DEL ASFALTO

La Comisión Permanente del Asfalto reafirma una vez más su compromiso de colaborar con el conocimiento, el intercambio tecnológico y de experiencias, como instrumento para lograr la excelencia en el campo vial con la realización de la XXXVIII Reunión del Asfalto, “Ing. Marcelo Álvarez”, que se llevará a cabo en el Salón Independencia del martes 25 al viernes 28.

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.

La reunión incluirá las conferencias de especialistas argentinos y de Costa Rica, España, Estados Unidos e Inglaterra, además de mesas redondas y las presentaciones de los trabajos técnicos del área.

» INFORMACIÓN GENERAL

SEDE

METROPOLITANO

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

Además, el **XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito** contará con una participación especial de la **Dirección Nacional de Vialidad** durante la tarde del jueves 27, donde no sólo se presentarán los avances en el plan de obras que se están desarrollando, sino también la visión oficial sobre los bitrenes y los detalles del avance en las nuevas normativas y especificaciones técnicas que se aplicarán a las obras viales de todo el país.

A la sección académica se suma la **9° Expovial Argentina 2016**, que brindará a los asistentes la oportunidad de tomar contacto con las últimas novedades a nivel nacional e internacional en cuanto a productos, tecnología, servicios y equipamientos para la vialidad.

Esta exposición será de libre acceso a los asistentes durante todas las jornadas y reunirá más de 100 stands, en una superficie cubierta de más de 3.500 m². También contará con un gran espacio exterior para exhibición de maquinarias y equipos, donde los expositores podrán presentar sus productos ante profesionales de diferentes países, propietarios, operadores, usuarios y proveedores de tecnologías y servicios.

Por todo esto, nuevamente invitamos a todos los involucrados en la planificación, el diseño, la construcción, el mantenimiento, la gestión y seguridad vial, a participar en el **XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito**, del 24 al 28 de octubre en el Centro de Eventos y Convenciones Metropolitano de la ciudad de Rosario, un encuentro que será un foro de ideas acorde a los desafíos que la vialidad y el transporte de Argentina y la región tienen para los próximos años.

RESOL-2016-234-E-APN-SGP

Declarado de Interés Nacional | Presidencia de la Nación

ORGANIZAN

Asociación Argentina de Carreteras

CONSEJO VIAL FEDERAL

VIALIDAD NACIONAL

ICPA

COMISIÓN PERMANENTE DEL ASFALTO

COORGANIZAN

ITS ARGENTINA

WORLD ROAD ASSOCIATION

IRF

CON EL APOYO Y PARTICIPACIÓN DE

SANTA FE

MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

UNR Universidad Nacional de Rosario

FCEIA

DÍA DEL CAMINO - **80º ANIVERSARIO DVBA**

Vialidad cumple 80 años trabajando por la conectividad del territorio de la provincia de Buenos Aires

La **Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires (DVBA)** es una de las reparticiones más antiguas del país. **Tiene su origen en 1821 en el Departamento de Ingenieros y Arquitectos.** Luego de pasar por varios nombres como, por ejemplo, **Dirección General de Caminos de la Provincia** o **Dirección Provincial de Puentes y Caminos**, se consolida como la DVBA en el año 1936 y consigue en 1943 la autarquía económica y financiera.

Desde su creación hasta la actualidad su principal objetivo fue la realización de estudios sobre la infraestructura vial de la Provincia. Estudiar, proyectar, construir, conservar y mejorar los caminos de la red vial provincial son los pilares de la repartición.

» Principales arterias de la producción y el turismo

En sus 80 años la Dirección de Vialidad desarrolló y ejecutó grandes obras que fueron ejes centrales en la comunicación vial de la provincia.

En la década del ´50 el plan estratégico vial impulsó la apertura de importantes trazas y pavimentaciones troncales del territorio bonaerense.

En ese momento, la ejecución de las obras viales en la **Ruta Provincial 4**, también conocida como **Camino de Cintura**, tuvo un gran impacto social y económico en esa región. Un camino interurbano de 70 km de extensión, que se extiende entre la ciudad de San Isidro y la Ruta Provincial 14 o Camino General Belgrano, en el límite entre los partidos de Quilmes y Florencio Varela.

Con el paso del tiempo este anillo de circunvalación que rodea la ciudad de Buenos Aires, se conformó como un corredor de vital importancia para evitar el acceso a la ciudad. El fuerte crecimiento poblacional de los últimos años, hace que hoy se caracterice por tener una traza más urbana, posicionándose en un concepto de una gran avenida. Actualmente, el gobierno provincial encara la puesta en valor de este corredor. Las obras previstas para el próximo año contemplan la repavimentación en tramos estructuralmente colapsados y la rehabilitación de calzada en otros sectores.

Aquel plan vial que logró la conexión de importantes centros productivos, también contempló la pavimentación de trazas troncales como la **Ruta Provincial 51**. Un corredor que atraviesa el territorio bonaerense de norte a sur –desde la ciudad de Ramallo a Bahía Blanca– y que es muy utilizado

por el transporte de carga, ya que une dos grandes polos portuarios. Una traza que, junto al crecimiento productivo de la provincia, incrementó el tránsito pesado de manera exponencial.

Por su importancia y en el marco de obras que lleva adelante la DVBA, esta ruta es una de las vías de comunicación que tendrá una fuerte inversión durante el próximo año, en obras de repavimentación, mantenimiento y conservación de calzada. Estos trabajos se ejecutarán en distintos tramos, atravesando los municipios de Ramallo, Pergamino, Saladillo, Azul, Olavarría, Coronel Pringles y Bahía Blanca.

Otra obra vial que se proyectó y ejecutó en esa década fue la pavimentación de la **Ruta Provincial 41**. Un trazado que recorre 327 km desde Baradero hasta su intersección con la **Autovía 2**, convirtiéndose en el quinto anillo de circunvalación del Gran Buenos Aires e intersectando importantes rutas provinciales y nacionales. Actualmente es uno de los corredores más destacados ya que distribuye el tránsito entre los accesos a la ciudad de Buenos Aires. Este corredor también tendrá una fuerte intervención de obras que incluyen duplicación de calzada en distintos tramos donde hay mayor circulación de tránsito, por ejemplo, entre la **Ruta Nacional 7** y la **Ruta Nacional 9**.

Con el programa de obras, hacia finales de la década del ´50, también se dio lugar a los trabajos en la **Ruta Provincial 65**, un corredor de más de 400 km que nace en el límite de la provincia de Santa Fe, atravesando los partidos de General Arenales, Junín, General Viamonte, 9 de Julio, Bolívar, Daireaux, Guaminí y Adolfo Alsina. Esta ruta clave para la producción regional se incluye en el plan de inversiones viales que actualmente lleva adelante la provincia de Buenos Aires. Al igual que el resto de la red vial, en los próximos dos años, habrá sectores del corredor que tendrán intervenciones de repavimentación como el tramo comprendido entre los partidos de 9 de Julio y Bolívar; y otros sectores donde se realizarán trabajos de conservación y mantenimiento.

» Autovías provinciales

La **Ruta Provincial 6**, construida en la década del ´70 en dos trochas de pavimento asfáltico, fue un proyecto concebido con la idea de aportar un progreso industrial, comercial y urbano a la provincia de Buenos Aires, facilitando la comunicación entre zonas estratégicas del territorio y con el propósito de aliviar los accesos a la ciudad de Buenos Aires del tránsito pesado.

Con una importante inversión del gobierno provincial, a través de la Dirección de Vialidad, fue convertida en los últimos años en la nueva **Autovía 6**. Sus 180 km de traza recorren doce municipios y unen los puertos de Zárate – Campana y La Plata. Se trata de una importante obra de infraestructura vial, y una muestra de la integración y coordinación de las políticas públicas viales con el desarrollo productivo. No sólo da respuesta a las necesidades de las comunas que atraviesa, sino que se consolida como el cuarto anillo de circunvalación del Gran Buenos Aires, apuntalando así la tan buscada descentralización, que sólo puede lograrse mejorando la logística, el transporte y atrayendo las nuevas inversiones.

La concreción de la **Autovía 2**, en la década del ´90, dio nacimiento al principal nexo turístico entre la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la capital provincial –La Plata– y la ciudad de Mar del Plata. Conforma un sistema integrado junto a las **Rutas 11, 56, 63 y 74**, que permiten acceder a los balnearios de la costa bonaerense.

Desde sus inicios en 1936, la DVBA sentó las bases de la comunicación vial provincial. Más de 10800 km de rutas conforman la red vial pavimentada atravesando la extensa superficie bonaerense. Este año, al cumplir sus 80 años de vida, la repartición encara un Plan Estratégico Vial que tiene por objetivo la puesta en valor de la infraestructura vial de la provincia de Buenos Aires.

PRINCIPALES OBRAS DE REPAVIMENTACIÓN 2016 / 2017:

Entre la intervenciones previstas se encuentras las obras de repavimentación en: Ruta 11, entre La Plata y Bavio; Ruta 29, en Ayacucho; Ruta 32, entre Salto y Pergamino; Ruta 50, en los partidos de Lincoln, Vedia, Colón; distintos tramos de la Ruta 51 –corredor que atraviesa la provincia de norte a sur– en los municipios de Ramallo, Pergamino, Saladillo, Azul, Olavarría, Coronel Pringles y Bahía Blanca; Ruta 60, entre Guaminí y Carhué; Ruta 65, en los partidos de 9 de Julio y Bolívar; Ruta 67, en el tramo Coronel Suárez, Pigüé y Puán; Ruta 70, entre el partido de Rivadavia y la provincia de La Pampa; Ruta 75, en el tramo Energía y San Cayetano; y Ruta 227, entre Balcarce y Lobería, entre otras.

En el marco de Día del Camino y del Trabajador Vial, las autoridades de la Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires saludan a todos los agentes viales del país y en especial a los de esta provincia, quienes celebran los 80 años de la creación de Vialidad.

CAMARA ARGENTINA DE CONSULTORAS DE INGENIERIA

50 AÑOS

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

Seguimos construyendo calidad

Homaq
EMPRESA CONSTRUCTORA

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

Una empresa del Grupo HOLDEC

RUTA INTERESTATAL Nº95, ESTADOS UNIDOS

Autor: Ing. Oscar Fariña

PALABRAS INICIALES

Un ciudadano de Connecticut me comentaba que "antes no estaba la Ruta N° 95... existía sólo la N° 1... después la fueron construyendo". Con esa simpleza de los que han vivido la historia, se puede advertir la evolución que se registró en el avance de la infraestructura vial en la segunda mitad del Siglo XX en Estados Unidos. En la actualidad sigue existiendo precisamente la denominada Ruta US-1, con distintas configuraciones a lo largo de su recorrido de Sur a Norte en la Costa Este, atravesando desde una simple avenida en zonas urbanas, hasta una vía rápida o autopista de enlace entre distintas localidades. Ambas carreteras están, por así decirlo, hermanadas en toda su extensión y se entrecruzan muchas veces, por lo que es posible circularlas indistintamente a lo largo de todo el territorio.

La Ruta Interestatal N° 95 (Interstate 95 o I-95) fue diseñada como una alternativa para circular a alta velocidad, siguiendo la traza de la mencionada US-1, y es una de las más importantes por su desarrollo y por ser de las más transitadas en la red de autopistas oficialmente denominada "Sistema Nacional Interestatal y de Carreteras de Defensa". Dicho sistema fue pensado en sus orígenes para proporcionar una manera más fácil de viajar a través del país y como un medio rápido para el transporte militar en tiempos de emergencia. Si bien su planificación es de los años treinta, sólo a partir de 1956 estuvo disponible su financiación con un compromiso legislativo a partir del cual se configuró el esquema vial estatal que se ilustra en la Figura N° 1.

Figura N° 1: Red Interestatal de Carreteras EE. UU.

Fig. N° 2: Señal Identificadora de la Ruta.

EL DESARROLLO DE LA RUTA INTERESTATAL I-95

Esta carretera tiene una longitud de 1.921 millas (3.092 kilómetros), por lo que constituye la autopista Norte-Sur más larga de la Costa Este, y se extiende entre su extremo meridional en la ciudad de Miami (estado de Florida) y su extremo septentrional en la frontera canadiense en Houlton (estado de Maine), a partir de la cual se convierte en la Ruta de Nuevo Brunswick (95).

Esta importante vía de comunicación atraviesa la totalidad de los 15 estados y el Distrito Federal con una longitud por tramo conforme se detalla en la Figura N° 3 (se han aproximado a números enteros los valores consignados en km).

Ruta Interestatal N° 95 EE.UU.
Longitud del tramo por Estado

ESTADO	DISTANCIA Millas	DISTANCIA Km
Florida	382	615
Georgia	112	180
Carolina del Sur	198	319
Carolina del Norte	181	291
Virginia	178	286
Washington D.C.	1	2
Maryland	109	175
Delaware	23	37
Pensilvania	51	82
Nueva Jersey	97	156
Nueva York	23	37
Connecticut	111	179
Rhode Island	43	69
Massachusetts	91	146
New Hampshire	16	26
Maine	305	491
TOTAL	**1921**	**3092**

Figura N° 3: Extensión de la Carretera por Estado.

Para el año 2007 se había completado la red programada originalmente, con excepción de la Ruta I-95 en dos tramos en el Estado de New Jersey, que finalmente se ejecutaron. La traza se fue desarrollando en parte con la incorporación de carreteras de peaje, principalmente donde ésta sirve a las principales ciudades concentradas en la región.

Al ver las importantes obras de ingeniería vial que se encararon para dar continuidad al camino, no puede dejar de admirarse

el esfuerzo que ha significado por ejemplo cruzar la ciudad de Nueva York, especialmente al atravesar la Isla de Manhattan. En una conversación con un funcionario vial de ese país y ante el comentario de cómo fue posible haber completado este enorme camino, el ingeniero contestó: "No se equivoque, la obra no ha finalizado porque todavía la seguimos haciendo". Esto es una realidad ya que al recorrerla, puede apreciarse que en cada estado se están llevando a cabo diversos emprendimientos, tales como ensanches de calzada, construcción de nuevos viaductos y mejoras en la infraestructura de seguridad; también pueden destacarse las obras de nuevos tramos de camino de enlace con los existentes, nuevas rutas alternativas y perimetrales a centros urbanos. Esto puede ser fácilmente apreciado con la denominación de estas últimas carreteras que se incorporan a la red identificadas con un dígito previo, en este caso, al 95 (Ej. N° 295, N° 395, etc.)

Figura N° 4: Mapa de Carretera I-95

TRAZADO DE LA CARRETERA 1
Tramo: Miami – Washington

Si bien existe una homogeneidad en el diseño de la carretera a lo largo de toda su traza, se detallan a continuación algunos aspectos notables de la infraestructura del camino. La carretera comienza en la ciudad de Miami y corre hermanada con la Ruta US-1., tal como ilustran las figuras adjuntas (identificación de la Milla 0).

Figura N° 5: Señal de la Milla 0 hacia el N. de la Ruta US-1 en Miami.

Figura N° 6: Autopista I-95 en la Ciudad de Miami

Las principales localidades de que atraviesa la I-95 en el primer tramo son las siguientes:

1. Estado de Florida: Miami, Jacksonville
2. Estado de Georgia: Savannah
3. Estado de Carolina del Sur: Florence
4. Estado de Carolina del Norte: Fayetteville
5. Estado de Virginia: Richmond.

Figura N° 7: Plano de la I-95 (Miami – Washington)

La carretera se desarrolla en sus comienzos muy próxima a la costa atlántica, pasando por la ciudad de Jacksonville, en el norte de Florida, y por Savannah, en el estado de Georgia. Pero a partir de la frontera con Carolina del Sur comienza a alejarse del mar cruzando la carretera I-26 por su punto medio, la que vincula las localidades de Charleston, sobre la costa, y Columbia, separadas por 200 km.

Figura N° 8: Ciudad de Jacksonville en Florida.

Figura N° 9: Cartel de Bienvenida entre Carolina del Sur y Carolina del Norte.

A partir de Carolina del Norte el alejamiento alcanza unos 300 km; aquí es de destacar que la costa tiene una configuración irregular que se repite prácticamente hasta la frontera con Canadá, donde el mar ingresa hacia el continente formando enormes lagos separados por un istmo de tierra extenso, denominado Sound (Pamlico Sound y Albermarle Sound).

Figura N° 10 : Ciudad de Richmond Virginia. Vista de la I-95 desde el Puente sobre el Río James.

En el estado de Virginia la ruta comienza a acercarse a la costa y en la ciudad de Richmond menos de 100 km la separan de la Bahía de Chesapeake y finalmente llega a la ciudad capital de los Estados Unidos Washington DC.

Al llegar a las inmediaciones de la ciudad de Washington la Ruta se desvía hacia el estado de Maryland cruzando el río Potomac (W. Wilson Bridge), no obstante la red carretera se amplía en un conjunto importante de autopistas designadas como continuación de la I-95, tal los casos de I 295, I395, 695, etc., rodeando completamente el distrito federal.

Figura N° 11 : Puente E. Wilson sobre el río Potomac.

TRAZADO DE LA CARRETERA 2

Tramo: Washington - Nueva York

A partir de Washington la I-95 conecta varias ciudades de acuerdo al siguiente detalle:

1. Estado de Maryland: Baltimore
2. Estado de Delaware: Dover, Wilmington
3. Estado de Pennsylvania: Philadelphia
4. Estado de New Jersey: Trenton, Newark

Figura N° 12 : Plano de la I-95 (Washington – Nueva York)

Al alcanzar Baltimore, la carretera debe atravesar el puerto de la ciudad, ubicado en la Bahía de Chesapeake, para lo cual se ha construido un túnel denominado “FT Mchenry Tunnel”. Como es habitual en los grandes centros urbanos, la ruta se divide en ramas, tal el ejemplo de la I-895, que repite la circulación en túnel paralelo al anterior pero de mayor longitud (“Harbor Tunnel I-895”).

Figura N° 13:Túnel FT Mchenry I 95

Continuando hacia el Norte, la I-95 atraviesa la ciudad histórica de Filadelfia con una trayectoria paralela al río Delaware, y alcanza la populosa localidad de Newark, donde se encuentra el conocido aeropuerto internacional que opera en forma complementaria al J.F. Kennedy, de Nueva York.

Figura N° 14: Túnel del Puerto I 895

Figura N° 15 : Vistas de la circulación por la Autopista

Figura N° 16: Pantalla acústica construida en madera.

Figura N° 17: Cruce semaforizado en calzada colectora de la Autopista

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA

Una de las características más destacadas es el alto nivel de tránsito que se observa permanentemente en la mayoría de los tramos de la ruta y el comportamiento ejemplar de los conductores que se desplazan en conjunto a una velocidad uniforme, cualquiera sea el tipo de vehículo, lo que implica una condición de seguridad importante. Las distancias se expresan en el tiempo estimado de viaje entre los puntos extremos y, a excepción de las habituales situaciones de congestión en los accesos a las ciudades, los valores expresados en horas y minutos suelen ser bastante ajustados.

En lo referido al diseño vial y el estado del mantenimiento de la infraestructura resulta redundante destacar que se ajustan a las más avanzadas normas técnicas y brindan una adecuada respuesta a los requerimientos de los usuarios que circulan por el camino.

Existe un especial cuidado del medioambiente a partir de la conservación de la geografía verde de las inmediaciones con acciones de mitigación del impacto vial, lo que se traduce en la disposición de barreras acústicas, tal como ilustra la Figura N° 16.

No se observa, en general, la construcción de calzadas colectoras adjuntas a la traza principal del camino, a menos que el viaducto atraviese zonas urbanas donde los cruces a nivel estén controlados por señalización luminosa. Es de destacar que, como es habitual en estos casos, el equipamiento de control dispone de tecnología actuada por demanda vehicular, lo que conlleva una permanente optimización de los tiempos de espera programados.

LA RUTA I-95 EN SU CRUCE POR LA CIUDAD DE NUEVA YORK

Haber atravesado la ciudad de Nueva York con una ruta de estas características es verdaderamente un emprendimiento excepcional tanto por la difícil geografía de la región -atravesada por ríos- como por la complejidad de la trama urbana, especialmente en la isla de Manhattan. Si bien su trazado ha acompañado el recorrido de la US-1, la disposición de calzadas de alta capacidad en viaducto ha implicado un esfuerzo tecnológico e inversiones económicas importantes, ya que además ha sido necesaria la construcción de distribuidores viales para conectar con la red de enlace de caminos que, en abanico, parten en todas la direcciones desde esta metrópolis, una de las más pobladas del mundo.

Para ello se construyó, entre otros, un puente para cruzar el río Hudson, que separa al estado de New Jersey con el de Nueva York. En la Figura N° 18 puede observarse el puente G. Washington que forma parte de la carretera I- 95 con peaje.

Figura N° 18: Puente G. Washington sobre el Río Hudson.

En la Figura N° 19 se observa un plano de la red de carreteras en las inmediaciones de Nueva York con el trazado que sigue la ruta N° I-95, la que se transforma, a partir de allí, en la columna vial vertebral de la región de New England.

La vinculación con las principales ciudades del Este de Canadá se ha dispuesto mediante el trazado de otras carreteras que se abren como ramas de la I-95, tal como la I-87 (Nueva York – Montreal), la I-91 (New Haven – Montreal y Quebec) y la I-90 (Boston – Toronto).

Figura N° 19: Plano de la región de Nueva York y la carretera I-95.

TRAZADO DE LA CARRETERA 3

Tramo: Nueva York - Houlton

A partir de Nueva York, la carretera atraviesa varios estados de la región de New England, pasando por numerosas ciudades, tales como:

- Estado de Connecticut: Stamford, New Haven, New London.
- Estado de Rhode Island: Providence.
- Estado de Massachusetts: Boston
- Estado de New Hampshire: Portsmouth.
- Estado de Maine: Portland, Augusta, Bangor.

Figura N° 20: Plano de la I 95 (Nueva York – Frontera con Canadá)

En la frontera se ubican las localidades de Houlton, en Estados Unidos, y Woodstock, en Canadá.

En la Figura N° 21 se puede ver la infraestructura de un nuevo puente recientemente construido en el viaducto de la carretera, atravesando la localidad de New Haven, lo que pone de manifiesto, como ya se ha dicho, que las obras de mejoramiento vial son de permanente ejecución.

Figura N° 21: Vistas del nuevo puente construido en la I-95 en la ciudad de New Haven – Connecticut.

Continuando hacia el Norte se llega a Providence, en el estado de Rhode Island, donde el camino antiguo de la US-1 atraviesa en centro de la ciudad, lo que obligó a desplazar la nueva Carretera I-95 hacia la periferia con no pocas dificultades. Su moderno desarrollo actual puede observarse en la Figura N° 22.

Figura N° 22: Vista de la I-95 en Providence.

En cambio, en la ciudad de Boston, estado de Massachusetts, la I-95 fue diseñada en forma de un gran anillo circulatorio que rodea el gran conglomerado urbano. Al atravesar el estado de New Hampshire el camino corre paralelo y muy próximo a la costa atlántica en un pequeño tramo de unos 26 km para luego ingresar, finalmente, en el estado de Maine. El camino alcanza la pintoresca ciudad de Portland, para luego seguir unos 400 km hasta la localidad de Houlton, en la frontera con Canadá, tras recorrer un paisaje de serena belleza.

En la Figura N° 23 se observa la señal de fin del camino.

Figura N° 23: Fin de la Carretera I-95 en la localidad de Houlton.

PALABRAS FINALES

Describir las características de la Carretera I-95 no ha sido una tarea sencilla, por su extensión de más de 3.000 km y su infraestructura vial monumental. Por ello se ha optado por poner en evidencia algunos aspectos importantes como un eje de vinculación y transporte entre las principales ciudades de la Costa Este de los Estados Unidos.

En cada Estado de los 16 que atraviesa la carretera se pueden evaluar los alcances de las obras de ingeniería que se han llevado a cabo y aun las que se continúan desarrollando, como así también las acciones de modernización y mantenimiento que nunca son abandonadas. Por todo ello se ha elegido a este camino para que sirva de ejemplo para todos aquellos que se dedican al quehacer vial.

NOTA DEL AUTOR:

El material fotográfico que acompaña el artículo pertenece a fuentes propias y al archivo de Google Earth.

Ingeniería y desarrollo para el crecimiento en infraestructura

UCSA

INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

Cerrito 1266 | Buenos Aires | Tel. +54 11 45154900
www.ucsa.com.ar | info@ucsa.com.ar

TELEPEAJE
Online

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

www.ausur.com.ar

autopistas al Sur

PROGRAMA DE VOLUNTARIADO

RSE Responsabilidad Social Empresaria

TELEPEAJE Adherite y accedé a esta nueva experiencia www.ausur.com.ar 0800-999-9999

ATENCIÓN AL CLIENTE Atención al Cliente y otras consultas, informate al 0800-999-0800

SOS SOS Ausur. Estamos para ayudarte 0800-999-9919

AUBASA SE EXPANDE Y SUMARÁ LA ADMINISTRACIÓN DE NUEVAS RUTAS

La empresa estatal que opera la Autopista Buenos Aires-La Plata sumó la concesión de la Ruta Provincial 6 y hacia fin de año se prevé que hará lo propio con las Autovías 2 y 11, y Rutas Provinciales 74, 63, 36 y 56, que conforman el Corredor del Atlántico. Mientras, avanza con importantes obras para la región.

Autopistas de Buenos Aires, la empresa que administra la **Autopista Buenos Aires-La Plata**, **acaba de sumar a su red de concesión la Ruta Provincial 6**, que une el puerto de Zárate con La Plata y prevé hacia fin de año la incorporación también del corredor del Atlántico.

La decisión de la gobernadora, **María Eugenia Vidal**, y del ministro de Infraestructura **Edgardo Cenzón** de confiar en la empresa para la gestión y administración de estas rutas ha permitido la expansión de la empresa estatal y la proyección de obras de envergadura sobre sus trazas.

En la Autopista La Plata-Buenos Aires, en lo que va del año y en la gestión a cargo del presidente de la empresa, Víctor El Kassir, se trabajó en **dar mayor seguridad a los usuarios al completar la instalación de cámaras domo en todo el trayecto, la construcción de 580m² de red anti vandálica, puestos de vigilancia, y la incorporación de un servicio de patrullaje las 24hs.**

Pero también se trabajó en obras, con la ejecución del distribuidor Villa Elisa ramal Sur, la repavimentación de la Ruta Provincial 36, la demarcación horizontal en toda la traza, la renovación total de la bajada en La Plata y Ensenada y la proyección para el año próximo de avanzar en el tercer carril del tramo Hudson-La Plata.

Aubasa Prepago fue el novedoso sistema implementado por la autopista para fomentar el uso de telepeaje y agilizar además la transitabilidad. Sin costo de adhesión, ni tarjetas, los usuarios acceden a este beneficio con sólo cargar saldo a través de medios electrónicos.

Además, Aubasa avanzó en la incorporación de nuevos equipos de cobro de peaje, la implementación de cobro mediante SUBE y nuevas cabinas de cobro para mejorar el confort de los empleados.

RUTA 6

AUBASA se hizo cargo desde septiembre de este año de la operación, conservación, mejora, mantenimiento y explotación de la Ruta Provincial 6 para lo cual prevé una inversión de 700 millones de pesos.

La Ruta 6 cuenta con una extensión de 180 kilómetros y atraviesa los distritos de La Plata, Brandsen, San Vicente, Cañuelas, General Las Heras, Marcos Paz, General Rodríguez, Luján, Pilar, Exaltación de la Cruz, Campana y Zárate. Por su traza circulan alrededor de 50.000 vehículos por día, en su mayoría camiones. Esto ha provocado un notable deterioro a pesar de su reciente inauguración, lo que demandará a la empresa una importante inversión en materia de repavimentación y obras.

AUBASA prevé implementar un plan de obras que comprende el emplazamiento de tres destacamentos policiales con su respectiva dotación, cámaras con monitoreo las 24 horas y presencia de Gendarmería, con el objetivo de convertir el camino en una autopista segura y con servicios para quienes la transiten.

Además, habrá mejoras en la señalización, nueva iluminación y se repavimentará junto a la Dirección de Vialidad de Buenos

Nuevo Distribuidor - Villa Elisa

Aires el tramo que va entre la Ruta 7 y la Ruta 8. También se instalará de un sistema de balanzas dinámicas para camiones, tres cabinas de peaje, espacios verdes para descanso, amigables con el medioambiente, entre otros trabajos.

A LA COSTA, MÁS SEGUROS

Las Autovías 2 y 11 y las Rutas Provinciales 36, 56, 63 y 74 pasarían a ser operadas por Aubasa hacia fin de este año.

Autoridades del Ministerio de Infraestructura e ingenieros de la empresa ya se encuentran delineando un plan de obras que fijó como prioritaria la construcción del doble carril de la Ruta 11 entre General Conesa y San Clemente, un tramo que cada verano registra un alto índice de accidentes y eternas demoras para los automovilistas. Esta obra es la principal demanda que ha registrado el gobierno provincial por parte de intendentes, legisladores y vecinos de la zona, además de los automovilistas que viajan hacia la costa cada verano.

Los trabajos también contemplan la construcción de un segundo carril entre San Clemente y Mar de Ajó, sector donde también se registran importantes demoras durante la temporada de verano.

Además, se planifica la construcción de un doble carril entre las ciudades de Villa Gesell y Mar Chiquita y entre General Conesa y Madariaga.

Ya en 2017 se realizaría la repavimentación completa de la Ruta 2, la principal vía de ingreso hacia Mar del Plata y la costa atlántica durante la temporada de verano, y se completarían los trabajos con la instalación de cámaras de seguridad en los accesos a cada una de las localidades que atraviesa la traza, como así también la modernización de los sistemas de cobro en las cabinas de peaje, a fin de agilizar el tránsito en los períodos de mayor flujo vehicular.

UNA DEMANDA HISTÓRICA

La construcción de la segunda mano entre General Conesa y San Clemente constituye la obra prioritaria ya que representa la respuesta a una demanda histórica de vecinos y autoridades de la región, como así también a los miles de ciudadanos de todo el país que se acercan a la costa atlántica durante las vacaciones y padecen largas filas, principalmente durante los momentos de recambio turístico.

La falta de cumplimiento de esta obra, y la falta de mantenimiento de la traza provocó la presentación de intendentes y legisladores de la zona, quienes han solicitado reiteradamente la recisión del contrato a la actual concesionaria. Así fue el caso de la ex intendenta y ahora diputada de General Lavalle, Marcela Passo, quien solicitó a las autoridades de Vialidad y a la propia gobernadora Vidal la recisión del contrato de concesión de Autovía del Mar. La decisión de Vidal de estatizar estas rutas fue destacada por los intendentes de Dolores, Camilo Etchevarren, y del partido de la costa, Juan Pablo de Jesús, que de manera insistente venían reclamando estas obras y ven ahora la posibilidad de su realización.

Bajada de la autopista en Ensenada y La Plata - Obras antes y después.

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

50 años
haciendo caminos más seguros

SEÑALIZACION VERTICAL

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

DEMARCACION HORIZONTAL

Spray / Linea Vibrante
Linea 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

Señalar
señalización vial

AVERY DENNISON
FABRICANTE
Certificado
de Señalización Vial

AVERY DENNISON
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

IMPORTANTES INVERSIONES EN TRANSPORTE PARA MISIONES, CHACO Y MENDOZA

El Ministerio de Transporte de la Nación anunció la inversión de casi 30.000 millones de pesos para rutas, transporte público y de cargas, aeropuertos e infraestructura. Desde fines de julio hasta los primeros días de septiembre, el ministro Guillermo Dietrich visitó las provincias de Misiones, Chaco y Mendoza, donde comunicó, junto a las autoridades locales, la realización de obras que serán de gran importancia para mejorar la circulación, comunicación y el traslado de personas y mercancías.

MENDOZA: 9.600 MILLONES DE PESOS EN INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

El 26 de julio el Ministerio de Transporte de la Nación firmó un convenio con el gobierno de Mendoza para destinar una inversión de $9.600 millones en infraestructura para el transporte vial, ferroviario y aerocomercial.

Entre las obras viales se anunció la licitación para la construcción del puente sobre Arroyo Seco, en la RN 7. Además, se comenzó con la construcción de los 160 km de autopista en la RN 40, que une San Juan y Mendoza, la construcción de una autopista sobre la RN 7, la pavimentación y readecuación de la RN 40 entre Neuquén y Malargue y las pavimentaciones de las RP 186, la RN 40 y la RN 149, todas con gran circulación de tránsito mixto entre camiones de carga y autos particulares. En total, se invertirán $8.284 millones destinados a intervenir 872 km de rutas y caminos.

Para el aeropuerto “El Plumerillo”, el cuarto más grande del país, se van a invertir 1.000 millones de pesos para la ampliación de la terminal, la reconstrucción de la pista de aterrizaje y maniobras, y la compra de tecnología aeronáutica para una mayor seguridad y previsibilidad de funcionamiento.

En materia ferroviaria se van a reconstruir 1.200 km de vías del ferrocarril de cargas San Martín, tan importante para el traslado de productos y materia prima a los centros de consumo y a los distintos puertos de salida.

10 MIL MILLONES DE PESOS EN VÍAS, RUTAS Y TRANSPORTE PÚBLICO PARA CHACO EN EL MARCO DEL PLAN BELGRANO

El 22 de julio Dietrich visitó las ciudades de Sáenz Peña y Barranqueras, donde, acompañado por el gobernador Domingo Peppo y por los intendentes Gerardo Cipolini y Alicia Azula, anunció importantes obras de infraestructura.

Entre los trabajos informados se destacan nueve obras viales importantes por un total de $ 7.344 millones, que plantean la intervención en 460 kilómetros, y entre las que se encuentran el esperado segundo puente que conectará Resistencia con Corrientes -que disminuirá los tiempos de viaje de una hora a 20 minutos- y la autopista Resistencia-Makalle, cuya construcción llegará a Sáenz Peña.

El anunció también incluyó la renovación de 335 km de vías para el Belgrano Cargas, atravesando 19 localidades. Ello implica la renovación del 70% de las vías ferroviarias de la provincia, para que los productos de Salta, Jujuy y Chaco lleguen en forma segura y previsible al puerto de Rosario, para su salida al mundo.

En la ciudad de Barranqueras se presentó la construcción de un distribuidor a distinto nivel en el acceso a la ciudad y un plan de puesta en valor para mejorar la movilidad de 40 mil vecinos que utilizan las líneas de colectivos que circulan por la avenida Toledo, que incluirá su pavimentación y nuevo mobiliario urbano.

7.600 MILLONES DE PESOS EN RUTAS, TRANSPORTE DE CARGAS Y AEROPUERTOS PARA MISIONES

El 1º de septiembre el ministro Dietrich visitó Misiones, donde anunció obras para el sector por 7.600 millones de pesos e inauguró, junto al gobernador de Misiones, Hugo Passsalacqua, el intendente de la ciudad de Posadas, Joaquín Losada, y el director de Yacyretá, Humberto Schiavoni, los cuatro puentes sobre el arroyo Zaimán, en la RN 12. Los trabajos de los puentes sobre el arroyo Zaimán se ejecutaron mediante un convenio entre la Entidad Binacional Yacyretá y la Dirección Nacional de Vialidad. La obra comprendió la construcción de cuatro puentes de hormigón con una longitud de 72 metros cada uno. Las obras viales anunciadas serán por un total de 6.843 millones de pesos, e incluyen 46 km de nueva autopista de la RN 12 Posadas – San Ignacio en tres tramos (de los cuales dos ya están en ejecución); 184 km de ruta segura en la RN 14; 35 km de pavimentación y 13 km de obras en la travesía urbana a Posadas; y 34 km de autopista en la RN 105, que va de San José a Posadas.

Para el sector aerocomercial, se anunciaron obras para los aeropuertos de Posadas e Iguazú por 766 millones de pesos. En el aeropuerto de Posadas se va a repavimentar toda la pista y se modernizará la terminal de pasajeros con una nueva pasarela telescópica. El aeropuerto de Iguazú contará a partir de este año con una nueva torre de control y en el 2017 se va a ampliar y remodelar la terminal de pasajeros. Además, se van a invertir 56 millones de pesos en la renovación de los sistemas de seguridad de ambas terminales.En materia de transporte de cargas, donde se busca fomentar la intermodalidad para ganar en competitividad, se proyectó una obra de mejoramiento de 12 km de vías en el tramo Santo Tomé – Apóstoles de la Línea Urquiza, una de las tres líneas de Trenes Argentinos Cargas que recorre toda la provincia de Misiones. Estas obras en la provincia de Misiones también se enmarcan dentro del Plan Belgrano.

“Nuestro compromiso es que cada obra que empiece, se termine: anunciar las obras, comprometernos con las fechas y cumplirlas genera previsibilidad, inversiones y fuentes de trabajo. Cada peso que destinemos a la obra pública va a terminar en la obra pública. Esto forma parte del proceso de transparencia con el que venimos trabajando para mejorarle la calidad de vida a todos los argentinos”, aseguro Guillermo Dietrich.

EL MINISTERIO DE TRANSPORTE PRESENTÓ UN PLAN DE 14.000 MILLONES DE DÓLARES PARA LOS TRENES METROPOLITANOS

Guillermo Dietrich presentó oficialmente ante la prensa el pasado 8 de septiembre el **Plan Integral de Obras para la Red Metropolitana de Trenes** que el gobierno comenzó a instrumentar desde principios de año y que prevé una inversión de US$ 14.187 millones en ocho años.

El Ministerio de Transporte ya se encuentra ejecutando este plan, "el más ambicioso del último siglo", con la intención de transformar la manera de viajar en tren en la región metropolitana de Buenos Aires, para que más de 10 millones de personas puedan acceder a un transporte público de calidad, más cómodo y seguro, con mejores servicios y frecuencias.

Durante la presentación, Dietrich estuvo acompañado por Germán Bussi, Secretario de Planificación de Transporte; Marcelo Orfila, presidente de Trenes Argentinos Operaciones, y Manuela López Menéndez, Secretaria de Obras de Transporte.

El Plan Integral de Obras para la Red Metropolitana de Trenes, con una inversión de 14.000 millones de dólares hasta 2023, representa mejoras en la infraestructura y hará posible la interconectividad de toda la red, gracias a la megaobra de ingeniería que conectará a las líneas del AMBA a través de una red de túneles y de estaciones subterráneas en la ciudad de Buenos Aires.

En 2023 el sistema se verá transformado con obras de alto impacto como el soterramiento de la línea Sarmiento, la electrificación de todas sus líneas, tres nuevos viaductos y 120 pasos bajo nivel. Además, estarán renovadas las vías, sistemas eléctricos y estaciones, y el 100% de la flota será completamente nueva.

El Plan también salda una deuda impostergable en materia de seguridad, ya que incorpora la tecnología de frenado automático en todas las líneas para 2019.

Este plan surge de un diagnóstico del estado del sistema: el 57% de las vías del área metropolitana de Buenos Aires se encuetran en regular o mal estado, y el 43% del señalamiento es obsoleto (gran parte tiene más de 80 años). La alimentación eléctrica cuenta con cables de ocho décadas y el sistema de alta tensión y las subestaciones tienen hasta 100 años de antigüedad.

Además, un 36% de los trenes tiene un promedio de antiguedad de 30 años. Y pese a que se compraron coches nuevos en China, tienen tecnología que no se puede reparar en los talleres locales.

Este abordaje integral impactará en forma directa en la calidad de viaje de los 1,4 millones de pasajeros que se mueven en tren todos los días. Hoy el tiempo mínimo de espera entre un tren y otro es de 10 a 15 minutos según las líneas y, gracias a estas obras, se reducirá a la mitad en 2019, con una frecuencia mínima de entre 6 y 8 minutos. En 2023, esa espera mínima será de entre 3 y 5 minutos en gran parte de la red.

Las obras también permitirán que más personas puedan viajar en transporte público: para 2019, se estima que la capa-

cidad de pasajeros transportados alcance los 3,2 millones de pasajeros y, para 2023, se ampliará a 4 millones.

En cuanto al financiamiento, el Ministro de Transporte sostuvo que los trabajos en la línea San Martín se afrontarán con fondos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y que el soterramiento del Sarmiento contará con un crédito del banco brasileño BNDS.

Agregó que también habrá aportes del Tesoro, de proveedores (en especial los de vagones), organismos internacionales y otras alternativas, como el armado de proyectos de inversión público-privada o la emisión de deuda. Dietrich afirmó que el proyecto convenció al presidente Mauricio Macri a tal punto que no discutió “ni un solo peso”.

IMPACTO

- **7 líneas metropolitanas (Mitre, San Martín, Sarmiento, Roca, Belgrano Sur, Belgrano Norte, Urquiza);**
- **1,4 millones de pasajeros diarios;**
- **34 municipios;**
- **1.896 servicios diarios;**
- **851 kilómetros de vías;**
- **278 estaciones**

DETALLE DE LAS INVERSIONES

Obras estratégicas: 8.537 millones de dólares

- RER: 3.244 millones de dólares
- Soterramiento del ferrocarril Sarmiento: 3.000 millones de dólares
- Viaductos y pasos bajo nivel: 1.360 millones de dólares
- Electrificación de líneas y ramales diésel: 933 millones de dólares

Principales inversiones en proceso: 5.650 millones de dólares

- Frenado automático en toda la red: 250 millones de dólares
- Material rodante 100% nuevo en toda la red: 3.240 millones USD
- Renovación de vías: 570 millones de dólares
- Nuevo señalamiento: 566 millones de dólares
- Mejoras en los sistemas eléctricos: 100 millones de dólares
- Estaciones nuevas y tecnología: 731 millones de dólares
- Talleres: 193 millones de dólares

LAS OBRAS ESTRATÉGICAS MÁS EMBLEMÁTICAS

• **Red de Expresos Regionales (RER):** la Red de Expresos Regionales (RER) es el proyecto de ingeniería de transporte de pasajeros más importante de la historia del AMBA y la primera ampliación significativa de la red de ferrocarriles metropolitanos en los últimos 100 años. RER es la conexión física de las distintas líneas: hoy los más de 800 kilómetros de vías del sistema están desvinculados entre sí. A través de una red de túneles y de estaciones subterráneas, la RER enlazará las líneas que vienen desde el Sur (Roca y Belgrano Sur), desde el Norte (San Martín; Mitre y Belgrano Norte), y desde el Oeste (Sarmiento), generando un gran nodo de conectividad regional.

• **Soterramiento del Ferrocarril Sarmiento:** en 2021, con una inversión de 3.000 millones de dólares, un túnel unirá las estaciones de Castelar y Caballito para beneficiar a los más de 200.000 pasajeros diarios de la línea Sarmiento y mejorar la frecuencia del servicio de 10 a 3 minutos.

• **Viaductos y pasos a nivel:** en 2019 existirán tres viaductos: el viaducto **Belgrano Sur**, que hará posible que la línea llegue hasta Constitución (hoy termina en Barracas, en la estación terminal Buenos Aires); el **San Martín**, que se extenderá desde Palermo hasta La Paternal; y el **Mitre** (ramal Tigre), que irá desde Palermo (Dorrego) hasta la altura de la avenida Congreso.

Para 2019 serán 63 pasos. Para 2023 habrá **120 nuevos pasos bajo nivel** en todo el AMBA, lo que implica la eliminación del 100% de las barreras en CABA.

• **Frenado automático:** para 2019, las siete líneas de la red tendrán el sistema de frenado automático de trenes instalado y funcionando. Hoy está instalado únicamente en la línea Roca, en los tramos Constitución-Temperley, y de allí a las derivaciones Alejandro Korn y Ezeiza, que representan apenas el 10% de toda la red. Esto es una deuda histórica en materia de seguridad y que elevará a la red a estándares internacionales.

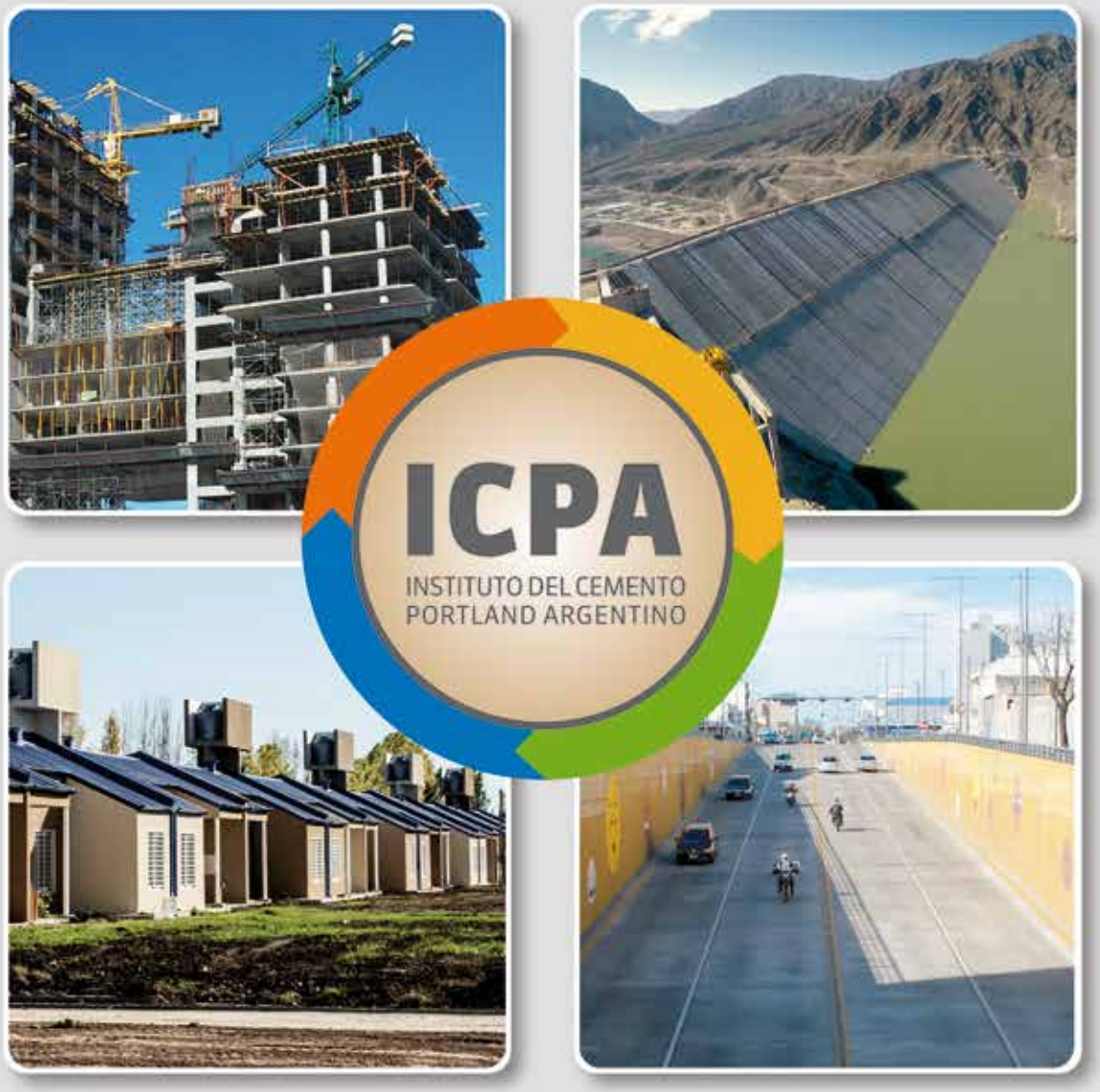
• **Vías:** la totalidad de la infraestructura de vías estará renovada para 2023, en todas las líneas, con avance significativo del 90% ya para 2019.

• **Material rodante:** en 2023 el 100% de la flota estará completamente renovado, con 2798 coches totalmente nuevos y funcionando, que se repararán en talleres modernos y con mano de obra local. Mientras tanto, para 2019 habrá 1748 coches nuevos. Este recambio de material rodante a largo plazo (2023) permite realizar grandes licitaciones y compras planificadas, con ofertas competitivas y entrega de coches por etapas, incluyendo el mantenimiento e instalación de talleres en el país con mano de obra local.

• **Obras de electrificación y mejoras en los sistemas eléctricos:** la red estará completamente electrificada en 2023, a través de obras como la que se están ejecutando hoy en el ramal a La Plata de la línea Roca, que antes funcionaba a energía diésel. Mientras tanto, en las líneas y ramales que ya son eléctricos, se mejorarán todos los sistemas de cableado y alimentación para 2019.

• **Estaciones:** en 2019, las metropolitanas tendrán nuevos refugios, asientos, información al pasajero en tiempo real, WI-FI libre y gratuito, mejor accesibilidad para las personas con discapacidad. Las mejoras también alcanzarán a las estaciones terminales centrales como Retiro y Constitución, y también la cabecera de Once. En Retiro, por ejemplo, ya se están implementando mejoras en techos de andenes, fachada y hall.

Líderes en innovación y transferencia tecnológica



ICPA
INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO

COMPROMISO & TRAYECTORIA

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

XV CONGRESO INTERNACIONAL DE VIALIDAD INVERNAL GDAŃSK 2018

La Asociación Mundial de la Carretera está organizando conjuntamente con GDDKiA, la Dirección General de Carreteras Nacionales y Autopistas de Polonia, el XVº Congreso Internacional de Vialidad Invernal. El Congreso se celebrará en Gdańsk (Polonia) del 20 al 23 de febrero de 2018.

*"PROPORCIONAR UN SERVICIO DE VIALIDAD INVERNAL **SEGURO Y SOSTENIBLE**"*

La convocatoria para la presentación de resúmenes para el Congreso de Gdańsk 2018 ya está abierta.

Los autores están invitados a presentar los resúmenes antes del 31 de diciembre de 2016 utilizando el servicio on-line de la página web del Congreso:

www.abstracts.gdansk2018.piarc.org

Los resúmenes deberán ser presentados en **inglés** o en **francés**.

LOS OCHO TEMAS PARA ESTA CONVOCATORIA SON:

Tema 1. **Situaciones extremas, catástrofes**
Tema 2. **Cambio climático y medioambiente**
Tema 3. **Información meteorológica en carreteras**
Tema 4. **Usuarios de la carretera y seguridad vial**
Tema 5. **Gestión y planificación de la vialidad invernal**
Tema 6. **Equipamientos y productos**
Tema 7. **Vialidad invernal en zonas urbanas**
Tema 8. **Túneles y puentes**

CONGRESOS INTERNACIONALES DE VIALIDAD INVERNAL

La Asociación Mundial de la Carretera ha organizado congresos sobre Vialidad Invernal desde 1969.

Los Congresos Internacionales de Vialidad Invernal se celebran cada cuatro años. Son conferencias a nivel mundial donde coinciden expertos de todo el mundo y se promueve el intercambio de conocimientos sobre asuntos relacionados con la vialidad invernal entre los países que experimentan un clima severo.

Gdańsk 2018 sigue los pasos del **XIV° Congreso Internacional de Vialidad Invernal**, que se celebró en el Principado de Andorra en 2014. Con más de 1.500 participantes y 3.000 visitantes de la exposición procedentes de 48 países, resultó ser un éxito rotundo.

CONTACTO - INFORMACIÓN

ASOCIACIÓN MUNDIAL DE LA CARRETERA (PIARC)
E-mail: gdansk2018@piarc.org

www.piarc.org

AVERY DENNISON

AVERY DENNISON
DISTRIBUIDOR Autorizado
LÁMINAS REFLECTIVAS

AVERY DENNISON
LÁMINAS REFLECTIVAS
con sello IRAM

expo 2016 vial Argentina
STAND 32

NUEVA Tecnología

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

Sello IRAM - Marca de Agua - OmniDireccionalidad - Procedencia USA - ENTREGA INMEDIATA

MÁS AUTOPISTAS,
MAYOR SEGURIDAD EN EL TRÁNSITO.

En AUBASA acompañamos el desarrollo económico y productivo de la Provincia y el país, a través de **nuevas y mejores autopistas**.
Promoviendo un **menor tiempo de manejo** para nuestros usuarios, mejores tiempos logísticos, nuevas tecnologías en **seguridad vial** y **mayor mantenimiento**.

AUBASA
AUTOPISTAS DE BUENOS AIRES S.A.

www.aubasa.com.ar
@AU_BA_SA

EL CONSEJO DIRECTIVO DE IRAM DESIGNÓ A LAS

Nuevas Autoridades para el Período 2016-2017

El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) celebró, el pasado 11 de julio, en su casa central, la 81º Asamblea Anual Ordinaria en la cual se presentaron las nuevas autoridades para el período 2016-2017.

Luego de la votación, el presidente saliente, **Sr. Enrique Romero (ICPA-Instituto del Cemento Portland Argentino)**, quien se desempeñó como autoridad máxima de IRAM en el período 2009-2015, anunció formalmente a su sucesor, el **Sr. Héctor Cañete (UIA- Unión Industrial Argentina)**, quien ejercerá la nueva presidencia.

En dicha asamblea también se llevó a cabo la renovación parcial en la composición del Consejo Directivo, en función de aquellos consejeros que concluyeron con su representación este año.

Asimismo, el **Sr. Enrique Romero** expuso una presentación para todos los asistentes que resumió los aspectos más relevantes de la gestión que lideró, la cual comprende logros a nivel de socios y grupos de interés (comunidad), plano organizacional y económico (equilibrio financiero).

Por su parte, la incorporación del **Sr. Héctor Cañete** trae aparejada la gran responsabilidad que implica representar a la industria argentina en nuestra casa y constituye al mismo tiempo un claro mensaje del compromiso de la industria con la calidad.

ACERCA DE IRAM

IRAM es una asociación civil sin fines de lucro, de carácter privado, dirigida por organizaciones que representan a los sectores de la producción, el consumo y el interés general, cuyo objetivo es contribuir a mejorar la calidad de vida, el bienestar y la seguridad de personas y bienes. Además, promueve el uso racional de los recursos y la innovación.

El instituto es representante de ISO en nuestro país y es el único organismo nacional dedicado a la normalización. Ofrece, también, servicios de certificación y formación de recursos humanos. Por último, representa y defiende la posición argentina en organismos de normalización y certificación regionales e internacionales.

SE INAUGURÓ EL PRIMER CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS DEL PAÍS EN EL SUR PORTEÑO

Ante empresarios del sector del autotransporte de cargas, el primer mandatario participó del acto de apertura oficial del primer centro de transferencia de cargas del país.

El presidente de la Nación, **Mauricio Macri**, inauguró el pasado 7 de septiembre el **Centro de Transferencia de Cargas**, proyecto impulsado por el **gobierno porteño** y la **Federación Argentina de Entidades Empresarias de Autotransporte de Cargas** (FADEEAC) y desarrollado por la firma **CTC Administradora S.A.**

También participaron del evento el Jefe de Gobierno porteño, **Horacio Rodríguez Larreta**, el Ministro de Producción de la Nación, **Francisco Cabrera**, el presidente de CTC Administradora, **Hugo Membrive**, el presidente de FADEEAC, **Daniel Indart** y el vicepresidente primero de la Asociación Argentina de Carreteras, Nicolás Berretta.

La apertura del acto estuvo a cargo de Membrive, quien enfatizó que *"gracias al grupo humano que afrontó las dificultades y al apoyo permanente de los funcionarios del gobierno de la Ciudad se hizo posible lo que parecía inalcanzable".* Y agregó: *"Este Centro es de los transportistas y para los transportistas y representa el mejor ejemplo de asociación público-privada en el país, una prueba concreta de lo que pueden hacer gobierno y empresarios trabajando juntos, codo a codo, sin necesidad de apelar a subsidios de ninguna especie".*

Por su parte, Rodríguez Larreta expresó que esta obra *"es el resumen perfecto de todo lo que queremos para la Ciudad"*. Además, destacó los beneficios para los vecinos de los barrios del Sur, donde se aloja la mayor parte de los depósitos, ya que permitirá que los camiones de carga puedan centralizar la logística de carga y descarga en un lugar preparado para tal fin.

En su turno, Macri recordó los comienzos del proyecto, cuando él era Jefe de Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires: "Parece que fue ayer que entramos a FADEEAC con esta idea. Poco a poco fue tomando cuerpo y valió la pena". Además, resaltó que centros de transferencia de cargas de estas características existen en "muy pocas ciudades del mundo" y que, entre otros puntos, "generará mejoras en el tránsito, más seguridad, menos accidentes y menos contaminación". "Este lugar va a tener 300 puestos de trabajo nuevos", aseguró.

El predio, de más de 37 hectáreas, está ubicado en el barrio de Villa Soldati, entre Roca, Pergamino, la Avenida 27 de febrero y la autopista Cámpora. La obra, que fue comenzada en 2014, demandó una inversión total de $700 millones y cuenta con 112 módulos distribuidos en cuatro naves. Ya cuenta con 62 compañías en condiciones de operar y se espera un movimiento inicial de 1000 vehículos por día, aproximadamente.

Este espacio también prevé instalaciones sanitarias, de bomberos, así como áreas de servicios para mejorar la calidad de los trabajadores (como, por ejemplo, sucursales bancarias y puestos de comida).

EL INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO PUBLICÓ EL NUEVO

MANUAL DE PAVIMENTOS URBANOS DE HORMIGÓN

Continuando con su política de difusión y transferencia tecnológica para el mejor uso del cemento y del hormigón, el **Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA)** publicó durante el mes de agosto un nuevo **Manual de Pavimentos Urbanos de Hormigón.**

Este documento reúne las mejores prácticas para el proyecto y ejecución de pavimentos urbanos de hormigón. En sus cinco capítulos abarcá el hormigón y sus materiales componentes, el diseño del paquete estructural, su construcción y las técnicas de mantenimiento y reparación.

Los autores del manual son los **Ings. Diego Calo** y **Matías Polzinetti**, coordinadores de los Departamentos Técnicos de Pavimentos y de Tecnología del Hormigón respectivamente, quienes contaron con la colaboración de **Matías Camueira** (del Depto. Técnico de Pavimentos del ICPA) y de los **Ings. Carlos Milanesi**, **Mariano Pappalardi** y **Daniel Violini,** de Cementos Avellaneda; los **Ings. Edgardo Becker** y **Diego Mantegna,** de Loma Negra; y la **Ing. Andrea Ábalos,**de PCR.

El manual tiene como finalidad promover los usos y tecnologías más adecuadas para cada situación, permitiendo así alcanzar altos niveles de productividad y durabilidad en la ejecución de vías urbanas.

LA DESCARGA DEL MANUAL ES LIBRE Y GRATUITA.

Con la intención de que todos aquellos relacionados con esta especialidad puedan acceder a sus contenidos desde cualquier punto del país, desde los primeros días de septiembre se encuentra disponible la versión digital (eBook) del manual en el sitio web del ICPA **www.icpa.org.ar**.

Asociación Argentina de Carreteras

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

www.aacarreteras.org.ar

SE INAUGURÓ EL METROBUS NORTE EN LA CIUDAD DE ROSARIO

Con un trazado de 2,5 km sobre la Avenida Alberdi, entre la Av. Mongsfeld y Av. Génova, se inauguró el primer corredor de Metrobus del interior del país. Mejorará la calidad de viaje de 140 mil rosarinos.

El Ministro de Transporte de la Nación, Guillermo Dietrich y la Intendente de Rosario, Mónica Fein, dieron inicio al corredor de Metrobus Norte con un viaje inaugural en los dos carriles centrales de la Avenida Alberdi que fueron reacondicionados para uso exclusivo del transporte público.

El corredor va a optimizar notablemente los tiempos de viaje, con previsibilidad y ahorros de hasta 12 minutos en hora pico, y va a mejorar la calidad en la espera gracias a 12 paradores nuevos, todos equipados con nuevo mobiliario.

El Metrobus rosarino es el primero de los muchos que planea implementar el Ministerio de Transporte de la Nación en las principales ciudades del país, entre las que se destacan Mar del Plata, Córdoba, Corrientes y Neuquén. La obra en Rosario, que tuvo un inversión de $35 millones, incluyó, además de los carriles exclusivos y paradores, mejoras en el entorno urbano gracias al ordenamiento de la avenida, nueva señalización a lo largo de todo el corredor, nuevas veredas, nueva iluminación, nuevos accesos y cruces peatonales seguros, nuevas rampas para personas con movilidad reducida y modificaciones en cuanto al estacionamiento en la zona.

Esta obra de infraestructura de transporte público implica una mejora exponencial en la experiencia de los 140 mil rosarinos que eligen el colectivo todos los días, disminuye el riesgo de colisión, mejora la seguridad vial de la avenida para las 12 líneas de colectivo y sus 70 servicios/hora y los vehículos particulares que circulan por Alberdi y tiene un impacto positivo en materia de accesibilidad y cuidado del medioambiente.

Actualmente se está analizando la extensión del corredor en dos tramos más: en el Bv. Rondeau a lo largo de 4,8 km y en la av. San Martín, a lo largo de 2,2 km para alcanzar un extensión total de casi 10 km.

FINANCIAMIENTO INTERNACIONAL PARA EL PASEO DEL BAJO

La Autopista Ribereña, rebautizada como “Paseo del Bajo”, comenzará a ejecutarse a fin de año tras la firma del crédito internacional que permitirá iniciar la obra que contempla una autopista subterránea de 6,7 km para unir el Sur y Norte de la ciudad.

Gracias al trabajo en conjunto del gobierno nacional y el de la ciudad, se firmó un acuerdo de financiamiento con el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) por 400 millones de dólares, que permitirá hacer realidad la tan anhelada conexión Norte-Sur de la Ciudad de Buenos Aires.

Esta autopista subterránea para camiones y colectivos de larga distancia de 6,3 kilómetros de largo conectará en forma directa las autopistas Buenos Aires-La Plata e Illia y permitirá reducir la congestión y los tiempos de viaje en el bajo porteño, una zona neurálgica por la que llegan a circular más de 25.000 vehículos diarios, de los cuales unos 10.000 son camiones provenientes de todas las provincias del país y del Mercosur.

La obra, que de acuerdo a lo informado en la Legislatura por el Jefe de Gabinete porteño, Felipe Miguel, estará lista para el 2019, será financiada con el préstamo internacional adquirido por el Gobierno Nacional del Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) más fondos del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Será ejecutada por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Transporte de la ciudad a través de la empresa estatal AUSA, junto con la Corporación Antiguo Puerto Madero, que estará a cargo de la obra en superficie.

“La nueva infraestructura mejorará los tiempos de viaje y seguridad vial de los camiones y vehículos, reduciendo los costos logísticos y dándole competitividad a nuestros productos. El transporte es fundamental en la vida de las ciudades y una variable clave en la economía del país. Estamos construyendo la infraestructura necesaria para que Argentina crezca y sea todo lo que puede ser”, dijo el Ministro de Transporte, Guillermo Dietrich.

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.

ypf.com.ar

YPF

Trabajos Técnicos

01. TRANSICIONES DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

Autores: Instituto del Cemento Portland Argentino - **Departamento Técnico de Pavimentos**

Trabajos presentados en el XVIII CILA

02. ALTERNATIVAS SUSTENTABLES EN LA PRODUCCIÓN DE ASFALTOS: MODIFICACIÓN CON POLVO DE POLIETILENO RECICLADO

Autores: Silvia **Angelone,** Fernando **Martínez,** Marina Cauhape **Casaux,** Marcela **Balige y** Alejandro **Berardo**

03. ASFALTOS ALTAMENTE MODIFICADOS *(HIMA – HIGH MODIFIED ASPHALTS)*

Autores: Mariano **Sanziani,** Carlos **Quevedo,** José **Muzzulini,** Fabián **Alasia,** Miguel **Araujo,** Mauricio **Volken,** Oscar **Dalla Benetta**

04. MEZCLAS ASFÁLTICAS SUSTENTABLES: LA OPCIÓN WAM-RAP

Autores: Mario **Jair,** Rosana **Marcozzi,** Francisco **Morea**

Divulgación

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

05. MEZCLA RECICLADA TEMPLADA CON EMULSIÓN A TASA TOTAL EN CAPA DE RODADURA: UNA PROPUESTA DE DISEÑO, FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA

Autores: Antonio **Ramírez,** José Ramón **Otero,** Patricia **Díaz,** José Manuel **Lizárraga,** Francisco Guisado**,** Emilio **Martínez**

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.

TRANSICIONES DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

AUTORES: Departamento Técnico de Pavimentos - **Instituto del Cemento Portland Argentino**

INTRODUCCIÓN

Al presentarse una discontinuidad en un pavimento de hormigón, tales como por ejemplo, una estructura pavimentada diferente, una zona no pavimentada o un una estructura fija, se deberá resolver una transición entre dicho pavimento y la misma. Es de gran importancia el estudio de dichas transiciones tanto en etapa de diseño como de construcción ya que suelen ser un punto común de falla que, en general, puede ser evitado.

Los elementos que controlan la transición entre estructuras deben permitir que los cambios sean lo más graduales que resulte posible a fin de evitar potenciales inconvenientes en la etapa de servicio. A su vez, deberán cumplir con las siguientes funciones para desempeñar un buen comportamiento a largo plazo:

- Facilitar una transición geométrica suave (en elevación y pendiente transversal).
- Proveer un cambio gradual de la capacidad estructural del pavimento.
- Permitir los movimientos de la losas, según sea necesario.
- Minimizar los problemas asociados al drenaje de la estructura del pavimento.
- Mantener la condición de transitabilidad.

TIPOS DE TRANSICIONES

En función de los elementos que vinculen, las transiciones pueden resultar de resolución muy sencilla, o en algunos casos, la ejecución de un tramo entre secciones que puede alcanzar hasta 50 cm de longitud.

Se enlistan a continuación los 4 tipos de transiciones que habitualmente pueden presentarse en pavimentos de hormigón simple:

- Transición entre pavimentos de hormigón simple
- Transición con pavimento flexible
- Transición con zona no pavimentada
- Transición con losa de aproximación de puente

TRANSICIÓN ENTRE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN SIMPLE

Para lograr una transición suave entre dos pavimentos de hormigón simple distintos, es necesario ejecutar una losa de transición entre ellos a fin de lograr una variación gradual de las condiciones de soporte y de las deflexiones.

Particularmente, en el caso de efectuar una transición entre pavimentos de hormigón simple de distintos espesores, se resuelve con una losa de espesor variable cuyo largo debe ser aproximadamente 4,50 m e igual o menor a la menor separación entre juntas de los pavimentos que vincula, con el objetivo de evitar la fisuración de la misma.

Finalmente, en los extremos de la losa de transición se deben ejecutar juntas transversales de construcción en tanto que el empalme entre las capas de base inferiores debe realizarse separado de la junta de construcción a una distancia de 0,3 m a 0,5 m (Fig.1).

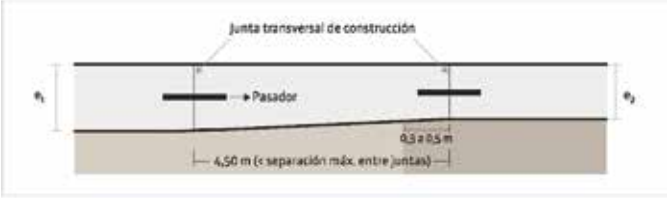


Fig.1 – Transición entre pavimentos de hormigón simple

TRANSICIÓN CON PAVIMENTO FLEXIBLE

En las intersecciones entre un pavimento de hormigón y otro de asfalto existen dos problemas que deben prevenirse. En primer lugar, se pueden generar deterioros en la zona de empalme de ambos pavimentos debido a un cambio abrupto en la rigidez del pavimento. Esto puede derivar en deformaciones en el pavimento flexible y generar fallas en el rígido debido a que en la junta entre pavimentos, la estructura rígida se encuentra parcialmente debilitada por la falta de transferencia de carga. Por otro lado, también se debe prevenir el fenómeno conocido como "crecimiento de losas" generado por los pequeños desplazamientos que presentan las losas de hormigón con dirección a la estructura de asfalto, empujándola y generando crestas o lomadas en la cercanía al empalme.

Fig.2 – Lomada en Pavimento flexible producto del empuje del pavimento de hormigón

A fin de solucionar estos problemas se han desarrollado distintas alternativas. Una solución posible radica en realizar un sobre-espesor en la losa de hormigón en coincidencia con la unión con el pavimento asfaltico, siendo esta alternativa especialmente aplicable para bajos volúmenes de tránsito pesado (Fig.3). Dicho incremento de espesor aumenta la capacidad estructural del pavimento rígido en la zona de unión para suplir la falta de transferencia de carga en este sector. Por otro lado, se previene el crecimiento de losas ya que la superficie que resiste el empuje por parte del pavimento asfaltico es mayor.

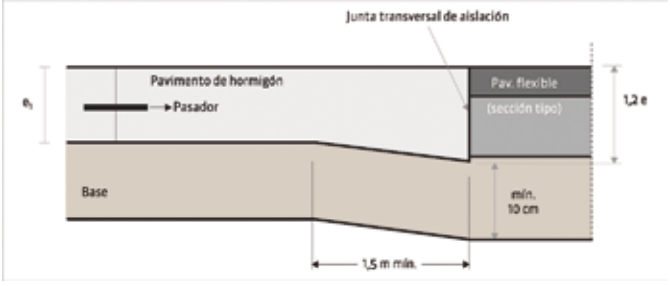


Fig.3 – Transición entre pavimento de hormigón simple y pavimento de asfalto en vía de bajo tránsito pesado

Otra posibilidad es realizar una losa de transición entre ambos pavimentos. La misma es una estructura compuesta por ambos materiales que permite materializar una transición gradual entre un pavimento y otro, permitiendo un mejor comportamiento del conjunto (Fig.4).

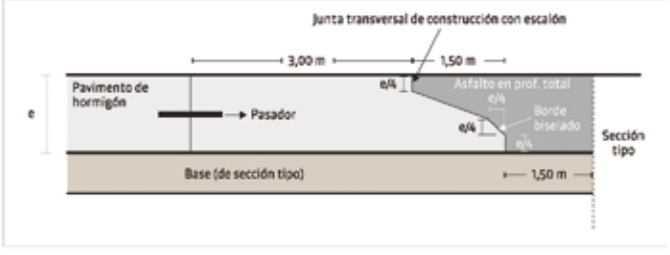


Fig.4 – Transición entre pavimento de hormigón simple y pavimento de asfalto

Para este tipo de soluciones, se debe realizar un borde biselado en la parte inferior de la losa de hormigón con el objetivo de evitar el reflejo de fisuras en el pavimento flexible. A su vez, se deberá verificar que la losa de transición de hormigón posea la rugosidad suficiente para garantizar la adherencia entre ambos materiales. Además, la base tratada se debe extender en el pavimento flexible al menos 1,5 m aproximadamente Para este tipo de transiciones, la American Concrete Pavement Associaton [ACPA TB019P.1997] recomienda la incorporación de barras de unión en las primeras tres juntas transversales de contracción para mantenerlas unidas firmemente y evitar el fenómeno conocido como crecimiento o empuje de losas. La colocación de estas barras de unión debe efectuarse como complemento de la colocación de pasadores en las juntas transversales.

En cuanto a la determinación de la cuantía de acero, se puede emplear la siguiente ecuación, la cual es utilizada en el cálculo de armadura en la junta longitudinal. Se debe destacar que en la formula se debe utilizar como distancia al borde libre más cercano a la separación que existe entre la segunda junta transversal y el inicio del pavimento flexible (en general, es igual al largo de dos losas)

$$A_{BU} = \frac{\gamma . E . L . \mu . S}{f_a}$$

siendo

A_{BU}	la sección mínima de acero de las barras de unión, por cada losa de pavimento
γ	el peso unitario de hormigón
E	el espesor de losa
L	distancia al borde más cercano
μ	el coeficiente de fricción entre losa y apoyo (Tabla 1)
fa	la tensión admisible del acero
S	la separación entre juntas transversales.

Tabla 1 - Coeficiente de fricción recomendados [AASHTO.1993]

Tipo de material en el apoyo de calzada	**Coeficiente de fricción, μ**
Tratamiento Superficial	2,2
Estabilizado con cal /cemento/asfalto	1,8
Material Granular	1,5
Subrasante Natural	0,9

En el caso de estar en presencia de altos volúmenes de tránsito pesado, una alternativa posible es la ejecución de una viga de coronamiento o un tabique en la zona de empalme. La colocación de este tabique tiene dos funciones. Por un lado, actúa como refuerzo estructural del borde libre del pavimento rígido, en tanto que además sirve como elemento de contención para controlar el fenómeno de crecimiento de losas (Fig.5).

La resolución de la junta entre la viga de coronamiento y el pavimento de hormigón simple puede efectuarse mediante una junta de dilatación con pasadores o una junta de aislación junto con un sobre espesor de hormigón para suplir la falta de transferencia de carga.

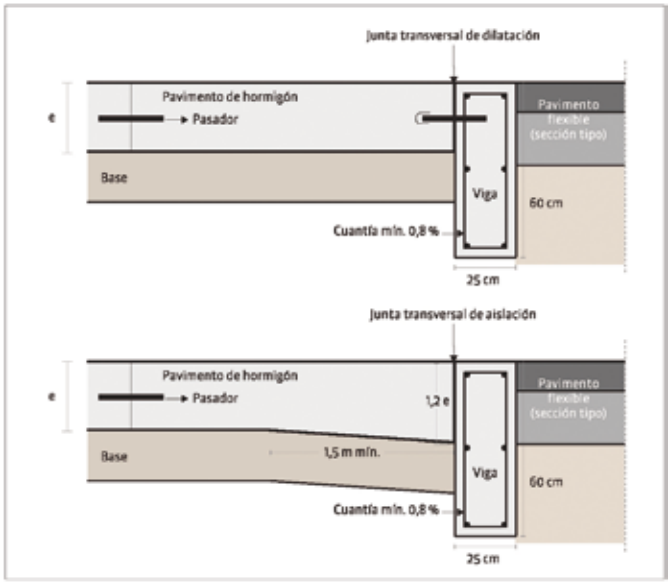


Fig.5 – Transición entre pavimento de hormigón simple y pavimento de asfalto en vía de alto tránsito pesado

TRANSICIÓN CON ZONA NO PAVIMENTADA

La transición entre un pavimento de hormigón simple y una zona no pavimentada se resuelve de una manera muy parecida al caso anterior. La diferencia radica en que en este caso, el fenómeno de crecimiento de losas y los posibles deterioros en la zona de empalme se agudizan ya que la diferencia de rigideces es mayor.

De esta manera, la resolución de la transición resulta del mismo modo muy similar. Si bien la solución con tabique también es una alternativa posible, al empalmar con una zona no pavimentada, seria esperable que el tránsito pesado sea relativamente bajo. Es por ello que en estos casos es habitual realizar una transición con sobre-espesor de hormigón. De esta manera se refuerza la zona y se previene el deterioro que se pueda generar por el impacto de los vehículos que la transiten (Fig.6).

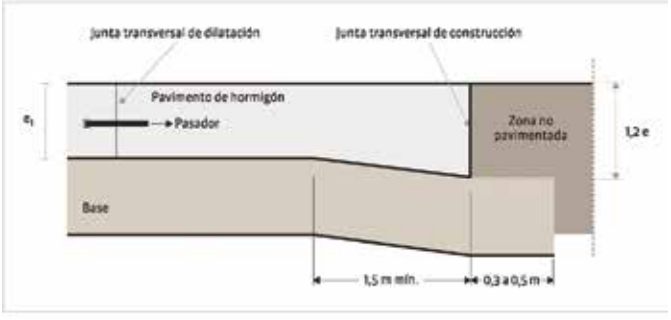


Fig.6 – Transición entre pavimento de hormigón simple y zona no pavimentada con bajo volumen de tránsito

TRANSICIÓN CON LOSA DE APROXIMACIÓN DE PUENTES

Al presentarse una transición entre un pavimento de hormigón simple y un puente, se suele recurrir a una losa de aproximación armada, cuyos extremos apoyan uno sobre el estribo del puente y el otro o bien sobre la base del pavimento o bien sobre una viga de apoyo (Fig.7).

El objetivo de este tipo de transiciones entre un pavimento rígido y la estructura de un puente es que sea lo más suave posible. Por un lado se debe cuidar la apertura de las juntas de transición y su rigidez mientras se encuentre en servicio. Para absorber estos movimientos relativos se colocan una o dos juntas de dilatación donde el pavimento rígido se conecta con la losa de aproximación. Dichas juntas deben tener un ancho igual o mayor a 20 mm y se deben rellenar con un material compresible e imputrescible (por ejemplo, madera blanda tratada) de tal modo de evitar el ingreso de materiales incompresibles en la junta lo que puede ocasionar la falla de la misma.

Además, se debe asegurar que no ocurran asentamientos diferenciales en la losa de aproximación que pueden ocurrir en la zona próxima a los estribos del puente.

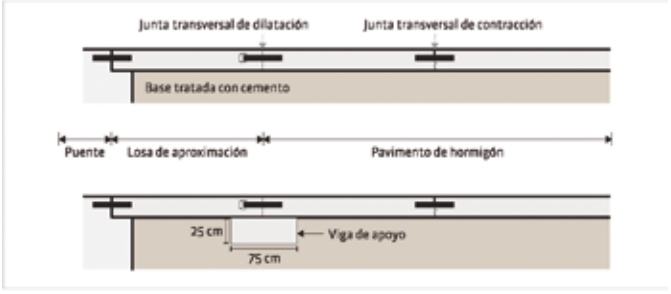


Fig.7 – Transición entre pavimento de hormigón simple y losa de aproximación. (adaptada de MoDOT,2001)

OTRAS ESTRUCTURAS FIJAS

Estructuras Fijas Insertas

Las estructuras fijas insertas en los pavimentos de hormigón simple pueden ser bocas de registro o sumideros. Con el fin de absorber los movimientos relativos entre las estructuras fijas y el pavimento de hormigón, se deben aislarlas colocando juntas de aislación alrededor de las mismas, cuenten o no con un marco exterior.

Las juntas de aislación no poseen pasadores ya que estos restringen el movimiento y evitarían absorber los movimientos relativos. Es por esto, en el caso que las juntas se encuentren en zonas de circulación, se debe incrementar el espesor del pavimento en coincidencia con la junta. Dicho incremento le brinda un aumento en la capacidad estructural necesario para efectuar una buena transferencia de carga (Fig.8 y 9).

El espesor se incrementa en un 20 % y se reduce en forma gradual hasta el valor original en un tramo de largo igual a 8 veces su espesor (y como mínimo de 1,5 m).

Se recomienda que la junta de aislación tenga un ancho mayor a 13 mm y estén rellenadas de un material imputrescible y compresible.

En el caso de emplear marcos exteriores, la separación entre la estructura y la junta de aislación debe ser de 0,30 m. Se debe destacar que la utilización de marcos exteriores cuadrados puede inducir a fisuras en las esquinas internas debido a la concentración de tensiones. Por esta razón, se recomienda el empleo de marcos sin aristas, ya sea con esquinas redondeadas o de forma circular. A su vez es aconsejable incorporar un refuerzo de armadura distribuida en las losas que se ubiquen alrededor de la estructura para controlar una eventual fisuración.

Además, si la estructura fija se encuentra a menos de 1,5m de una junta, esta se debe ajustar de manera tal que coincida con el marco de la anterior.

Fig.8 – Transición entre pavimento de hormigón simple inserto fijo fuera de zona de circulación y en zona de circulación

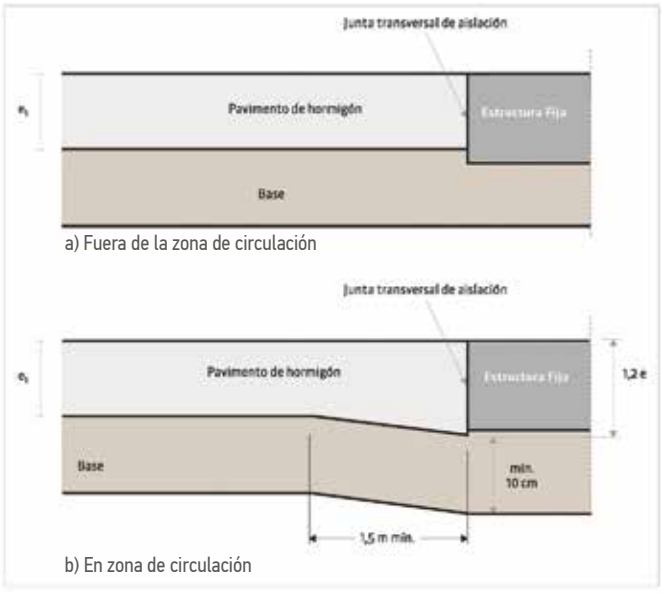
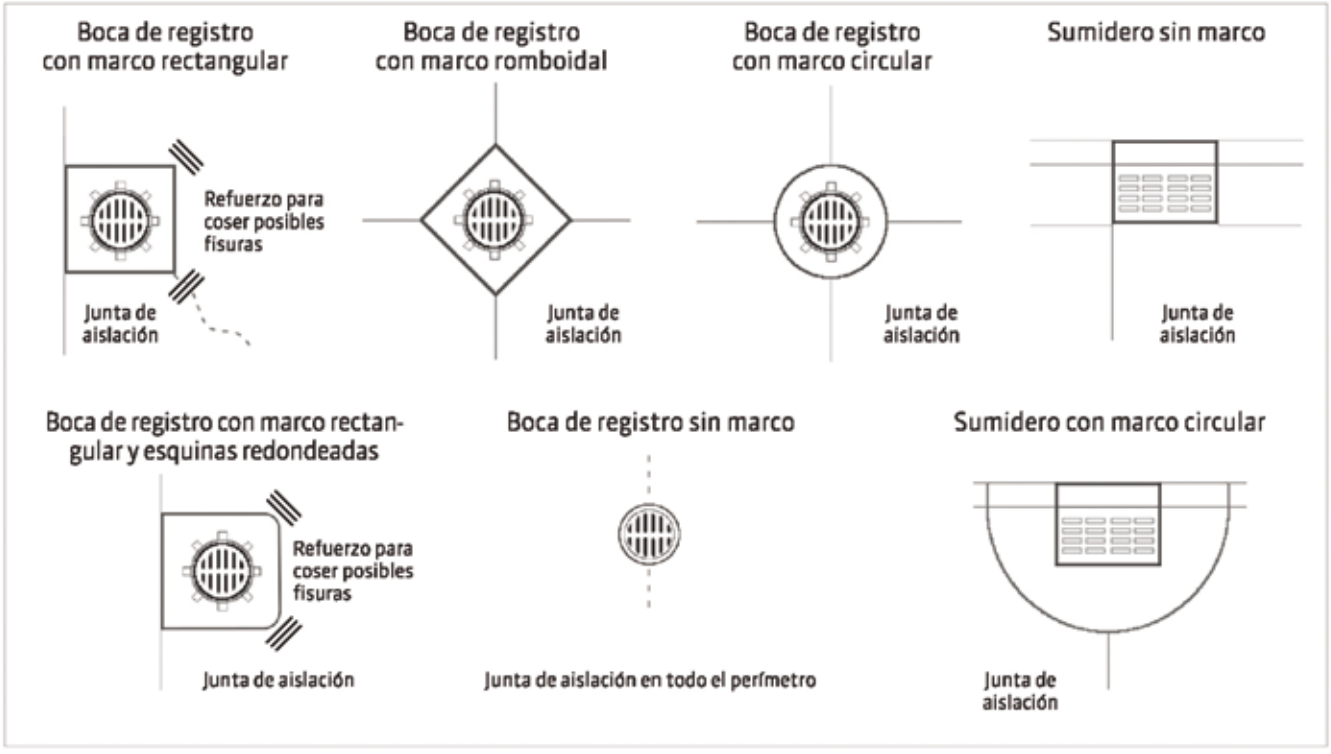


Fig.9 – Detalle de estructuras fijas de drenaje



Alcantarillas Transversales Tipo Cajón

Este tipo de alcantarillas son estructuras que canalizan el agua que corre aledaña al pavimento permitiendo que escurra por debajo y a través de la misma. Generalmente están cubiertas por el terraplén y su sección transversal presenta la forma de cajón

Si bien estas no son una discontinuidad en el pavimento, si lo son para la estructura de soporte del mismo, pudiendo provocar problemas en el desempeño del pavimento en servicio ya que se pueden generar asentamientos diferenciales entre ambas secciones.

En primer lugar, para resolver este tipo de discontinuidades se debe determinar si existe una interferencia entre la cota de la rasante del pavimento con los niveles de la alcantarilla.

Si la alcantarilla se encuentra completamente por debajo del nivel inferior del pavimento, y no hay interferencia con la estructura de soporte del mismo, no es necesario tomar muchas precauciones ya que el pavimento está aislado de la discontinuidad De cualquier manera, en estos casos, es recomendable ubicar las juntas transversales de contracción del pavimento coincidentes con los bordes de la estructura que se halla debajo, de tal manera de evitar que los asentamientos diferenciales posibles no dañen la integridad de la estructura ni generen cuadros de fisuración indeseados (Fig10).

Otra situación posible es que la alcantarilla invada parte de la estructura de soporte por lo que es obligatoria la ubicación de juntas transversales de dilatación en la calzada en coincidencia con la estructura fija (Fig.11).

Por último, si parte de la losa superior de la alcantarilla irrumpe en el nivel de apoyo de calzada, es estrictamente necesario realizar un recubrimiento de hormigón adherido en la losa superior de la estructura de drenaje. También, es recomendable la incorporación de armadura distribuida en una cuantía igual a 0,05% en ambas direcciones y, tal como el caso anterior, ubicar juntas de dilatación en coincidencia con los bordes de la estructura fija (Fig.12).

Fig.10 –El paquete estructural se encuentra por encima de la alcantarilla.

Fig.11 – La alcantarilla invade parcialmente la estructura del pavimento

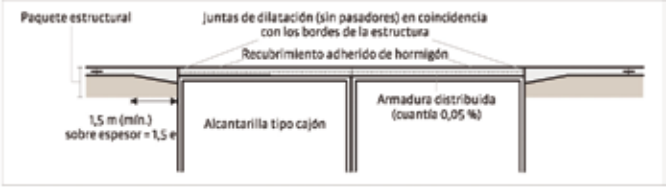


Fig.12 – La alcantarilla invade el nivel de apoyo de la calzada de hormigón

BIBLIOGRAFÍA

1. ACPA TB010P. Design and Construction of Joints for Concrete Highways. American Concrete Pavement Association. 1991.

2. ACPA TB010P. Design and Construction of Joints for Concrete Highways. American Concrete Pavement Association. 1991.

3. ACPA TB019P.1997- Concrete Intersection-A Guide for Design and Construccion.1997

4. ICPA. Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón.

5. Jung, Zollinger, Tayabji. Best Practices of concrete pavement transition design and construction. 2007.

6. UNR- Cátedra Transporte III F.C.E.I.A. Páramo. Diseño de juntas de pavimentos rígidos.2005.

7. Yoder, Wistczak. Principles of Pavement Design. Second Edition. 1995.

Staco Argentina

armco staco

MP100

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

HEL-COR HC68

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

Tunnel Liner

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

Sistemas de Defensas Metálicas

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

armco staco

Río Derey entre Río Pinto y Río Potrero - Barrio Cina Cina (1748) - General Rodriguez - Buenos Aires - Argentina
Tel / Fax: 0237-484-5313 / 484-5318 y 0237-485-2825 / 485-2200 - www.stacoargentina.com.ar - comercial@stacoargentina.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)

Trabajo presentado en el XVIII CILA

ALTERNATIVAS SUSTENTABLES EN LA PRODUCCIÓN DE ASFALTOS: MODIFICACIÓN CON POLVO DE POLIETILENO RECICLADO

AUTORES: Silvia **Angelone,** Fernando **Martínez,** Marina Cauhape **Casaux,** Marcela **Balige y** Alejandro **Berardo**

RESUMEN

En la actualidad, el cuidado del Medio Ambiente y la Sustentabilidad son conceptos prioritarios en el planteo de cualquier proyecto de Ingeniería, en particular, la eliminación de los residuos urbanos, rurales e industriales. Además, el incremento del número de vehículos pesados que circulan actualmente así como las magnitudes de las cargas que ellos transportan, ha conducido al deterioro de los pavimentos, donde el "ahuellamiento" de las capas compuestas por mezclas asfálticas es una de las fallas más frecuente. Buscando soluciones tecnológicas que contribuyan a atender ambas problemáticas y, considerando la compatibilidad físico-química entre el asfalto y los residuos plásticos, se ha considerado a las carreteras como una alternativa potencialmente viable para reutilizar, reciclar y revalorizar a estos residuos. Este trabajo presenta un estudio realizado sobre la incorporación de polietileno (PE) reciclado en polvo a un asfalto CA20. Se describe una metodología de mezclado e incorporación del mismo al asfalto en laboratorio y se comparan los resultados de ensayos de caracterización física y reológica obtenidos para el asfalto base, los asfaltos modificados con PE y dos asfaltos de control. Se aprecia una modificación significativa de sus propiedades. Se considera que la incorporación de plásticos reciclados sería una alternativa ambientalmente sustentable.

Palabras Clave: Residuos plásticos, asfaltos modificados, polietileno, energía.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el cuidado del Medio Ambiente y la Sustentabilidad se han convertido en declaraciones prioritarias en cualquier proyecto de Ingeniería. En particular, la eliminación de los residuos urbanos, rurales e industriales es uno de los temas que más preocupan a nivel mundial, debido a su gran volumen y diversidad que ha resultado del enorme desarrollo tecnológico producido en las últimas décadas así como el alto crecimiento demográfico.

El concepto de Desarrollo Sustentable –Sustentabilidad - implica crecimiento y progreso que no comprometa a las posibilidades de las generaciones futuras. Esta idea originariamente fue basada casi exclusivamente en el cuidado del medioambiente pero, en la actualidad incluye no sólo al ambiente sino al hombre como parte integrante de él y a la sociedad en la que se desempeña. Implica, por lo tanto, una estrecha relación entre la economía, la sociedad y el ambiente. La importancia de tener presente el concepto de sustentabilidad surge de analizar las situaciones que diariamente acontecen a lo largo del mundo: crecimiento de la población, mayores consumos energéticos, aumento de emisiones, mayor demanda de alimentos, traslado de la población del campo a la ciudad con demanda de infraestructura y suministros, aumento del volumen de residuos. Para lograr la sustentabilidad todos los actores sociales deben tomar parte: desde la producción hasta el consumidor.

El logro del desarrollo sustentable puede pensarse como una pirámide donde en la cima se encuentra ubicada la sustentabilidad y para alcanzarla deben cumplirse una serie de etapas que se encuentran ubicadas por debajo de ella, [1]. En la Figura 1 se presenta un esquema de esta idea.

Figura 1. Pirámide de Sustentabilidad

Dentro de la pirámide este estudio se ubica en el nivel de "Programas y Actividades". Se plantea una alternativa para la gestión sostenible de residuos de polietileno (PE) reciclados incorporando los mismos a las mezclas asfálticas que forman parte de las estructuras de las carreteras.

Huang et al. [2] investigaron sobre el uso de desechos sólidos en la construcción de pavimentos flexibles y concluyeron que el uso de éstos en las mezclas asfálticas presenta una valiosa oportunidad, pero es responsabilidad de la "industria del asfalto" encontrar la fuente apropiada de origen de los materiales a reciclar y usarlos de manera adecuada en los pavimentos asfálticos con vistas a lograr una solución tanto técnica como financieramente posible de plasmar. Debido a la potencial compatibilidad físico-química entre el cemento asfáltico y el polietileno (ambos provenientes de la industria petroquímica) y el importante volumen de materiales utilizado en la construcción de rutas, la ejecución de pavimentos es un lugar viable donde generar una disposición útil de este tipo de desechos plásticos.

La incorporación de plásticos reciclados en mezclas asfálticas se ha llevado a cabo por "vía húmeda", o sea incorporándolo al asfalto, o por "vía seca", en la que el plástico reciclado se incorpora como una fracción de áridos, siendo este tema estudiado por varios investigadores [3, 4, 5, 6, 7]. Particularmente en la Argentina, Angelone et al. [8] analizaron la influencia de la incorporación, por vía seca, de distintos porcentajes de polietileno reciclado proveniente del desecho de "silo bolsa", molido en escamas y en pellets, a una mezcla asfáltica, encontrando que es posible añadir en laboratorio el plástico reciclado sin alterar la fabricación rutinaria de probetas y su adición mejora el desempeño de las mezclas asfálticas principalmente en lo relacionado al comportamiento frente a deformaciones permanentes.

Hinishoglu y Agar [9] han investigado sobre el uso de polietileno de alta densidad (PEAD) reciclado como modificador de asfaltos para su uso posterior en mezclas asfálticas y concluyen que estas mezclas proveen mejor resistencia a las deformaciones permanentes debido a su alta estabilidad Marshall. Attaelmanan et al. [10] también investigaron la factibilidad de usar polietileno de alta densidad como modificador de materiales asfálticos en pavimentos y los resultados obtenidos permiten observar que su desempeño es mejor que el de las mezclas convencionales y que la susceptibilidad térmica y a la humedad puede ser reducida con el agregado de polietileno. Conclusiones similares son informadas por Zoorob y Suparma [11].

Por otra parte, el incremento notable del número de vehículos pesados que circulan sobre los caminos de nuestro país así como las magnitudes de las cargas que ellos transportan ha conducido en muchos casos al deterioro prematuro de estas vías de comunicación, siendo la formación de huellas continuas a lo largo de la ruta, denominada "ahuellamiento", una de las fallas más frecuente asociada a la aplicación reiterada de las cargas del tránsito para un pavimento asfáltico. Esta falla compromete el confort y la seguridad de los conductores particularmente en días de lluvia por la acumulación de agua en las mismas perjudicando seriamente la calidad en la circulación de los usuarios.

Por lo tanto el objetivo de este trabajo es buscar una solución tecnológica que contribuya a atender ambas problemáticas señaladas. Se presenta un estudio realizado sobre la incorporación de polietileno (PE) reciclado en polvo a un asfalto base tipo CA20 con el objeto de evaluar la metodología de mezclado e incorporación de los plásticos y la potencialidad del producto obtenido a través de sus principales propiedades y características reológicas por comparación con aquellas que corresponden al asfalto base y dos asfaltos de control tipo CA30 y modificado comercialmente del tipo AM3.

Se debe aclarar que esta investigación tendrá continuidad en próximas etapas con la caracterización de los ligantes luego de distintas condiciones de envejecimiento y su aplicación en mezclas asfálticas para evaluar el comportamiento mecánico resultante de las mismas.

2. MATERIALES

En este capítulo se describen los materiales utilizados en el presente estudio: plástico reciclado y ligantes asfálticos.

2.1 Plástico Reciclado

El plástico reciclado empleado proviene de una empresa que se dedica al procesamiento de polipropileno (PP), Polietileno de Alta Densidad (PEAD), Polietileno de Baja Densidad (PEBD) y Poliestireno de Alto Impacto (PSAI), la comercialización y logística de residuos electrónicos, venta de máquinas para reciclado, y servicio de gestión y tercerización del reciclado de plásticos.

Se seleccionó para esta etapa de la investigación un Polietileno (PE) reciclado micronizado, en polvo, Figura 2, cuyas características fueron determinadas por el Centro Tecnológico de Plásticos y Elastómeros de la Universidad Nacional de Rosario y se detallan a en la Tabla 1. La Figura 3 muestra la distribución granulométrica del PE reciclado micronizado para el que resulta un tamaño máximo del orden de los 2 mm.

La identificación del plástico se realizó por espectrometría infrarroja (IR). La determinación del contenido de cenizas en plástico se realizó según el procedimiento específico PE 19.31 basado en la norma ASTM D5630-13, y el ensayo de contenido de negro de humo en poliolefinas se realizó tomando como base la norma ASTM D1603-12.

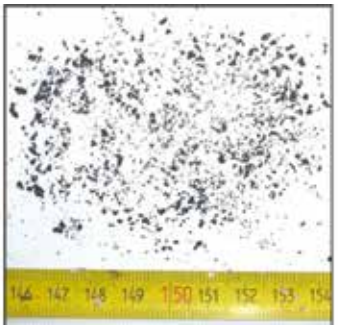


Figura 2. Aspecto del Polietileno (PE) reciclado micronizado

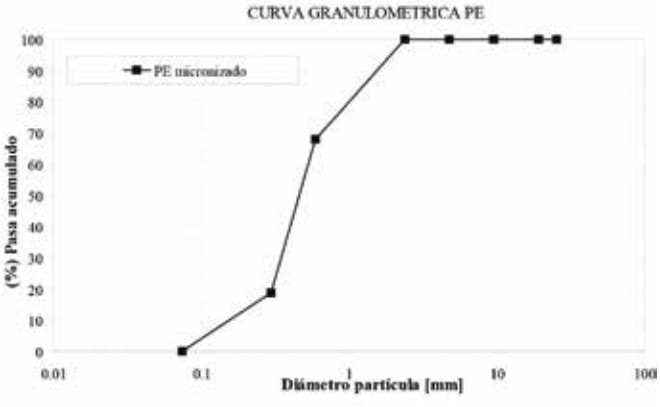


Figura 3. Curva granulométrica del PE reciclado micronizado

Ensayo	Número
Identificación (espectro IR)	Polietileno de baja densidad (PEBD)
Tamaño	0.1 a 2.0 mm
Densidad	0.925 g/cm^2
Contenido de cenizas	9.0 %
Contenido de negro de humo	0.8 %

Tabla 1. Características generales

2.2 Ligantes asfálticos

Se utilizaron para la investigación un asfalto base tipo CA20 y dos asfaltos de control, uno del tipo CA30 y el otro, modificado comercial tipo AM3 habiéndose incorporado el polietileno (PE) reciclado en polvo al asfalto base tipo CA20 en cuatro porcentajes crecientes entre el 1% y el 5%. En el capítulo 3 se describen la metodología de mezclado e incorporación de los plásticos al asfalto en laboratorio y se informan los resultados de los ensayos de caracterización física y reológica obtenidos.

3. ENSAYOS EXPERIMENTALES Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 Ligantes asfálticos de base y control

Como se mencionó anteriormente la ventaja de incorporar PE al cemento asfáltico radica en la potencial compatibilidad físico-química que existe entre ambos materiales provenientes de la industria petroquímica. Angelone et al [12] han encontrado en estudios anteriores que el uso de un asfalto base tipo CA30 no siempre permite una distribución homogénea del PE consiguiéndose un asfalto modificado heterogéneo cuando el porcentaje de PE reciclado en escamas proveniente de silo bolsa supera el 4% resultando determinante la metodología de incorporación del plástico en el asfalto y debiendo establecerse correctamente la temperatura, la velocidad de agitación y el tiempo de mezclado.

En base a esas experiencias anteriores, tanto YPF como el Laboratorio Vial – IMAE, decidieron para este estudio trabajar con una base "más blanda", o sea, un asfalto tipo CA20 para la incorporación del PE, reduciendo además notablemente el tamaño de las partículas de plástico de 5 mm (en escamas) a 1 mm en promedio (micronizado). Por otra parte, se mantuvieron dos asfaltos de control, uno tipo CA30 y otro modificado comercial tipo AM3. Las características de los tres materiales y las normas seguidas se indican en la Tabla 2.

Ensayo	CA20	CA30	AM3	Norma
Penetración a 25°C, dmm	85.7	59.8	59.7	IRAM 6576:2004
Punto de Ablandamiento, °C	46.0	48.6	80.5	IRAM 6841:2011
Índice de Penetración, IP	-0.94	-1.14	4.89	IRAM 6604:2002
G* a 60°C, Kpa	1.95	3.11	7.16	ASTM D 7175:2008
δ a 60°C, °	85.8	85.4	60.9	ASTM D 7175:2008
G* x sen δ a 60°C, Kpa	1.94	3.10	6.26	
G* / sen δ a 60°C, Kpa	1.96	3.12	8.19	
Recuperación elástica por torsión, %	5.0	5.0	82.2	IRAM 6830:2011
Viscosidad 135°c, S21, dPas	4.50	5.50	44.56	IRAM 6837:2011
Velocidad de corte, 135°, rpm	20.0	20.0	5.0	

Tabla 2. Características generales del asfalto base y de los de control

3.2 Ligantes asfálticos modificados

La elaboración de los asfaltos modificados así como los ensayos de caracterización fueron llevados a cabo en los laboratorios de YPF. La incorporación por vía húmeda de PE micronizado en polvo se efectúa empleando un molino Silverson de cabezal simple. Se calentó la muestra de asfalto base a 170°C, se colocó la muestra sobre plancha calefaccionada, con una agitación de 5000 rpm, se agregaron las cantidades correspondiente de polietileno y se sometió a mezclado durante 30 minutos.
Se elaboraron cuatro muestras distintas. Las formulaciones (en peso) empleadas se presentan en la Tabla 3 y sus características en la Tabla 4.

Material	CA20 + 1% PE	CA20 + 2% PE	CA20 + 3% PE	CA20 + 5% PE
Base asfáltica	99.0	98.0	97.0	95.0
PE micronizado (polvo)	1.0	2.0	3.0	5.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Tabla 3. Dosificaciones de los asfaltos modificados

Ensayo	CA20+1%PE	CA20+2%PE	CA20+3%PE	CA20+5%PE
Penetración a 25°C, dmm	69.5	58.0	50.5	50.0
Punto de Ablandamiento, °C	49.2	53.0	68.1	68.5
Índice de Penetración, IP	-0.60	-0.12	2.54	2.58
G* a 60°C, Kpa	3.39	4.68	5.39	9.27
δ a 60°C, °	83.9	82.7	82.0	74.1
G* x sen δ a 60°C, Kpa	3.37	4.64	5.34	8.92
G* / sen δ a 60°C, Kpa	3.41	4.72	5.44	9.64
Recuperación elástica por torsión, %	5.6	12.2	22.8	24.0
Viscosidad 135°c, S21, dPas	5.90	8.28	16.50	20.80
Velocidad de corte, 135°, rpm	20.0	20.0	20.0	20.0

Tabla 4. Características generales de los asfaltos modificados

3.3 Análisis comparativo de resultados

En la Figura 4 se muestran comparativamente los resultados alcanzados para los asfaltos base, modificados y de control para los valores de Penetración y Punto de Ablandamiento. Se observa una disminución de la Penetración e incremento del Punto de Ablandamiento a medida que se incorpora mayor cantidad de PE con una tendencia hacia los valores correspondientes al ligante AM3.

Para los asfaltos usados en pavimentación, el Índice de penetración puede variar entre -3 para ligantes altamente susceptibles a la temperatura hasta +7 para asfaltos de muy baja susceptibilidad térmica tales como los asfaltos soplados. En este caso, los Índices de Penetración para los asfaltos con PE adicionado cambian de valores negativos a positivos con el incremento de adición del PE obteniéndose ligantes de menor susceptibilidad térmica. Para el 5% de PE adicionado, el Índice de Penetración es aproximadamente el 52% del correspondiente al AM3.

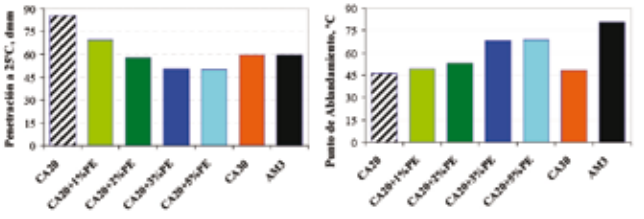


Figura 4. Penetración y Punto de Ablandamiento de los distintos ligantes asfálticos

En el mismo sentido para las viscosidades obtenidas en el Viscosímetro Rotacional para distintas temperaturas, se aprecia un incremento de las viscosidades respecto al incremento del porcentaje de PE agregado como se muestra en la Figura 5. Para los ligantes AM3 y CA20+5%PE no se ha determinado la viscosidad a 60°C con esta metodología de ensayo debido a su elevada viscosidad y su comportamiento reológico, como se puede constatar más adelante en las curvas de flujo que se indican en este trabajo.

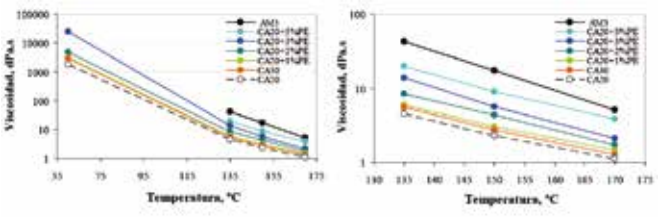


Figura 5. Perfiles de Viscosidades

Este incremento de viscosidad de los asfaltos con PE adicionado traerá como consecuencia un aumento de las temperaturas de mezclado y compactación de las mezclas asfálticas que con ellos se elaboren respecto a las preparadas con el ligante convencional CA30.

El análisis de la Recuperación elástica torsional indica que el agregado de PE proporciona propiedades elásticas al ligante pero éstas representan solamente el 29% de la recuperación elástica del ligante AM3 como se muestra en la Figura 6.

El Módulo complejo (G*), definido como el cociente entre el torque máximo aplicado y la deformación máxima experimentada obtenidos por medio del ensayo en el Reómetro de Corte Dinámico, DSR (Dynamic Shear Rehometer), es determinado a una temperatura de 60oC obteniéndose los valores de módulo complejo y ángulo de desfasaje δ entre los picos de la carga sinusoidal aplicada y la deformación resultante. La Figura 7 muestra a la izquierda, los valores de G* medidos a 60 oC en tanto que a la derecha de la misma figura se muestran los valores del ángulo δ.

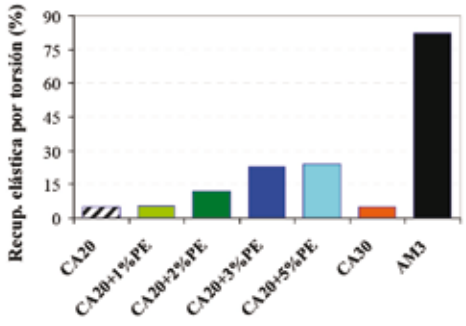


Figura 6. Recuperación Elástica por Torsión

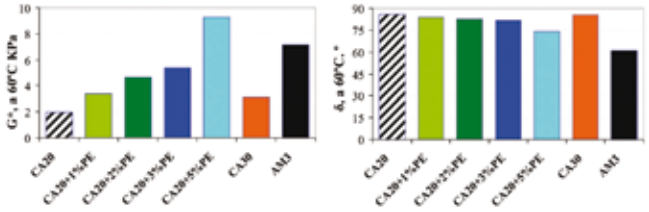


Figura 7. Valores de G* y δ para los asfaltos analizados

Se observa que los asfaltos con adición de PE incrementan su rigidez (aumenta G*) y mejoran sus propiedades elásticas con una disminución del ángulo de desfasaje δ a medida que aumenta el porcentaje de PE adicionado. Entonces es posible calcular las relaciones G*. senδ y G*/senδ a 60 oC como se muestran en la Figura 8.

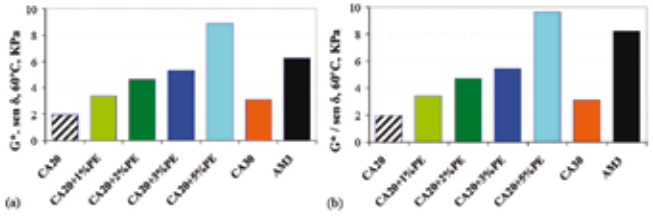


Figura 8. Valores de G*. sen δ (a) y (G*/sen δ (b) para los asfaltos analizados

De acuerdo a las especificaciones basadas en el Grado de Perfomance PG [13], el valor de G*/senδ debe ser mayor a 1 kPa para que el desempeño de un asfalto virgen sea apropiado frente a la acumulación de deformaciones permanentes. Se observa en la Figura 8 que todos los ligantes cumplen con este límite y que esta relación aumenta conforme se incrementa el porcentaje de PE incorporado. Esto indicaría una mejora en el aporte del ligante en cuanto a la resistencia al ahuellamiento, aunque algunos autores sugieren que el G*/senδ subestima el comportamiento de algunos asfaltos, sobre todo aquellos con elasticidad retardada elevada como, por ejemplo, asfaltos modificados con polímero del tipo SBS.

Adicionalmente se evaluó, en el Reómetro de Corte Dinámico DSR a 60oC, la viscosidad de todos los ligantes pudiéndose trazar las Curvas de Flujo. En la Figura 9 se observa como varía este parámetro con la velocidad de corte, donde se evidencia un comportamiento del tipo newtoniano en los asfaltos CA20, CA30 y CA20 con agregado de PE hasta el 3%, mientras que, como era de esperar, la viscosidad del ligante AM3 depende de la velocidad de corte. Este efecto es mucho más notorio en el ligante CA20+5%PE donde sus curvas se alejan de la linealidad y del comportamiento newtoniano.

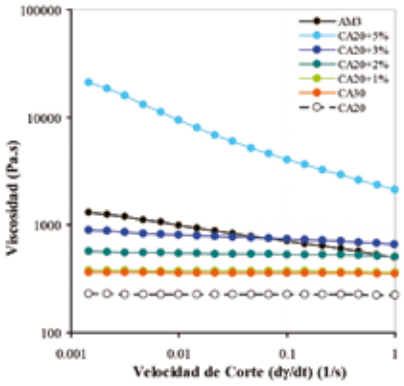


Figura 9. Curvas de Flujo a 60°C para ligantes vírgenes

Finalmente se realizaron ensayos de Creep a Múltiples Tensiones y Recuperación (Multiple Stress Creep & Recovery, MSCR Test por su designación en inglés) utilizando el Reómetro de Corte Dinámico. En este ensayo, una tensión de corte τ es aplicada durante 1 segundo a un delgado disco de asfalto mediante el DSR y luego retirada con 9 segundos de recuperación. Esta tensión se aplica reiteradamente para 10 ciclos y se miden las deformaciones resultantes tanto en los períodos de carga como en los de descarga como se muestra en la Figura 10 para los dos primeros ciclos aplicados. El proceso se repite para distintos valores crecientes de la tensión de corte aplicada.

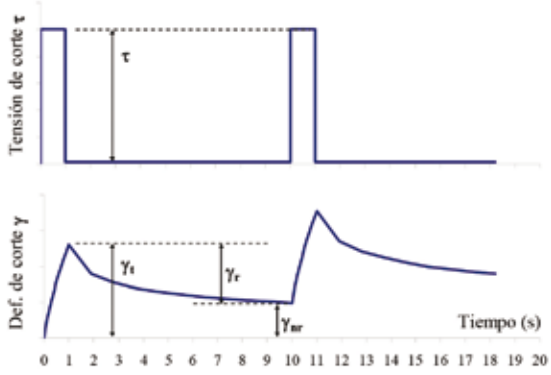


Figura 10. Esquema de tensiones y deformaciones en el ensayo MSCR

Se calculan entonces la Compliance no recuperable J_{nr} y el porcentaje de recuperación %R como:

$$J_{nr} = \frac{\gamma_{nr}}{\tau} \qquad (1)$$

$$\%R = \frac{\gamma_{nr}}{\gamma_t} \qquad (2)$$

con Υ_{nr} la deformación no recuperable, Υ_t la deformación total y τ la tensión de corte [14]. Esa compliance no recuperable Jnr puede entenderse como la deformación no recuperable para una tensión unitaria.

Bahia et al. [15] han mostrado que los resultados del ensayo MSCR correlacionan promisoriamente con el desempeño de las mezclas asfálticas frente a la falla del ahuellamiento y que el mismo es adecuado para evaluar el efecto de los asfaltos modificados y estimar su rol en el desarrollo de esas deformaciones permanentes. A modo comparativo, se han realizado ensayos MSCR sobre todas las muestras de acuerdo a la norma ASTMD7405:2010, en estado virgen y a una temperatura de 60°C. La Figura 11 muestra que los distintos asfaltos con incorporación de PE presentan un mejor comportamiento respecto a los convencionales, aunque con menores prestaciones que el asfalto tipo AM3. Sin embargo, el asfalto con el 5% de PE adicionado muestra un comportamiento que se aproxima al modificado comercial AM3, obteniendo una respuesta similar para bajas cargas (100 Pa) pero inferior a niveles más elevados (3200 Pa).

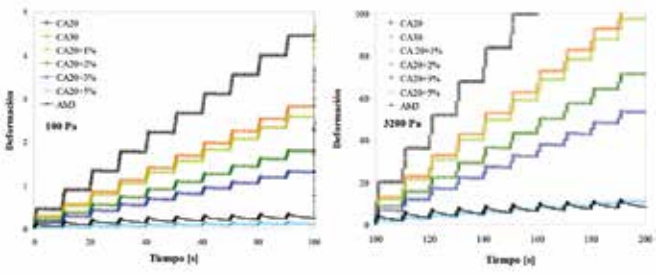


Figura 11. Resultados MSCR a 60°C sobre muestras en estado virgen

Las Tablas 5 y 6 presentan un resumen de los resultados alcanzados en este ensayo para todos los ligantes analizados a la misma temperatura de 60 °C y con el objeto de comparar los comportamientos observados a esa única temperatura. Para ambos niveles de tensión aplicada, la recuperación elástica aumenta a medida que se incrementan los porcentajes de PE y disminuye la deformación no recuperable para ambos niveles de tensiones aplicados.

Material	%R (100 Pa)	%R (3200 Pa)
CA20	2.1	0
CA20+1%PE	4.3	0
CA20+2%PE	9.0	0
CA20+3%PE	18.9	4.4
CA20+5%PE	82.1	48.6
CA30	4.1	0
AM3	81.5	80.5

Tabla 5. Respuesta elástica en ligantes a 60 °C

Material	J_{nr} 100 Pa (1/kPa)	J_{nr} 3200 Pa (1/kPa)
CA20	4.450	4.955
CA20+1%PE	2.580	2.960
CA20+2%PE	1.790	2.169
CA20+3%PE	1.300	1.625
CA20+5%PE	0.099	0.328
CA30	2.810	3.131
AM3	0.235	0.248

Tabla 6. Deformación no recuperable sobre ligantes a 60 °C

4. CONCLUSIONES

Este trabajo presenta un estudio tendiente a evaluar las posibilidades de incorporación a escala de laboratorio de un polietileno (PE) reciclado en polvo a un asfalto base tipo CA20 y determinar las modificaciones que resultan en su comportamiento reológico respecto a un asfalto convencional CA30 y uno modificado comercialmente con polímero AM3 considerados como ligantes de control. Del mismo resulta que se ha podido llevar a cabo la dispersión del polietileno reciclado sin mayores dificultades operativas. Los asfaltos aditivados con diferentes porcentajes de PE micronizado han mostrado un cambio significativo en sus propiedades reológicas a medida que aumenta el porcentaje de PE incorporado. La Penetración y el Punto de Ablandamiento varían notablemente observándose que la Penetración disminuye y el Punto de Ablandamiento aumenta según se incrementa el porcentaje de PE incorporado.

Los asfaltos con adición de PE reciclado muestran una componente elástica significativa cuando es valorada a través del ensayo de recuperación elástica torsional particularmente para los mayores porcentajes de PE. De igual manera, los resultados obtenidos mediante el Reómetro de Corte Dinámico muestran que esos asfaltos aditivados incrementan su rigidez (aumenta G*) y mejoran sus propiedades elásticas con una disminución del ángulo de desfasaje δ a medida que aumenta el porcentaje de PE adicionado.

El parámetro G*/senδ evaluado a una misma temperatura, en este caso 60°C, aumenta conforme aumenta el porcentaje de PE incorporado indicando un aumento en el aporte del ligante en cuanto a la resistencia a las deformaciones permanentes.
La viscosidad de los mismos también aumenta con el aumento del porcentaje de PE para todas las temperaturas consideradas poniéndose además en evidencia un comportamiento reológico más complejo y marcadamente No-Newtoniano para el porcentaje del 5% de PE.

El ensayo MSCR muestra para los distintos asfaltos con incorporación de PE que la recuperación elástica aumenta con el incremento de los porcentajes de PE para ambos niveles de tensión aplicada y simultáneamente, disminuye la deformación no recuperable.
Los resultados alcanzados para todos los ensayos permiten concluir que la adición del PE micronizado resulta en un ligante de características promisorias aunque el mismo no alcanza las prestaciones de un ligante modificado del tipo AM3. Sin embargo, atendiendo a razones ambientales y comprometidas con soluciones tecnológicas sustentables, estos asfaltos podrían ser una opción valiosa respecto a la falla por ahuellamiento de las mezclas asfálticas.

Finalmente, si bien el porcentaje óptimo a incorporar estaría comprendido entre el 3 y el 5% de PE de acuerdo a los parámetros medidos, es conveniente para su definición final basarse en futuros ensayos con los ligantes con distintos grados de envejecimiento y la estabilidad al almacenaje del producto. Esta investigación es parte de un proyecto de investigación en marcha por lo que, una vez establecido este porcentaje, se ha planteado analizar la caracterización del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas elaboradas con el asfalto modificado con PE y su comparación con mezclas de control.

5. REFERENCIAS

[1] Fava J. Sustainability Framework supported by Life Cycle Thinking and Approaches. Framework for Developing Greener Products, in Iannuzzi Al. Greener Products: The Making and Marketing of Sustainable Brands. CRC Press. ch. 5, pp. 105-127, 2011

[2] Huang, Y., Bird, R. N. and Heidrich, O. "A review of the use of recycled solid waste materials in asphalt pavements". Resources, Conservation and Recycling 52, pp. 58–73, 2007.

[3] Ho, S., Church, R., Klassen, K., Law, B., MacLeod, D. and Zanzotto, L. "Study of recycled polyethylene materials as asphalt modifiers", Can. J. Civ. Eng., 33, 2006.

[4] Reyes Lizcano, F. and Figueroa Infante, A. "Usos de deshechos plásticos en mezclas asfálticas. Síntesis de la investigación Colombiana". Ed. Colección Libros de Investigación, Pontificia Universidad Javeriana, Colombia, 2008.

[5] Al-Hadidy, A. I., Yi-qiu, T. "Effect of polyethylene on life of flexible pavements". Construction and Building Materials 23, pp. 1456–1464, 2009.

[6] Fawcetta, A. H., McNallya, T., McNallyb, G. M., Andrewsc, F. and Clarkec, J. "Blends of bitumen with polyethylenes". Polymer 40, pp. 6337–6349, 1999.

[7] Figueroa Infante, A., Reyes Lizcano, F., Hernández Barrera, D., Jiménez, C. and Bohórquez, N. "Análisis de un asfalto modificado con icopor y su incidencia en una mezcla asfáltica densa en caliente". Ingeniería e Investigación.27, 3, 2007.

[8] Angelone, S., Cauhapé Casaux, M., Borghi M. y Martínez F. "Reuse of waste polyethylene from "Silo bags"in asphalt mixtures". ISAP 2012, 2nd International Symposium on Asphalt Pavements and Environment. Fortaleza (Brasil), 2012.

[9] Hınıslıoglu, S. and Agar, E. "Use of waste high density polyethylene as bitumen modifier in asphalt concrete mix", Materials Letters 58, pp. 267– 271, 2004

[10] Attaelmanan, M., Feng, C. P. and Al-Hadidy, A. "Laboratory evaluation of HMA with high density polyethylene as a modifier". Construction and Building Materials 25, pp. 2764–2770, 2011.

[11] Zoorob, S. E. and Suparma, L.B. "Laboratory design and investigation of the properties of continuously graded Asphaltic concrete containing recycled plastics aggregate replacement (Plastiphalt)". Cement & Concrete Composites 22, pp. 233-242, 2000.

[12] Borghi M., Angelone, S. Martínez F. y Cauhapé Casaux, M. Incorporación de silo bolsa reciclado como modificador de cementos asfálticos de uso vial. XX Jornadas de Jóvenes Investigadores. Asociación de Universidades Grupo Montevideo (AUGM). Curitiba, Brasil, 2012.

[13] American Association of State Highway and Transportation Officials. "Standard specification for performance graded asphalt binder". AASHTO-MP1. 1998.

[14] D'Angelo, J., R. Kluttz, R. Dongre, K. Stephens and L. Zanzotto. "Revision of the Superpave High Temperature Binder Specification: The Multiple Stress Creep Recovery Test", Asphalt Paving Technology, Vol. 76, No.123. 2007.

[15] Bahia. H. U., Tabatabaee, N., Clopotel. C. and Golalipour. A. "Evaluation of Using the MSCR test for Modified Binder Specification", 56th. Annual Conference of the Canadian Technical Asphalt Association. pp. 203-222. 2011.

CÁMARA ARGENTINA
DE LA CONSTRUCCIÓN

80 AÑOS
CONSTRUYENDO FUTURO

Nº 1266 // OCTUBRE 2016

EDICIÓN ESPECIAL

Revista Construcciones

www.camarco.org.ar

Trabajo presentado en el XVIII CILA

ASFALTOS ALTAMENTE MODIFICADOS *(HIMA – HIGH MODIFIED ASPHALTS)*

AUTORES: Mariano **Sanziani,** Carlos **Quevedo,** José **Muzzulini,** Fabián **Alasia,** Miguel **Araujo,** Mauricio **Volken,** Oscar **Dalla Benetta**

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto relatar la concreción de la producción y empleo de asfaltos altamente modificados (HiMA) en mezclas asfálticas de uso corriente en la ingeniería vial Argentina. Llevar adelante tal iniciativa técnica, implica, en primer lugar, la realización de una importante inversión en equipamiento tanto de laboratorio (para la realización de estudios previos y posteriores controles sobre trabajos realizados), como así también, para la producción industrial, desarrollando a su vez, un intenso plan de trabajo para el logro del fin propuesto.

Este gran esfuerzo inicial surge como consecuencia de lo inédito, que resulta que personas cuya función específica sea la construcción y no la producción de insumos o materiales que normalmente son provistos por quienes tienen desarrollados y probados procesos industriales, generando a su vez, la materia prima que hace a los mismos.

Se intenta trasmitir las experiencias recogidas en la optimización, en la selección del tipo y procedencia de los asfaltos, y similar análisis sobre los polímeros SBS.

Esto abarcó una etapa de numerosas pruebas a nivel laboratorio, luego puestas en práctica en la producción a escala industrial, desde la obtención de asfalto modificado del tipo AM3 (4%), hasta llegar a la modificación del ligante convencional con elevados tenores (7,5%) de polímeros de tipo SBS (obtención del HiMA).

A los fines de determinar la diferencia de desempeño de los asfaltos modificados AM3 y HiMA, se realizaron sobre los mismos diversos ensayos, convencionales y especiales, como por ejemplo: Performance Grade (PG) y Multiple Stress Creep Recovery (MSCR), cuyos resultados se analizan en el desarrollo del trabajo.
Conclusión: introducir en el país, la tecnología HiMA.

Palabras Clave: concentrado, digestión, AM3, HiMA.

1. INTRODUCCIÓN

El inicio del actual sistema de concesión de corredores viales, puso en jaque en términos de capacidad de producción al mercado de asfaltos para uso vial. Tanto en el caso de ligantes convencionales como así también en asfaltos modificados con polímeros, la oferta comercial parecía incapaz de satisfacer las demandas generadas tanto en obras contratadas, como en las generadas a través de los contratos de concesión.

Dentro de las obras de mejoras, distribuidas en el período inicial (y vigente) de 6 años de concesión, está previsto por contrato, la colocación de varios cientos de miles de toneladas de mezcla asfáltica. De esta totalidad, en un gran porcentaje se ha previsto la utilización de asfaltos modificados con polímeros del tipo SBS (ESTIRENO – BUTADIENO – ESTIRENO).

Al tener casi la certeza de la imposibilidad de contar con las cantidades necesarias en tiempo y forma, de uno de los insumos más importantes, para cumplir con los planes de trabajos programados y exigidos, y de modo tal de tomar cierta distancia de las limitaciones que imponía el mercado, la concesionaria a la cual representamos toma la decisión de equiparse para desarrollar procesos de modificación de asfalto en planta propia (tal cual lo hiciera en el año 1996, lo que motivó en ese entonces, la presentación realizada en la reunión de la Comisión Permanente del Asfalto de ese año, llevado a cabo en la ciudad de Mar del Plata).

En virtud de ello, se realiza la inversión en el equipamiento necesario y específico no solo para desarrollar el proceso de modificación de asfalto para cumplir con las exigencias contractuales, sino también para el control de calidad de dicho proceso. Se instala una planta modificadora de asfaltos de 50 a 80 tn/día de capacidad de producción en el obrador localizado a la altura del km 142 de la autopista Buenos Aires – Rosario, más el equipamiento afín a nivel laboratorio de obra y laboratorio central, constituyendo un alto capital de riesgo.

1.1. Planta modificadora de asfalto

La planta está compuesta por un tanque master de capacidad 30 tn para la elaboración del concentrado, dotado con agitadores y dos molinos coloidales ubicados en serie dentro del sistema de recirculación de la mezcla con los que se realiza la molienda del polímero. Además, cuenta con dos tanques con agitadores de capacidad 50 tn cada uno, en los que se realiza la dilución y digestión del asfalto modificado.

1.2. Instrumental de laboratorio

Para la realización de ensayos de control de parámetros específicos, para el proceso de modificación de asfalto a nivel de laboratorio y de producción industrial, fue necesaria una importante inversión en la compra de equipos, algunos de los cuales, al ser automáticos, reemplazaban a los manuales ya existentes, en la búsqueda de minimizar el grado de incertidumbre de las distintas mediciones (ver Figura 1, 2 y 3).

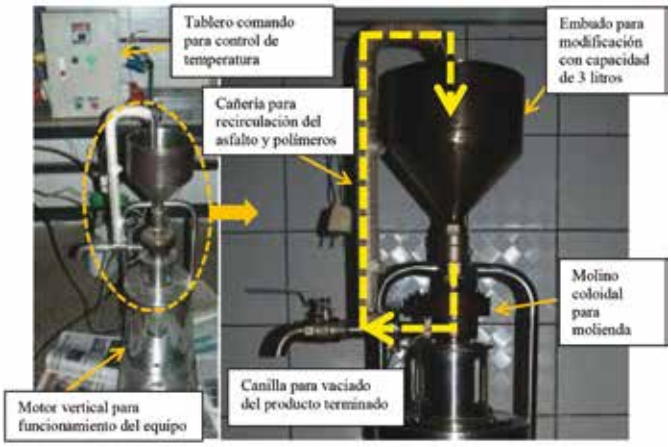


Figura 1. Molino coloidal para elaboración del concentrado en laboratorio

Figura 2. Equipo para digestión de asfalto modificado en laboratorio

Figura 3. Equipos: viscosímetro, penetrómetro, punto del ablandamiento, microscopio

Es de destacar que en esta adquisición de equipos de laboratorio, se puso especial énfasis en que, tanto el molino coloidal (molienda), como el de digestión, a escala de laboratorio, fueran una réplica idéntica, en funcionamiento, al equipo destinado a la producción industrial.

Este criterio responde a que el proceso de producción diseñado consta de una serie de pasos de estricto cumplimiento, y que en líneas generales responde a las siguientes etapas:
a) Recepción de asfalto virgen: caracterización del material recibido, con la determinación de los siguientes parámetros, viscosidad, punto de ablandamiento, y penetración.

b) Realización a escala de laboratorio, del proceso de molienda (concentrado) y digestión, con mediciones periódicas durante esta última etapa de los parámetros de viscosidad a 135, 150, 170 y 190°C, punto de ablandamiento, penetración, recuperación elástica, y visualización al microscopio de la evolución de la modificación.

c) Cumplidos los pasos a) y b) y logrando en b) los parámetros exigidos para un asfalto modificado AM3 y no registrándose ninguna anomalía o dificultad del proceso. Recién ahí se pasa a producción industrial. El proceso así diseñado nos permite prevenir que, ante un problema de incompatibilidad o de otra índole, en b) no se realiza la producción industrial.

Con este equipamiento, se vienen elaborando en planta y de manera habitual, asfaltos modificados en base a ligante convencional tipo 70/100 o CA-10 con la adición de polímeros del tipo SBS en porcentajes finales del orden del 4%, tal como lo decíamos anteriormente, de manera de complementar el abastecimiento comercial. A la fecha de realización de este informe, se llevan elaboradas en nuestra planta modificadora unas 1000 toneladas.

Intentamos trasmitir las experiencias obtenidas en el desarrollo de todo un programa, el cual abarca una etapa muy intensa de ensayos a nivel de laboratorio, para luego culminar con la etapa de producción a escala industrial de asfalto modificado con polímeros y su aplicación en la elaboración de mezclas, y en este sentido particularmente incursionar en metodologías inéditas en nuestro país, las cuales se intentan introducir a partir del este informe.

2. DESARROLLO

Nos referiremos en este trabajo, muy particularmente a ligantes modificados con polímeros del tipo SBS, para su utilización en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente.

Al día de hoy, no solamente que es de público conocimiento, sino que también es indiscutido el gran beneficio que otorga la combinación asfalto + polímero. En este aspecto y para el uso antes mencionado, es sabido que el contenido promedio de polímeros ronda el 4% respecto del peso de ligante. Pero entonces nos cabe la siguiente pregunta: si es tan beneficiosa esa combinación (modificación), por qué entonces no elevar el tenor de polimerización y así lograr aumentar la calidad del ligante modificado, y por consiguiente optimizar la relación costo beneficio?. La respuesta a esa pregunta, es que por una cuestión básicamente de compatibilidad entre ambos componentes, es materialmente imposible lograr una solución final cuyo contenido de polímeros del tipo SBS supere el 4% en condición óptima de estabilidad.

Internacionalmente, el polímero más utilizado en la industria vial como modificador de asfalto es el SBS, ya que es el que el mejor se adapta a las diferentes problemáticas o características de los procesos constructivos de los concretos asfálticos.Sabido es de las ventajas de los asfaltos modificados con respecto a los convencionales en cuanto a prestaciones de mayores exigencias.

El asfalto modificado con polímero constituye un sistema bifásico constituido por partículas pequeñas de polímero hinchado, disperso en una matriz continua. Cuando la proporción de polímero es pequeña (4% o menor), la matriz continua la constituye el asfalto, en forma inversa cuando el porcentaje es superior a 5%, la matriz continua es el polímero. Y a partir de allí es que las características de este material comienzan a gobernar el comportamiento de la solución.

2.1. Problemas y ventajas de la modificación en planta propia

2.1.1 Problemas

Consideramos los siguientes problemas:

a) El proceso de modificación a realizar en estos dispositivos adquiridos, consta principalmente de 2 materias primas básicas: el cemento asfáltico convencional a ser modificado y el polímero (agente modificador). En nuestro conocimiento, la producción de estos polímeros, no existe a nivel nacional por lo cual su provisión en las cantidades necesarias y de calidad requerida, se debe recurrir a proveedores extranjeros, con todo lo que eso implica.

b) Desventaja ante las destilerías, en donde, precisamente una de las funciones específicas, es la producción de asfaltos modificados. Las cuales, en el caso de tener dificultades en los procesos antes señalados, cuentan con distintas alternativas que les permiten que, si el producto logrado está fuera de especificación, puede el mismo ser corregido o reutilizado para otro fin. Mientras que en nuestro caso, al no disponer de esas variantes, el proceso tiene una probabilidad de éxito, en el mejor de los casos del 50%, con el consiguiente costo económico.

c) La incompatibilidad asfalto – polímero, que si bien es cierto parecería ser un problema común a todos y de difícil prevención. En nuestro caso se potencia, por lo antes expresado.

2.1.2 Ventajas

Las principales ventajas a modificar en planta propia son:
a) Disponer en tiempo y forma de las cantidades necesarias de asfalto modificado, ante la difícil provisión de dicho insumo, por parte de las destilerías, al tener estas, colmadas sus capacidades de producción.
b) Avanzar en el conocimiento e innovación, al aplicar nuevas tecnologías, a pesar de las desventajas que a priori, se plantearan. En resumen, convertir una situación de crisis, en una oportunidad de mejora y tomarlo como un verdadero desafío.

2.2. Primera etapa: elaboración de asfalto modificado tipo AM3 en planta industrial

Esta primer etapa se desarrollada sintéticamente como antecedente al motivo principal de este trabajo.

2.2.1 Objetivos

Son dos los objetivos principales en esta primera etapa:
a) Desarrollar un vasto plan de ensayos de laboratorio, tendiente a probar los distintos
tipos y origen, de asfaltos y polímeros que resultaran más aptos para el logro del fin propuesto. b) Producción a nivel industrial de asfalto modificado con polímeros del tipo AM3, por ser éste el especificado.

2.2.2 Desarrollo en laboratorio

Se trató en esta etapa (cuyo objetivo era llegar a la elaboración en planta propia de asfalto tipo AM3) de evaluar en laboratorio la performance de diversas alternativas de modificación. Se realizó un plan de ensayos muy intenso, que consistió fundamentalmente en probar los asfaltos vírgenes de distintas destilerías, con una variedad de polímeros de diferentes orígenes y estructura molecular, es decir, radiales y lineales.
Este vasto plan de ensayos inicia en el año 2011, donde resultaba común escuchar en el ambiente vial que para la modificación de asfaltos con polímeros del tipo SBS, prevalecía el empleo de los de estructura radial sobre los de estructura lineal.
Del mismo modo, una de las dificultades mayores a prevenir o superar, resultaba ser la incompatibilidad de los asfaltos.
Este inconveniente, al menos para nosotros, era de muy difícil solución, lo que ameritaba la ejecución de un sin fin de ensayos tendientes a probar diferentes alternativas, tanto del asfalto virgen como del tipo y origen de distintos polímeros.
En una primera etapa y después de haber probado diferentes polímeros, radiales y lineales, de distintas procedencias, comenzamos a tener resultados que consideramos como aceptables, con el empleo de un SBS radial de origen mexicano con concentrados del 9%.
Con el objeto de resumir, se centra este trabajo en los resultados de 4 tipos de asfaltos y 3 clases de polímeros, trabajando con concentrados de SBS del orden del 9% y 4,5% final.
Como material asfáltico, se usaron cementos tipo 70/100 de 4 refinerías locales a los que identificaremos como 70/100 (1), 70/100 (2), 70/100 (3) y 70/100 (4).
Se utilizaron 3 tipos de polímeros, que identificaremos como SBS (R): Radial, SBS (L1): Lineal 1 y SBS (L2): Lineal 2.
Como aditivo mejorador de compatibilidad se usaron: azufre, al que denominaremos AZ, y un producto comercial concentrado de maltenos, al que llamaremos CM.
Con asfalto 70/100 (1) la obtención de AM3 se lograba con cierta facilidad, con el cumplimiento de todos los parámetros exigibles.

Con asfalto 70/100 (2), sucedió algo muy similar al caso anterior.
El asfalto 70/100 (3), mostraba un grado de incompatibilidad muy marcado, e imposible de solucionar o evitar.
Al realizar los mismos ensayos, con asfaltos 70/100 (4), se producía una gelificación en el proceso de molienda, es decir en el concentrado. Al incorporarle al mismo un porcentaje pequeño del aditivo CM, el proceso de modificación se optimizó y se obtuvo el producto buscado.

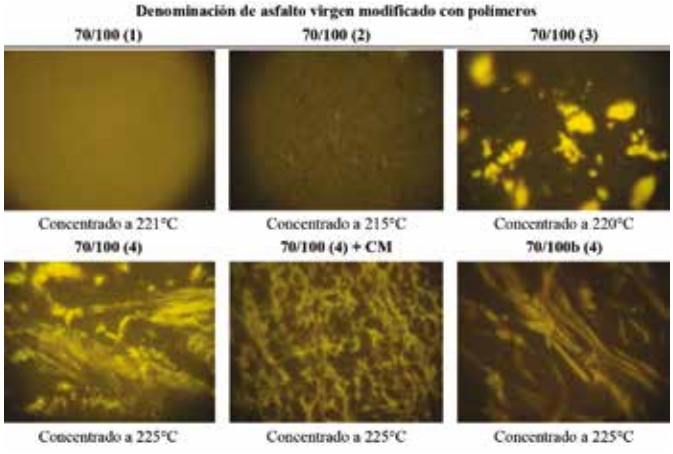
Luego, de esta última refinería, obtenemos una muestra de asfalto 70/100, que según nos informaran era de las características que ellos seleccionaban para ser empleadas en su propio proceso de modificación. Efectivamente este asfalto, fue ensayado en nuestro laboratorio obteniéndose un asfalto AM3 en forma óptima y sin necesidad de la adición de ningún otro aditivo. Identificaremos a este asfalto como 70/100b (4).
En la Tabla 1 se resumen los resultados obtenidos de los ensayos característicos [1], y en la Tabla 2 se incluye un registro fotográfico a nivel microscopio de la elaboración del concentrado.

Tabla 1. Resumen resultados ensayos a asfaltos modificados con SBS (R) – AM3

Asfalto	AZ	CM	Viscosidad [Cp]				Pto. abl.	Penetrac.	Rec. tors.	Compatib.
virgen	[%]	[%]	135°C	150°C	170°C	190°C	[°C]	[0,1 mm]	[%]	[si/no]
70/100 (1)	0,10	-	3800	1820	600	220	93,7	70,6	77,2	Si
70/100 (2)	0,10	-	3880	1620	780	320	70,5	56,0	77,8	Si
70/100 (3)	0,10	-	1560	800	400	240	55,6	73,7	59,4	No
70/100 (4)	0,10	-	4640	2100	840	360	79,8	42,9	63,8	No
70/100 (4)	0,10	2,00	2960	1340	780	340	80,7	58,2	80,7	Si
70/100b (4)	0,10	-	4560	1840	620	280	91,3	64,3	81,1	Si
Valores requeridos			>2800	>1300	>500	>180	>65	[50-80]	>70	Si

Nota: los requerimientos de viscosidad, son valores sugeridos no normalizados.

Tabla 2. Imágenes al microscopio del proceso de molienda con SBS (R) – AM3



Habiendo realizado este barrido completo con asfalto de 4 refinerías, los resultados obtenidos nos permitían tomar ciertas decisiones, tendientes a ser aplicadas en la producción industrial.

Del análisis comparativo de las diversas alternativas realizadas y analizadas minuciosamente a escala de laboratorio, se seleccionaron aquellas que en primera instancias resultaban más atractivas desde el punto de vista técnico económico para elevar el status a producción industrial.

En esta instancia de decisión, las tratativas comerciales de provisión de asfalto virgen comienzan a tener gran importancia y compatibilizar las mismas, con el aspecto técnico, no siempre son las ideales o deseables.

Así, y a la luz de los resultados obtenidos, se descartó por completo para la producción de AM3, el uso del 70/100 provisto por la destilería (3).

En cuanto a la refinería (2), por problemas de producción y también de índole comercial nos imposibilita la provisión de asfalto virgen de denominación 70/100.

Por otra parte, el uso del asfalto de la refinería (4), planteaba dos escenarios posibles: el primero implicaba trabajar con el 70/100 inicial al que deberíamos recurrir al empleo del aditivo comercial CM, con el que seguramente no podríamos contar para la producción industrial; el segundo escenario proponía modificar con el asfalto 70/100b provisto por la refinería para pruebas en laboratorio, pero al ser este de uso exclusivo para la producción propia, nos anula su empleo para producción industrial.

Ante esta circunstancia, la producción de asfalto modificado del tipo AM3, a realizarse con equipos y personal propio, tenía la limitación de contar con solo una fuente posible, de provisión de asfalto virgen de la refinería (1), lo cual constituía un riesgo.

Esto nos lleva a experimentar con otros polímeros del tipo lineales, diseñados los mismos, para disminuir o atenuar los problemas de incompatibilidad con los asfaltos.

Dos fueron los polímeros ensayados en laboratorio, logrando con ambos muy buenos resultados, que se traducían en trabajar a temperaturas más bajas, y concentrados con mayor proporción de polímero, y logrando a su vez viscosidades más bajas, en comparación con las obtenidas con los polímeros radiales.

Estas tres características muy diferenciadas con las obtenidas en iguales condiciones de operación con los polímeros radiales, resultaban muy ventajosas para la producción industrial, ya que permitían incrementar la misma y disminuían el consumo de energía.

El primero de estos polímeros, denominado SBS (L1), fue seleccionado para la obtención de asfaltos modificado del tipo AM3, debido a los excelentes resultados logrados, los cuales echaban por tierra con varias de las limitaciones descriptas anteriormente, y altamente compatible con la mayoría de los asfaltos disponibles.

La Tabla 3 resume los resultados obtenidos de los ensayos [1] en la modificación de los asfaltos provistos por las 4 destilerías anteriores con el polímero lineal identificado como SBS (L1).

Tabla 3. Resumen resultados ensayos a asfaltos modificados con SBS (L1) – AM3

Asfalto	AZ	CM	Viscosidad [Cp]				Pto. abl.	Penetrac.	Rec. tors.	Compatib.
virgen	[%]	[%]	135°C	150°C	170°C	190°C	[°C]	[0,1 mm]	[%]	[si/no]
70/100 (1)	0,10	-	2760	1100	460	240	87,2	58,7	92,2	Si
70/100 (2)	0,10	-	3000	1500	660	300	93,1	55,1	85,6	Si
70/100 (3)	0,10	-	2320	1160	540	300	59,1	62,8	53,9	No
70/100 (4)	0,10	-	2640	1400	620	320	89,5	67,1	83,3	Si
Valores requeridos			>2800	>1300	>500	>180	>65	[50-80]	>70	Si

Nota: los requerimientos de viscosidad, son valores sugeridos no normalizados.

De lo expuesto, se descarta por completo el asfalto provisto por la refinería (3).

Al igual que con el polímero radial, el asfalto de la destilería (2) sigue siendo compatible con este nuevo polímero SBS (L1), pero las mismas trabas descriptas anteriormente para disponer de él, siguen valiendo para este caso, por lo que se descarta también.

Al asfalto de la refinería (1) compatible con ambos polímeros y disponible para modificar a escala industrial, se suma para este caso, el asfalto comercial de la destilería (4), no compatible con el SBS (R) sin incorporación del agente concentrado en maltenos (CM).

Dejamos para la segunda etapa de este trabajo, la tratativa respecto del segundo de los polímeros mencionados, identificado como SBS (L2).

2.2.3 Producción industrial

Con las dos fuentes de provisión de asfalto virgen, refinería (1) y (4), antes mencionadas, empleadas en formas alternadas por disponibilidad de producto, y el polímero lineal SBS (L1), se han realizado producciones industriales de asfalto AM3, de muy buen rendimiento y de características técnicas excelentes.

La dosificación final para la elaboración de AM3 en planta, función de la capacidad de los tanques para producción del concentrado y posterior digestión, y cumpliendo con todas las especificaciones técnicas vigentes [1], resultaron ser las que se muestran a continuación en la Tabla 4. Los resultados, fueron del orden a los obtenidos en los ensayos de laboratorio.

Tabla 4. Dosificación para producción de AM3 en planta industrial

Planilla de dosificación de planta para producción de asfalto modificado tipo AM3				
Composición	Mezcla (%)	Mezcla (Kg)	Concentrado (Kg)	Concentrado (%)
70/100 (1) o (4)	95,40	40.000,00	20.000,00	91,20
SBS (L1)	4,50	1.886,79	1.886,79	8,60
Azufre	0,10	41,93	41,93	0,20
Total	100,00	41.928,72	21.928,72	100,00

2.3 Segunda etapa: elaboración de asfalto altamente modificado con polímeros (HiMA)

Hablemos del segundo polímero enunciado en el punto anterior, identificado como SBS (L2). Se trata de un hallazgo tecnológico, una nueva generación de este tipo de productos, que viene a dar respuesta a aquella pregunta que nos hacíamos en el inicio del inciso "Desarrollo" de este trabajo. Un polímero que debido a su composición, tipología y estructura molecular nos permite acceder a una instancia superadora e innovadora la cual recibe el nombre de HiMA (asfaltos altamente modificados) que en líneas generales permite trabajar en modificación de asfaltos con concentrados del 15% para la obtención de un producto final estable con porcentajes de polímero del orden de 7,5%.

Lo novedoso y altamente positivo de esta tecnología, es que al resistir de manera estable ese porcentaje de polímeros, y dado el aumento de volumen que experimentan los polímeros ante temperaturas elevadas, se genera una inversión de fase, pasando el producto sintético a influenciar fuertemente sobre el comportamiento de la mezcla. Y esta diferencia constitutiva y comportamental es lo que resulta necesario evaluar y comparar respecto de los ligantes conocidos (convencionales y modificados tipo estándar).

2.3.1 Objetivos

En esta etapa, se busca avanzar y concretar dos objetivos fundamentales:

a) Cumplido los puntos anteriores, y con la idea de innovar e incorporar nuevas
tecnologías de uso en otros países, concretar la producción de asfalto modificado con polímeros con porcentaje de 7,5%. Es decir emplear la metodología HiMA.

b) Realizar tramos experimentales en la Autopista Rosario – Buenos Aires, mediante el empleo de HiMA que permite reducciones de espesores, del orden del 40 a 50%, para un mismo resultado estructural.

2.3.2 Desarrollo en laboratorio (ensayos convencionales)

Al igual que se hizo con los AM3, lo primordial fue trabajar en laboratorio a efectos de verificar la real posibilidad de obtener asfaltos HiMA de manera estable, y comenzar a caracterizar para tener resultados comparativos, antes de pasar a escala industrial.

Para esto, con los mismos 4 asfaltos utilizados en la etapa anterior, se realizó una vasta cantidad de modificaciones y ensayos empleando el polímero lineal SBS (L2), en concentrados del orden del 11 al 15% y diluyendo al 7,5% final.

Como era de esperarse, el asfalto provisto por la refinería (3) tampoco fue compatible con este nuevo polímero, por lo que se descarta nuevamente su uso.

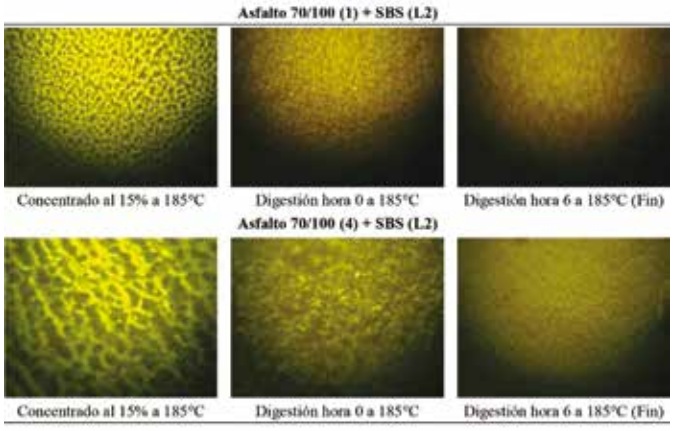
Si bien con los asfaltos de las 3 destilerías restantes los resultados fueron satisfactorios, se mostrarán solo los resultados con los asfaltos que están disponibles en el mercado (1) y (4). La Tabla 5 resume los resultados obtenidos [1] con los asfaltos de estas 2 destilerías, trabajando en todos los casos con concentrados de polímero en 15%, y sin necesidad de incorporación de algún tipo de agente mejorador durante el proceso. Se incluye en esta etapa, ensayos de ductilidad y ensayos sobre película delgada por envejecimiento en horno (RTFOT).

Tabla 5. Resumen resultados ensayos a asfaltos modificados con SBS (L2) – HiMA

Asfalto	Viscosidad [Cp]				Pto. abl.	Penet.	R. tors.	Ductilidad [%]	
virgen	135°C	150°C	170°C	190°C	[°C]	[0,1 mm]	[%]	10°C	25°C
70/100 (1)	3280	1160	460	220	92,6	57,2	81,7	68,5	93,3
RTFOT	4640	1620	580	260	85,6	43,9	73,3	63,0	85,5
70/100 (4)	3160	1580	620	220	87,7	62,5	85,0	74,5	93,5
RTFOT	5600	2360	700	280	86,8	42,7	67,8	64,0	82,8

La Tabla 6 es un registro fotográfico del proceso de modificación de cada uno de estos 2 asfaltos. A partir de estas imágenes, y en comparación con las expuestas para el AM3, es visiblemente notable como en este caso, la fase polimérica gobierna la modificación.

Tabla 6. Imágenes del proceso de modificación con SBS (L2) – HiMA



En esta instancia, y de acuerdo a los resultados obtenidos, concluimos que los ensayos de rutina que fuimos realizando en laboratorio resultan insuficientes para determinar el diferente desempeño entre un AM3 y un HiMA, por lo que fue necesario recurrir a los ensayos de Performance Grade (PG) [2] y Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) [3].
Por no disponer del equipamiento indicado en nuestro laboratorio para estos ensayos, se seleccionaron y enviaron las siguientes 3 muestras de asfaltos a un laboratorio equipado y especializado en la caracterización de asfaltos por reología;
a) Asfalto 70/100 (1)
b) Asfalto 70/100 (1) + AZ + SBS (L1) al 4,5% (AM3)
c) Asfalto 70/100 (1) + SBS (L2) al 7,5% (HiMA)

2.3.3 Determinación del desempeño ante deformaciones permanentes y grado de PG

Empleando el método SHRP – SUPERPAVE [2], se determinó el grado de desempeño de estos asfaltos ante deformaciones permanentes, mediante el uso de un reómetro de corte dinámico (DSR). La Tabla 7 muestra los resultados obtenidos a diferentes temperaturas para el asfalto convencional.

Tabla 7. Desempeño ante deformaciones permanentes del asfalto convencional

Muestra de asfalto	Temperatura a 64°C			Temperatura a 70°C		
	G* [kPa]	δ°	G*/sen(δ) [kPa]	G* [kPa]	δ°	G*/sen(δ) [kPa]
70/100 (1)	1,50	86,4	1,50	0,70	87,70	0,73
Requerimientos			≥1,00			≥1,00

La Tabla 8 muestra los resultados obtenidos a diferentes temperaturas de los dos asfaltos modificados.

Tabla 8. Desempeño ante deformaciones permanentes de los asfaltos modificados

Muestra de asfalto	Temperatura a 82°C			Temperatura a 88°C			Temperatura a 94°C		
	G* [kPa]	δ°	G*/sen(δ) [kPa]	G* [kPa]	δ°	G*/sen(δ) [kPa]	G* [kPa]	δ°	G*/sen(δ) [kPa]
AM3	1,30	68,4	1,41	0,80	67,8	0,89			
HiMA	2,60	60,5	2,96	1,70	60,3	1,92	1,10	58,5	1,34
Muestra de asfalto	**Temperatura a 100°C**			**Temperatura a 106°C**					
	G* [kPa]	δ°	G*/sen(δ) [kPa]	G* [kPa]	δ°	G*/sen(δ) [kPa]			
AM3									
HiMA	0,90	55,4	1,06	0,70	55,0	0,85			
Requerimientos			≥1,00			≥1,00			

Luego de envejecidas las muestras en horno (RTFOT), los resultados obtenidos sobre la película delgada son los que se muestran en la Tabla 9 para el asfalto convencional y en .la Tabla 10 para los asfaltos modificados.

Tabla 9. Desempeño ante deformaciones del asfalto convencional envejecido

Asfalto envejecido	Temperatura a 64°C			Temperatura a 70°C		
	G* [kPa]	δ°	G*/sen(δ) [kPa]	G* [kPa]	δ°	G*/sen(δ) [kPa]
70/100 (1)	3,63	82,1	3,66	1,68	84,3	1,69
Requerimientos			≥2,20			≥2,20

Tabla 10. Desempeño ante deformaciones de los asfaltos modificados envejecidos

Asfalto envejecido	Temperatura a 82°C			Temperatura a 88°C			Temperatura a 94°C		
	G* [kPa]	δ°	G*/sen(δ) [kPa]	G* [kPa]	δ°	G*/sen(δ) [kPa]	G* [kPa]	δ°	G*/sen(δ) [kPa]
AM3	2,26	65,4	2,49						
HiMA				3,02	59,3	3,51	1,89	62,8	2,12
Requerimientos			≥2,20			≥2,20			≥2,20

De acuerdo a esta metodología, y por los resultados sobre las muestras de película delgada (RTFOT), podemos clasificar los asfaltos ensayados con el siguiente grado de (PG);
a) 70/100 (1), **(PG 64)**
b) AM3, **(PG 82)**
c) HiMA **(PG 88)**

2.3.4 Recuperación elástica a diferentes esfuerzos (MSCR)

Este ensayo [3] utiliza el reómetro de corte dinámico (DSR) para llevar a cabo la aplicación del esfuerzo cortante repetido bajo condiciones de temperatura y carga típicas del pavimento donde se utilizará el asfalto. El mismo consiste en la medición de las propiedades viscoelásticas de un asfalto envejecido en horno (RTFOT).

Los resultados obtenidos para las dos muestras de asfalto modificado con este método se resumen en la Tabla 11.

Tabla 11. Ensayo de MSCR sobre los asfaltos modificados envejecidos

Carga [kPa]	MSCR sobre AM3 envejecido PG(82)					MSCR sobre HiMA envejecido PG(88)				
	Temp. [°C]	R [%]	R_{diff} [%]	J_{nr} [kPa^{-1}]	$J_{nr-diff}$ [%]	Temp. [°C]	R [%]	R_{diff} [%]	J_{nr} [kPa^{-1}]	$J_{nr-diff}$ [%]
0,10	76	65,3	32,6	0,523	81,8	76	85,3	5,5	0,101	38,6
3,20	76	44		0,951		76	80,6		0,140	
Requerimiento					< 75,0					< 75,0

Siendo:
J_{nr}; (Non Recoverable Creep Compliance) parámetro determinante en el ensayo que mide la deformación permanente luego de los 100 ciclos por cada esfuerzo.
J_{nr}-diff; diferencia de la deformación permanente luego de los 100 ciclos por cada esfuerzo expresado en porcentaje.

Tabla 12. Parámetros de clasificación

Grade	ESALs [10^6]		Velocidad [km/h]	$J_{nr-3,2}$ [kPa^{-1}]
"S" Estándar Traffic	< 3	y	> 70	< 4,0
"H" Heavy Traffic	> 3; < 10	o	< 70	< 2,0
"V" Very Heavy Traffic	> 10; < 30	o	< 20	< 1,0
"E" Extremely Heavy Traffic	> 30	y	< 20	< 0,5

De acuerdo a esta metodología, y por los resultados sobre las muestras de película delgada (RTFOT), podemos clasificar los asfaltos ensayados, siguiendo los parámetros establecidos en la Tabla 12, con la siguiente denominación;
a) AM3, (PG 82), **(PG 76 V)**
b) HiMA (PG 88), **(PG 76 E)**

2.3.5 Producción industrial

Al término de este trabajo (julio de 2015), se iniciaron a nivel industrial con las pruebas de puesta a punto previas a la ejecución de los tramos experimentales previstos a construir en la Autopista Rosario – Buenos Aires. La dosificación implementada se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. Dosificación para producción de HiMA en planta industrial

Planilla de dosificación de planta para producción de asfalto modificado tipo HiMA				
Composición	Mezcla [%]	Mezcla [Kg]	Concentrado [Kg]	Concentrado [%]
70/100 (1) o (4)	92,50	41.000,00	19.000,00	85,11
SBS (L2)	7,50	3.324,30	3.324,30	14,89
Total	100,00	44.324,30	22.324,30	100,00

Se produjeron unas 100 tn de HiMA, y los resultados de los ensayos realizados, fueron del orden a los obtenidos en laboratorio. El asfalto se utilizó para la ejecución de la carpeta de rodamiento (Tipo S 12) de la Autopista Rosario – Buenos Aires, en el carril externo ascendente entre los Km 90 y 94 aproximadamente. Si bien los ensayos de laboratorio cumplen con las especificaciones de Pliego tal como si se empleara un AM3, en el campo disminuyen notablemente las tareas de compactación necesarias para lograr los porcentajes de vacíos establecidos.
Cabe mencionar, que del mismo modo que los asfaltos producidos han sido caracterizados, y cuyos resultados constan en el presente trabajo, la mezcla asfáltica elaborada con HiMA, y que fuera colocada y compactada, será caracterizada con todos los ensayos pertinentes, en proceso de ejecución, y los resultados serán conocidos al momento de la presentación del trabajo.

3. CONCLUSIONES

Resumimos con las siguientes conclusiones:
a) El intenso trabajo desarrollado a nivel laboratorio en la búsqueda de lograr optimizar un
resultado, nos ha permitido comprobar que en la industria de producción de polímeros, se han realizado importantes avances en la formulación de los polímeros del tipo SBS, que permiten reducir en gran medida el fenómeno de incompatibilidad asfalto-polímeros.
b) HiMA constituye toda una tecnología de uso reciente en países como EEUU, Brasil, Perú y otros, con excelentes resultados en función de lo expresado en el punto anterior. Lograr asfaltos altamente modificados (HiMA), fue el objetivo primordial, hoy concretado, y que ha motivado el presente trabajo.
c) Al considerarse el Performance Grade (PG) como insuficiente para diferenciar el desempeño entre asfaltos modificados, surgen los ensayos de MSCR, y que practicados sobre las muestras de AM3 y HiMA, comprobaron que HiMA clasifica con el grado "E" que resulta ser el grado máximo de la escala establecida en la metodología mencionada.
d) Lo relatado en este trabajo, pretende dar inicio a la incorporación de una nueva tecnología a la ingeniería vial argentina. En tal sentido destacamos la participación de funcionarios, técnicos e ingenieros de la DNV que se sumaran en forma espontánea a nuestro equipo de trabajo, sin otra ambición que el logro de una nueva herramienta, que permita ir un paso más adelante en la desigual lucha en pro de la calidad y duración de las obras.

4. REFERENCIAS

[1] IRAM 6596. Asfaltos modificados con polímeros para uso vial. Clasificación

[2] AASHTO M 320-10. Standard Specification for Performance Grade Asphalt Binder.

[3] AASHTO MP 19-10. Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder Using Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test.

Grimaux
CONSULTORÍA

Consultoría
Oscar G. Grimaux y Asociados S.A.T.

Cerrito 1136 6º piso
(C1010AAX) Buenos Aires – República Argentina
Tel.: (54 11) 4812 7818
e-mail: grimaux@grimaux.com.ar | www.grimaux.com.ar

PROYECTO, DIRECCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

Aeropuertos, Autopistas, Túneles, Ferrocarriles, Pavimentaciones Urbanas, Servicios Públicos, Distribución de Agua y Alcantarillado, Tratamiento de Aguas Residuales, Obras Hidráulicas, Obras Sanitarias, Aprovechamientos Hidroeléctricos, Obras Portuarias, Obras de Saneamiento, Centrales Eléctricas, Hidráulicas, Térmicas y Nucleares, Gasoductos.

Trabajo presentado en el XVIII CILA

MEZCLAS ASFÁLTICAS SUSTENTABLES: LA OPCIÓN WAM-RAP

AUTORES: Mario **Jair,** Rosana **Marcozzi,** Francisco **Morea**

RESUMEN

La tendencia global en el uso de mayores tasas de RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) en mezclas asfálticas de nueva construcción e inclusive de alta performance, es creciente.

Las diferentes tecnologías WAM (Warm Asphalt Mixtures o mezclas asfálticas tibias) se han desarrollado de manera importante en USA y Europa en la última década.

Basados en éstos antecedentes, el objeto del presente trabajo es compartir los resultados obtenidos en la búsqueda de mezclas asfálticas que combinen las técnicas enunciadas precedentemente (WAM-RAP) y que permitan la fabricación de pavimentos flexibles de alta calidad aunando las ventajas de reciclabilidad y de trabajabilidad, mejorando la huella de carbono de todo el proceso, debido al menor consumo energético y el menor tenor de emisiones al ambiente.

Palabras Clave: Mezcla asfáltica, mezcla asfáltica "tibia", reciclado, RAP, medio ambiente.

1. INTRODUCCIÓN

La industria del asfalto ha buscado en los últimos años, disminuir el impacto ambiental de las tecnologías de pavimentación basados en éstos ligantes ya sea mediante la reutilización del RAP de las mezclas agotadas o envejecidas, como así también disminuyendo las temperaturas de fabricación o colocación y compactación de las mismas, lo que se conoce como tecnología WAM (Warm Asphalt Mixtures o mezclas asfálticas tibias).

El presente trabajo pretende compartir los resultados obtenidos durante la evaluación de mezclas asfálticas con la combinación de ambas técnicas (uso de RAP y asfaltos "tibios") a los efectos de desarrollar futuras propuestas sustentables de diseño, aprovechando las ventajas de las mismas.

2. METODOLOGÍA EMPLEADA

Se procedió al estudio de dos concretos asfálticos del tipo denso CAC D-19 y CAC D- 19(R), siguiendo los proyectos de recomendación de la Comisión Permanente del Asfalto [1] [2], utilizando asfalto convencional del tipo CA 30 según la norma IRAM 6835, modificado del tipo AM3, según IRAM 6596 y correspondientes versiones "tibias" de los mismos (en adelante LT1 y LT2).

Los ensayos sobre los materiales constitutivos de las mezclas (agregados, RAP y ligantes) como así también las curvas granulométricas de ambas mezclas CAC D-19 y CAC D-19 (R) se observan en el apartado 3.

Los resultados de las propiedades mecánicas evaluadas (daño por humedad, ahuellamiento y Hamburgo) se describen en el apartado 4.

3. ENSAYOS SOBRE MATERIALES CONSTITUYENTES

3.1 Agregados vírgenes y RAP

La composición de la CAC D-19 de referencia puede verse en Tabla 1

Tabla 1. Composición CAC D-19 de diseño

Agregado	%
6/20	42
6/12	16
Arena trituración 0/6	36
Arena silícea	5
Cal	1

El RAP proviene de un pavimento de granulometría convencional densa con ligante convencional. Fue retirado de acopios homogéneos, separado en laboratorio en dos fracciones y caracterizado.

En laTabla 2se presentan propiedades del RAP obtenidas luego de realizar el lavado del RAP por reflujo de solvente y recuperar el ligante mediante destilación Abson.

Tabla 2. Características del RAP empleado

	RAP Fino	RAP Grueso
Contenido de humedad, % s/m	0.32	0.21
Contenido de Asfalto Medio, % s/m	4.9	3.9
Ensayos sobre el asfalto recuperado		
Penetración (25 °C, 100g, 5s), 0.1 mm	33	31
Punto de Ablandamiento, °C	59.2	62.0
Viscosidad rotacional a 60 °C (2 rpm), dPa.s	9920	19550

Las granulometrías de los áridos recuperados del RAP permiten apreciar que hay presente arena redondeada, lo que es confirmado con valores de angularidad del agregado fino recuperado del orden de 36-38%.

Con estos materiales, se diseñó una CAC D-19 (R) utilizando aproximadamente un 20 % del material asfáltico reciclado (RAP) descripto anteriormente. Las otras mezclas utilizan únicamente agregados pétreos vírgenes.

A fin de reproducir la curva obtenida para CAC, se ha utilizado el RAP en proporción 40/60 de RAP Grueso/ RAP Fino.

Las curvas granulométricas de ambas mezclas de diseño se muestran en la Fig 1.

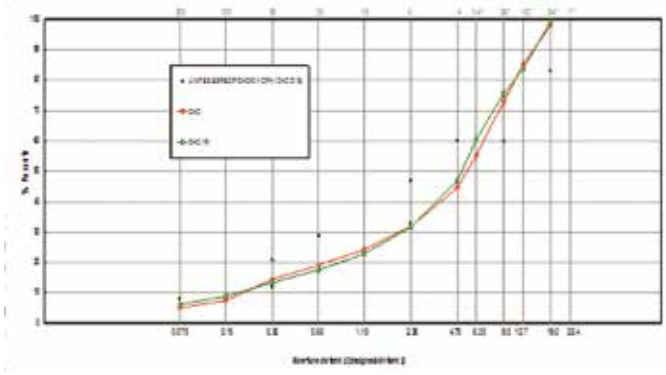


Figura 1. Curvas granulométricas resultantes CAC D-19 y CAC D-19 (R)

Tanto en las mezclas con agregados vírgenes como en las mezclas con RAP, la temperatura utilizada en el proceso de compactación de las probetas fue de 150 oC en las mezclas con AM3 y 120 oC para las mezclas realizadas con AM3 a temperaturas reducidas o con los asfaltos AM3 tibios.

En el caso de las mezclas con ligantes convencionales, las temperaturas de compactación fueron de 150 oC para las mezclas con CA30 y 120 oC para las mezclas realizadas con CA30 a temperaturas reducidas o con los ligantes convencionales tibios. En el caso de las CAC (R) se utilizaron en todos los casos 10 grados menos de temperatura para los procesos de compactación. Esta disminución de la temperatura fue necesaria debido a la mayor compactabilidad que presentaban las mezclas al incorporar RAP de las características previamente mencionadas. A la composición de áridos definidas en curva se le incorporó un 3.8% de ligante nuevo, de manera de obtener mezclas con un contenido de ligante total en el orden del 4.6%.

A fin de reproducir las peores condiciones de fabricación, en la mezcladora mecánica se colocaron los agregados vírgenes calientes y el RAP a temperatura ambiente y se mezclaron enérgicamente durante unos 15 segundos. Se incorporó el ligante virgen y se continuó mezclando hasta obtener recubrimiento total de los agregados. El tiempo de mezclado de las mezclas con RAP resultó un poco superior al tiempo necesario para las otras mezclas.

3.2 Ligantes asfálticos

3.2.1 Ligantes convencionales del tipo CA 30

Los resultados de la evaluación de los ligantes convencionales del tipo CA30 y sus correspondientes versiones “tibias” se muestran en Tabla 3

Tabla 3. Propiedades de los asfaltos convencionales CA 30, CA 30 LT1 y CA30 LT2

	CA-30	CA 30 LT_1	CA 30 LT_2	Norma de ensayo
Ensayos sobre asfalto original				
Penetración a 25 °C (100g-5s), 0.1 mm	53	49	57	IRAM 6576
Punto de Ablandamiento, °C	52.6	57.0	50.6	IRAM 6841
Índice de penetración	- 0.4	+0.4	- 0.7	
Ductilidad a 25 °C (5cm/min), cm	+150	+150	+150	IRAM 6579
Viscosidad rotacional a 60 °C (SPL 29, 3.0 1/s), dPa.s	2960	3600	2730	IRAM 6837
Viscosidad rotacional a 135 °C (2 rpm), mPa.s	560	480	445	IRAM 6837
Ensayos sobre residuo de ensayo en película rotativa fina (RTFOT)				
Variación de masa, %	0.08	-0.03	0.20	IRAM 6839
Penetración a 25 °C (100g-5s), 0.1 mm	39	34	40	IRAM 6576
Penetración retenida, % pen original	74	72	70	
Punto de Ablandamiento, °C	54.0	59.6	55.2	IRAM 6841
Ductilidad a 25 °C (5cm/min), cm	+150	+150	+150	IRAM 6579
Viscosidad rotacional a 60 °C (SPL 29, 3.0 1/s), dPa.s	5800	6050	5815	IRAM 6837
Viscosidad rotacional a 135 °C (20 rpm), mPa.s	645	640	710	IRAM 6837
Índice de durabilidad	2.0	1.7	2.1	
Clasificación	CA-30	CA-30	CA-30	IRAM 6604
Grado de performance	PG 64-22	PG 64-22	PG 64-22	ASTMD6373
Grado real	PG 65-26	PG 66-26	PG 66-26	

3.2.2 Ligantes modificados del tipo AM3

Los resultados de la evaluación de los ligantes convencionales del tipo AM3 y sus correspondientes versiones “tibias” se muestran en Tabla 4

Tabla 4. Propiedades de los asfaltos modificados AM3, AM3 LT1 y AM3 LT_2

	AM3	AM3 LT_1	AM3 LT_2	Norma de ensayo
Ensayos sobre asfalto original				
Penetración a 25 °C (100g-5s), 0.1 mm	68	61	65	IRAM 6576
Punto de Ablandamiento, °C	70.0	74.6	84.5	IRAM 6841
Ductilidad a 25 °C (5cm/min), cm	+150	99	123	IRAM 6579
Recuperación elástica torsional a 25 °C (30 min), %	84	85	88	IRAM 6830
Viscosidad rotacional a 135 °C (SPDL 21, 10 rpm), mPa.s	2300	2020	2280	IRAM 6837
Ensayos sobre residuo de ensayo en película rotativa fina (RTFOT)				
Variación de masa, %	0.07	0.00	0.47	IRAM 6839
Penetración a 25 °C (100g-5s), 0.1 mm	51	46	54	IRAM 6576
Punto de Ablandamiento, °C	76.4	78.0	70.2	IRAM 6841
Ductilidad a 25 °C (5cm/min), cm	+150	117	+150	IRAM 6579
Recuperación elástica torsional a 25 °C (30 min), %	77	75	68	IRAM 6830
Viscosidad rotacional a 135 °C (SPDL 21, 2 rpm), mPa.s	5075	4525	3525	IRAM 6837
Clasificación	AM3	AM3		IRAM 6596
Grado de performance	PG 70-28	PG 70-28	PG 64-28	ASTMD6373
Grado real	PG 71-28	PG 72-28	PG 69-30	

4. RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EVALUADAS

4.1 Daños por humedad

En Tablas 5 y 6 se muestran los resultados de los ensayos de daño por humedad evaluado según la metodología definida en la norma AASHTO T-283.

Las mezclas tibias con RAP presentan buen comportamiento, superando en todos los casos el valor límite del 80 %.

Tabla 5. Daño por humedad para CA 30 CA 30 tibios

Mezcla	CAC				CAC (R)			
Asfalto	CA 30	CA 30 a < T°	CA 30 LT_1	CA 30 LT_2	CA 30	CA 30 a < T°	CA 30 LT_1	CA 30 LT_2
Cong.+ Inm	82.0		91.0	90.0	86.7	76.6	84.8	86.2
Inmersión	96.0		96.0	94.0	88.9	77.7	92.5	86.6

Tabla 6. Daño por humedad para AM3 y AM3 tibios

Mezcla	CAC				CAC (R)			
Asfalto	AM3	AM3 a < T°	AM3 LT_1	AM3 LT_2	AM3	AM3 a < T°	AM3 LT_1	AM3 LT_2
Cong.+ Inm	100.0	ND	94.0	ND	95.5	90.1	100.0	86.2
Inmersión	100.0	ND	94.0	ND	99.7	93.3	99.7	86.7

En las Figuras 2 y 3 se muestran las comparativas para ligantes CA 30, AM3 y sus correspondientes versiones tibias, en condición de saturación al 70% + 15hs a -18°C + 24hs de inmersión en agua a 60°C

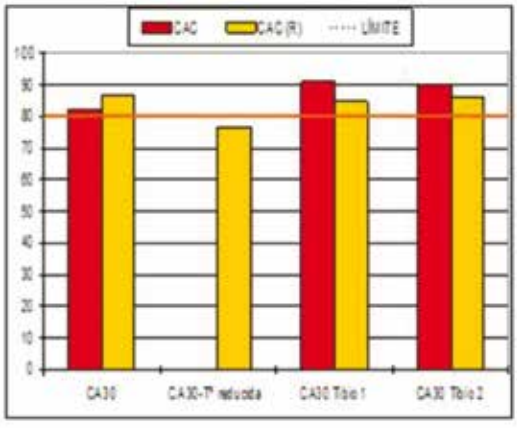


Fig 2. Daño por humedad CA 30

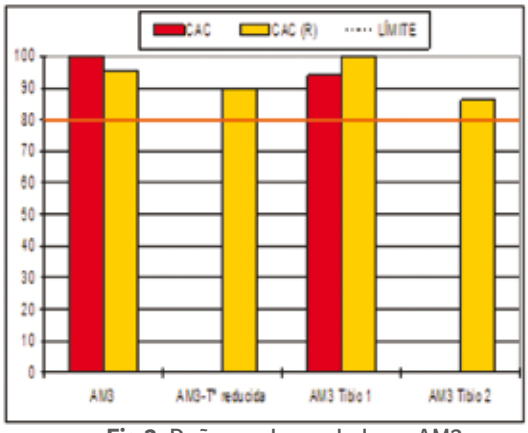


Fig 3. Daño por humedad con AM3

4.2 Verificación al ahuellamiento

Esta verificación fue realizada mediante el ensayo de Wheel Tracking a 60 oC, bajo normativa EN 12697-22 – Parte B. El equipo consiste en una rueda con un revestimiento de goma maciza cargada con 705 N que se desplaza con movimiento alternativo en un recorrido de 230 mm sobre una muestra de la mezcla en estudio a razón de 26,5 ciclos por minuto.

La profundidad de huella es medida como el promedio de 25 mediciones equidistantes a lo largo de ± 5 cm del centro de la probeta.

La duración y la temperatura de ensayo son de 10.000 ciclos y 60 oC, respectivamente.

Los resultados se informan como las Pendientes de Ahuellamiento o Wheel Track Slope (WTS) calculadas de la siguiente forma:

$$\text{Pendiente de ahuellamiento (WTS)} = \frac{D_{10000} - D_{5000}}{5} \ [\text{mm}/10^3 \text{ ciclos de descarga}] \qquad (2)$$

Donde $D_{10.000}$ es la profundidad de huella a los 10.000 ciclos de carga en mm y D_{5000} es la profundidad de huella a los 5000 ciclos de carga en mm.

La profundidad de huella o Proportional Rut Depth (PRD) es calculado como el porcentaje de profundidad de huella respecto del espesor inicial de la probeta.

Las probetas se moldearon utilizando el compactador de rodillo según EN 12697-33 y en. todos los casos, las mezclas con material reciclado resultan menos deformables.

En tablas 6 y 7 se muestran los resultados obtenidos con los diferentes tipos de asfalto mientras que en Figuras 4 y 5, las curvas comparativas de la evolución de las deformaciones producidas.

Tabla 6. WTT para mezclas con CA 30

Mezcla	CAC				CAC (R)			
Asfalto	CA 30	CA 30 a < T°	CA 30 LT_1	CA 30 LT_2	CA 30	CA 30 a < T°	CA 30 LT_1	CA 30 LT_2
PRD_{10000} [%]	12.5	ND	13.6	14.4	7.7	8.3	8.9	7.1
WTS, [mm/10^3 ciclos]	0.342	ND	0.302	0.287	0.130	0.163	0.175	0.103

Tabla 7. WTT para mezclas con AM3

Mezcla	CAC				CAC (R)			
Asfalto	AM3	AM3 a < T°	AM3 LT_1	AM3 LT_2	AM3	AM3 a < T°	AM3 LT_1	AM3 LT_2
PRD_{10000} [%]	4.9	ND	4.2	ND	3.3	3.5	3.1	3.1
WTS, [mm/10^3 ciclos]	0.078	ND	0.043	ND	0.022	0.026	0.023	0.020

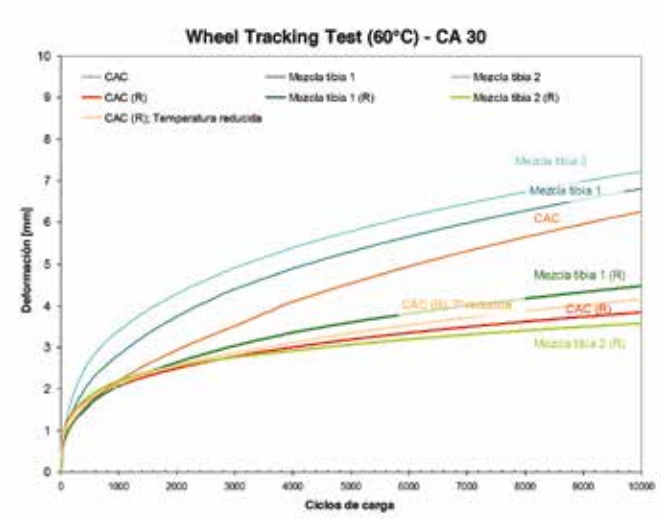


Fig 6 Evolución de las deformaciones con AM3

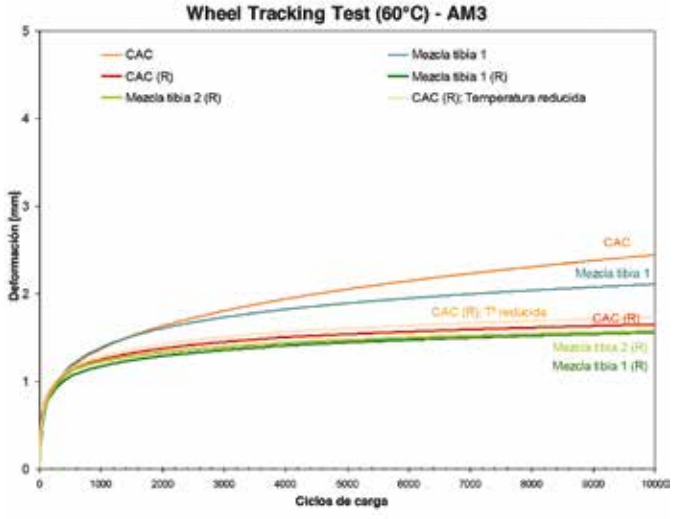


Fig 7 Evolución de las deformaciones con AM3

4.3 Verificación al WTT de Hamburgo (AASHTO T-324)

Ciclos de carga

Mediante este ensayo es posible medir el efecto combinado de las deformaciones y el daño causado por el agua a una mezcla asfáltica sumergida en un baño de agua a una determinada temperatura, en este caso, 50 oC.

Durante el ensayo se registra la curva Deformación – Número de pasadas de la rueda, la cual en general presenta dos rectas con pendientes bien diferenciadas. Una es la pendiente de deformación (creep slope) la cual permite evaluar la susceptibilidad al ahuellamiento. La segunda pendiente es conocida como "stripping slope" o pendiente de descubrimiento e indica la acumulación de deformación inducida por el daño producido por el agua.

El punto de inflexión entre las dos pendientes conocido como Punto de Descubrimiento (Stripping Point) corresponde al número de pasadas de rueda donde comienzan a ser evidentes los daños por humedad y que debe superar las 10.000 pasadas y la profundidad de huella o deformación mantenerse por debajo de 12.5 mm.

En la Figuras 8 y 9 se presentan los resultados para las mezclas con asfalto convencional CA30. La mezcla CAC (R) presenta daño por humedad antes que la mezcla CAC. A su vez, vemos que una disminución de las temperaturas de compactación genera grandes daños en una mezcla con material reciclado (CAC (R) , To reducidas). Sin embargo, al utilizar asfaltos convencionales tibios, nos aseguramos un excelente comportamiento de las mezclas.

Fig 8 Hamburgo Test para CAC con diferentes CA 30

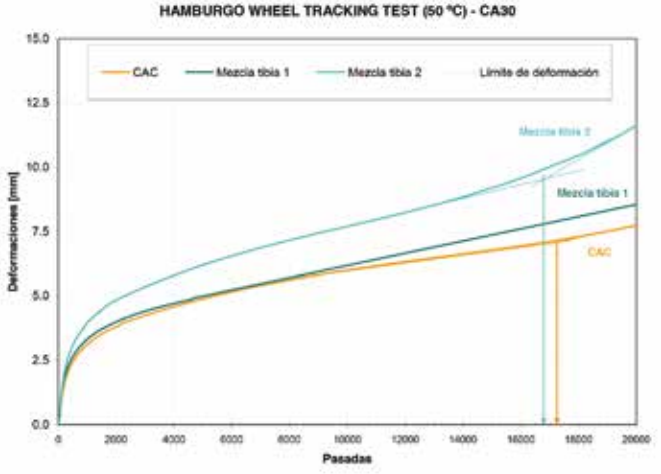
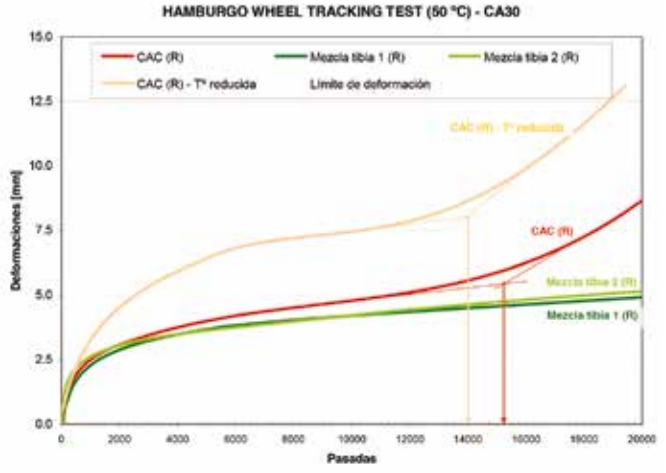


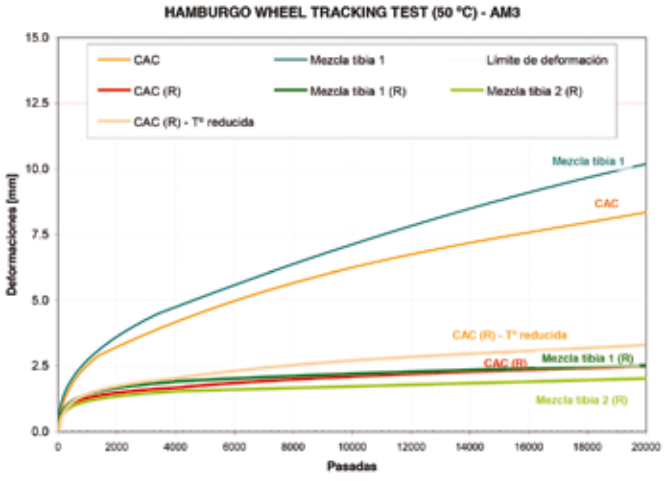
Fig 9 Hamburgo Test para CAC (R) con diferentes CA 30



En las mezclas con asfalto modificado con polímeros AM3, no se alcanza en ningún caso el límite de deformación ni se producen efectos de daño por humedad (ver Figura 10).

Las mezclas con material reciclado acumulan menos deformaciones al final del ensayo que las mezclas con agregados vírgenes.

Fig 10 Hamburgo Test para CAC y CAC (R) con diferentes AM3



4.4 Evaluación de compactabilidad o índice de densificación

Las mezclas asfálticas presentan diferentes resistencias frente al proceso de compactación en obra. Esta resistencia a ser compactada es una medida de la energía necesaria para densificar una mezcla.

En laboratorio el proceso de compactación se llevó a cabo con un compactador giratorio tratando de simular las condiciones en las que la mezcla es construida en obra.
Las condiciones de compactación están definidas en la normativa AASHTO T312. Los números de giros fueron de 75 para las mezclas con ligantes modificados con polímeros y de 50 para las mezclas con ligantes convencionales.

El parámetro propuesto para evaluar la resistencia de una mezcla es el CDI o Índice de densificación durante la compactación. Por definición, es el área bajo la curva de compactación entre el número inicial de giros, definido en las especificaciones en función del nivel de tránsito, y el 8% de vacíos en la mezcla (92% Densidad Rice). Cuanto menores sean los valores del CDI, menor energía se requeriría para alcanzar la densificación deseada.

Los resultados son promedio de mediciones de al menos tres probetas.

En la Figuras 11 y 12 se presentan los resultados de CDI, RTI (Resistencia a Tracción Indirecta) y vacíos para cada mezcla evaluada con los diferentes asfaltos utilizados.

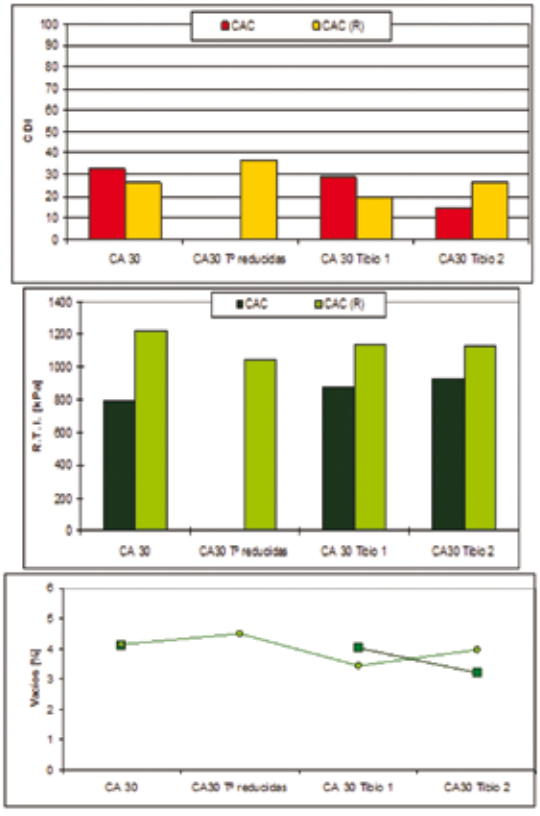


Fig 11 Resultados CDI, RTI y vacíos con CA 30 y CA 30 tibios

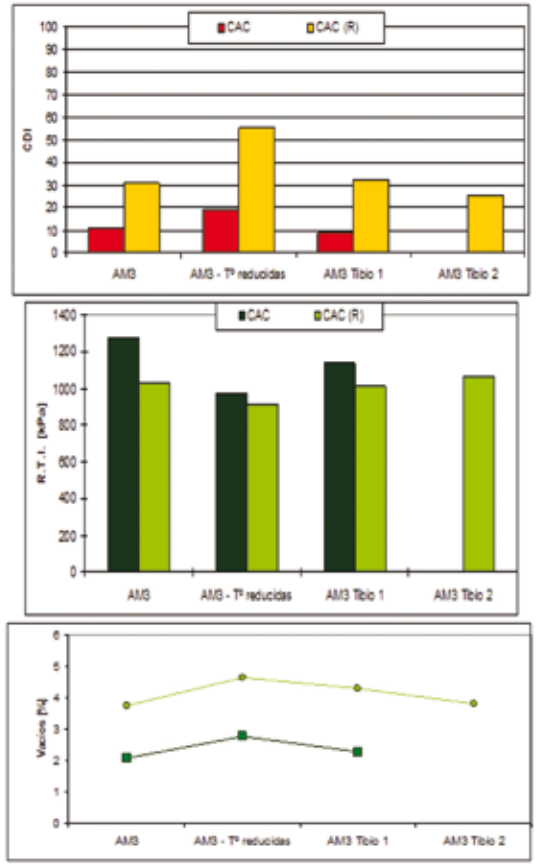


Fig 12 Resultados CDI, RTI y vacíos con AM3 y AM3 tibios

5. CONCLUSIONES

El presente trabajo comparte los resultados de laboratorio obtenidos en la evaluación de dos mezclas densas del tipo CAC D-19 y CAC D-19 (R), esta última conteniendo una tasa de RAP del 20%, con la utilización de ligantes convencionales del tipo CA 30 y modificados del tipo AM3 y las correspondientes versiones "tibias" o LT de ambos.

El objetivo es observar el comportamiento mecánico de las mezclas a los efectos de evaluar la sensibilidad de las mismas por el uso del RAP ó de los ligantes LT.

Respecto al daño por humedad, las mezclas tibias con RAP presentan buen comportamiento, superando en todos los casos el valor límite del 80% exigido.

La resistencia al ahuellamiento mejora por el uso de RAP en las mezclas con CA 30. En todos los caso la utilización de ligantes LT no afecta el comportamiento a las deformaciones.

En el ensayo de Hamburgo, el uso de asfalto modificado con polímeros AM3, hace que no se alcance en ningún caso el límite de deformación ni se produzcan efectos de daño por la acción del agua. Por otra parte las mezclas con material reciclado acumulan menos deformaciones al final del ensayo que las mezclas con agregados vírgenes.

Respecto a la compactabilidad, la energía necesaria para compactar mezclas que tienen RAP es mayor cuando se utilizan ligantes modificados con polímeros, si bien puede reducirse al utilizar ligantes tibios. Cuando se utilizaron asfaltos convencionales, la energía necesaria para compactar las mezclas con RAP resultó menor que la energía necesaria para compactar mezclas con agregados vírgenes. Nuevamente, se confirma que la energía es aún menor cuando se utilizan ligantes tibios.

6. REFERENCIAS

[1] Comisión Permanente del Asfalto, "Proyecto de Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Mezclas Asfálticas en Caliente Gruesas", versión 2010.

[2] Comisión Permanente del Asfalto, "Proyecto de Pliego de especificaciones Técnicas Generales para Concretos Asfálticos Convencionales Reciclados en Caliente", versión 2010.

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

MEZCLA RECICLADA TEMPLADA CON EMULSIÓN A TASA TOTAL EN CAPA DE RODADURA: UNA PROPUESTA DE DISEÑO, FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA

AUTORES: Antonio **Ramírez,** José Ramón **Otero,** Patricia **Díaz,** José Manuel **Lizárraga,** Francisco Guisado**,** Emilio **Martínez**

RESUMEN

Este documento presenta los resultados basados en el estudio exhaustivo de las propiedades mecánicas de las mezclas recicladas templadas con emulsión fabricadas en planta continua a una tasa de reutilización del 100% y 70% (RTE 100 y RTE 70, respectivamente), siendo aptas para su colocación en capas de rodadura en vías urbanas. Los valores obtenidos de módulo de rigidez, resistencia a tracción indirecta, contenido de betún, granulometrías, porcentaje de huecos en mezcla, sensibilidad al agua y ensayo en pista, los cuales ponen de manifiesto que son mezclas con propiedades similares a las de las mezclas en caliente convencionales, resultando una tecnología prometedora para su aplicación en la rehabilitación de calles en ciudad.

Palabras Clave: Mezcla bituminosa, Mezcla asfáltica, Medioambiente, Reciclado, Fresado, Mezcla templada, Emulsión, Reciclado a tasa total, Fabricación, Temperatura.

Desde la aparición del protocolo de Kioto se ha hecho necesario por parte de los fabricantes de mezclas asfálticas, investigar en el desarrollo de procesos o productos que minimicen los impactos medioambientales negativos causados durante la fabricación de las mezclas asfálticas que se colocan en el pavimento de las carreteras. A todas estas ventajas la aplicación del Protocolo de Kioto ha venido a añadir las derivadas de la reducción del movimiento de materiales, con la consiguiente reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero[(I)].

Por ello la problemática planteada a nivel mundial sobre el cambio climático, las emisiones de CO_2 y la disminución de reservas fósiles hacen necesario el estudiar nuevos productos y técnicas de fabricación con las que poder obtener mezclas de prestaciones mecánicas similares a las calientes pero a temperaturas de fabricación por debajo de los 100oC: las mezclas templadas.

La Unión Europea (UE) ha realizado un esfuerzo considerable en el desarrollo de infraestructuras en las últimas décadas que, o bien se aproximan al final de su vida útil, o bien precisan de operaciones de conservación y mantenimiento con una política de reciclado a través de una seria de investigaciones técnicas para reutilización de materiales bituminosos[(II)].

En las rehabilitaciones de firmes el fresado generado en la renovación de las capas deterioradas suele constituir un residuo excedente, dada la inexistencia actual de mezclas bituminosas recicladas capaces de absorberlo en la misma obra rehabilitada en especial en vías de cierta importancia. Por ello el uso de materiales reciclados ha llegado a ser una buena técnica para reducir o eliminar la necesidad de extraer materiales vírgenes de cantera, ahorrar tiempo y dinero de una manera eficiente[(III)].

Existe un déficit de soluciones que puedan consumir, en la misma obra, el fresado generado y que tengan suficiente calidad prestacional para permitir su aplicación en vías de tráfico alto. Hay técnicas conocidas de reciclado a tasa total, como los reciclados en frío con betún espumado o emulsión, pero presentan limitaciones debidas a la necesidad de un período de curado y adolecen, precisamente, de las prestaciones mecánicas necesarias, sobre todo en los primeros momentos después de su puesta en obra[(IV)].

Las mezclas recicladas templadas con emulsión son una combinación homogénea del material resultante del fresado de una o varias capas de firme asfáltico envejecido, emulsión y, eventualmente, áridos de aportación fabricadas a una temperatura menor de 100°C(V). Las ventajas provenientes del empleo de las mezclas recicladas templadas con emulsión con respecto a las utilizas actualmente son:

- Prestaciones mecánicas semejantes a las mezclas bituminosas en caliente.
- Mayor vida útil de las mezclas recicladas frente a las convencionales por cuanto el empleo de ligantes con rejuvenecedores permiten restablecer las propiedades del ligante envejecido que aporta el RAP y porque al fabricarse a menores temperaturas el envejecimiento que se produce durante la fabricación es mucho menor.
- No hay prácticamente diferencias con las mezclas convencionales en cuanto a métodos y equipos de puesta en obra ni en su aplicación.
- La reducción de temperatura implica un menor consumo de combustible y menos compuestos orgánicos volátiles (COV's) que se lanzan a la atmósfera[(VI)].
- Mayor aprovechamiento del material fresado, en el caso de los reciclados templados, respecto a las mezclas convencionales lo que se traduce en una mejora económica y medioambiental.

• Posibilidad de poder transportar las mezclas a mayores distancias en condiciones óptimas y de poder colocar las mismas a menores temperaturas, lo cual las hace idóneas en aquellos lugares donde las bajas temperaturas impiden la adecuada colocación y compactación de las mezclas en caliente.
• No es necesario un periodo de maduración, como el que requieren los reciclados en frío, por lo que tras su puesta en obra se puede abrir al tráfico de forma inmediata.
• Mejora de las condiciones de trabajo de los trabajadores por la ausencia de humos y riesgos de quemaduras.

En este artículo se describen los resultados obtenidos en el asfaltado de una calle en Seseña (Toledo), con mezclas recicladas templadas con emulsión a tasa del 100% y del 70% que han sido fabricadas con una planta prototipo de Sacyr que se ha construido en el marco del proyecto LIFESURE. El siguiente enlace se puede consultar para mayor información (http://www.lifesure.es/index.php/es/).

OBJETIVOS

Los objetivos que Sacyr pretendía alcanzar con la realización de estos trabajos fueron:
• Profundizar en el conocimiento de las propiedades de las mezclas recicladas templadas a tasa total (100%) y alta tasa (70%), evaluando sus prestaciones mecánicas con el fin de proporcionar mayor confianza sobre el uso de este tipo de mezclas.
• Diseñar mezclas templadas recicladas fabricadas en planta continua a tasa total (100%) y alta tasa (70%) aptas para capas de rodadura en vías urbanas.
• Fabricar dichas mezclas en una planta continua de nueva construcción especialmente diseñada por Sacyr para la fabricación de este tipo de materiales.

Propiedades	Unidad	Norma	Valor
Pen @25ºC	0,1 dmm	EN 1426	10
Punto de Reblandecimiento	ºC	EN 1427	81,8

Tabla 1. Propiedades físicas del ligante recuperado.

Contenido de Ligante		
Fracción	0/5 mm	5/25 mm
Ligante s/mezcla (%)	7,67	3,39
Ligante s/ árido (%)	8,31	3,51

Tabla 2. Contenido de ligante residual de material fresado, según Norma EN 12697-1.

• Comprobar posibles problemas que pudiera haber durante la fase de puesta en obra.
• Idoneidad de las formulaciones de las emulsiones empleadas.

FASE DE LABORATORIO

1. Caracterización del fresado

El fresado procedente de mezclas bituminosas envejecidas fue suministrado por la empresa Asfaltos Vicálvaro quien permitió montar la planta de fabricación en sus instalaciones. Dicho fresado fue sometido a un proceso de disgregación y clasificación en dos fracciones: una fracción gruesa (5/25 mm) y una fina (0/5 mm). Este tratamiento es fundamental para obtener un control preciso y ponderal de cada fracción en la composición final de la mezcla, asegurando de este modo su regularidad y garantizando la fabricación de mezclas recicladas con altos porcentajes de MRMB y buenas prestaciones mecánicas[VII].

Se realizó un estudio previo del material reciclado de mezclas bituminosas, mediante una caracterización en laboratorio de las muestras obtenidas. Los ensayos realizados consistieron en la caracterización del fresado en negro (con betún), y en blanco (sin betún), y recuperación del ligante residual al que se le determinó el grado de penetración y el punto de reblandecimiento anillo-bola (ver Tablas 1 a 3 y Figura 1).

Tamiz UNE (mm)	Fresado 0/5 mm		Fresado 5/25 mm	
	Negro	Blanco	Negro	Blanco
31,5	100	100	100	100
22,4	100	100	94,2	97,5
16	100	100	76,8	89,9
8	100	100	29,7	53,7
4	85,7	94,8	2,6	25,9
2	45,2	65,5	1,9	19,3
0,5	7,9	32,7	1,4	13,0
0,25	2,8	24,2	0,9	10,6
0,063	0,2	12,5	0,1	6,1

Tabla 3. Análisis granulométrico del fresado de las fracciones 0/5 y 5/25 mm.

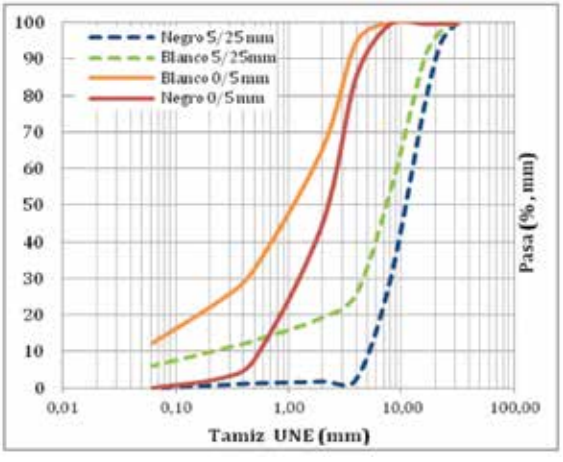


Figura 1. Curvas granulométricas de las fracciones obtenidas del fresado Acopio Seseña (0/5 y 5/25 mm).

2. Caracterización de áridos

Los áridos empleados para la fabricación del reciclado templado a tasa del 70% proceden de los acopios pertenecientes a Asfaltos Vicálvaro. Estos corresponden a las fracciones 12/18, 6/12 mm y son de origen silíceo. La granulometría de cada fracción se ha reali- zado de acuerdo a la norma UNE EN 933-1 (ver Tabla 4).

Tamiz UNE (mm)	12/18 mm Silíceo	6/12 mm Silíceo
22,4	100	100
16	65	100
11,2	2	93,3
8	1	30,0
5,6	0,9	4,4
4	0,9	2,0
2	0,7	1,5
0,5	0,6	1,4
0,125	0,4	1,3
0,063	0,3	0,3

Tabla 4. Análisis granulométrico de los áridos de la fracción 12/18 y 6/12 mm.

En la Tabla 5, por su parte, se incluyen el resto de propiedades ensayadas a los áridos utilizados.

Ensayo	Unidad	Valor	Norma
Desgaste de Los Ángeles			
Desgaste de Los Ángeles	%	20	UNE EN 1097-2
Densidad relativa y absorción 6/12 silíceo			
Peso específico aparente	gr/cm³	2,610	UNE EN 1097-2
Peso específico S.S.S	gr/cm³	2,629	
Peso específico Real	gr/cm³	2,660	
Absorción	%	0,72	
Determinación Equivalente 0/6 Silíceo			
Equivalente de Arena	%	52	UNE EN 933-8

Tabla 5. Caracterización física de los áridos.

3. Características técnicas de la emulsión

La emulsión bituminosa usada en mezclas bituminosas estudiadas ha sido la tipo C67B3 RECITEMP, desarrollada por REPSOL.

Se trata de una emulsión fabricada a partir de un betún base 50/70, con un contenido de betún residual en torno al 67%, cuyas caracte- rísticas se incluyen en la Tabla 6.

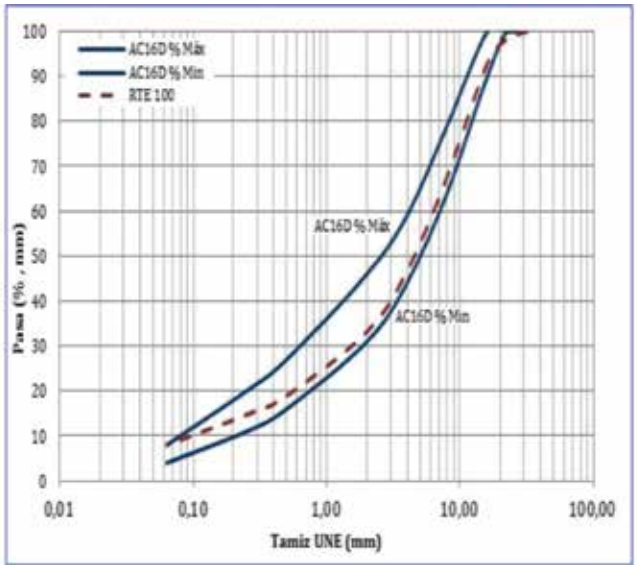


Figura 2. Curva granulometrica de RTE 100.

Propiedades	Unidad	Método de ensayo	Especificación	Clase
Polaridad de las partículas	-	EN 1430	Positivo	-
Índice de ruptura	-	EN 13075-1	70-155	3
Contenido en ligante	% en masa	EN 1428	63-67	7
Contenido en ligante recuperado	% en masa	EN 1431	≥63	7
Contenido en fluidificante por destilación	% en masa		≤2,0	2
Tiempo de fluencia	s		15 a 70	3
Residuo de tamizado, tamiz, 0'5 mm	% en masa		≤0,1	2
Tendencia a la sedimentación	% en masa	≤10	≤10	3
Adhesividad	% en masa	≥90	≥90	3
Método de recuperación por Evaporación (UNE EN 13074-1)				
Penetración a 25°C	0,1 mm	EN 1426	≤100	3
Punto de reblandecimiento	°C	EN 1427	≥35	8
Ligante estabilizado por evaporación EN 13074-1 y sometido a estabilización EN 13074-2				
Penetración a 25°C	0,1 mm	EN 1426	DV	1
Punto de reblandecimiento	°C	EN 1427	DV	1

Tabla 6. Propiedades físico-químicas de la emulsión.

4. Fórmula de trabajo

El estudio y diseño de la fórmula de trabajo para la fabricación de las mezclas recicladas templadas está descrito en la comunicación presentada en el congreso de ASEFMA del 2014[VIII], y consistió en definir las proporciones óptimas de cada fracción de fresado y áridos para cumplir con las exigencias de resistencia a tracción indirecta a 15°C[IX], módulo de rigidez a 20°C (UNE EN 12697- 26 2012) y contenido en huecos[X] determinación de la densidad aparente[XI] y determinación de la densidad máxima[XII], variando el contenido de emulsión.

El sistema de compactación empleado y elegido para obtener las mezclas en el presente proyecto fue la prensa giratoria, según UNE EN 12697- 31, empleando para ello una presión de contacto de 600 KPa, ángulo de giro 0,82o, velocidad de giro de 30 r.p.m., moldes de 100 mm y 65 ciclos. Se conside- ra el sistema más adecuado para obtener probetas a nivel de laboratorio para la tecnología de las mezclas templadas con emulsión y el que más se acerca a la realidad de lo que ocurre a escala real.

Las condiciones de fabricación empleadas y seleccionadas en las mezclas fueron las siguientes:

- Temperatura del RAP: 100 ºC.
- Temperatura del árido nuevo aporte: 115-120 ºC.
- Temperatura de la emulsión: 60 ºC.
- Temperatura de mezcla: 90 - 100 ºC.
- Temperatura de compactación 70 - 80 ºC.

Con el porcentaje óptimo de emulsión elegido, además de conocer propiedades volumétricas y módulo de rigidez, se realizaron los siguientes ensayos adicionales:

- Determinación de la sensibilidad al agua a 15 °C[XIII].
- Ensayo de rodadura[XIV].

La curva granulométrica obtenida se ajustó en el huso granulométrico de una AC16D según artículo 542 del PG-3[XV] utilizando un 30% de 0/5 mm y un 70% de 5/25 mm (ver Tabla 7 y Figura 2). Se ha añadido un 2,5% de emulsión obteniéndose un contenido teórico final en la mezcla RTE100 de 6,62% s/a (6,21% s/m).

Tamices (mm)	ACRTE 100% SESEÑA
31,5	100
22,4	98,3
16	92,9
8	67,6
4	46,6
2	33,2
0,5	18,9
0,25	14,7
0,063	8,0
B s/a Viejo	**5,0**

Tabla 7. Análisis granulométrico del fresado acopio Seseña RTE 100.

Las propiedades volumétricas y mecánicas de la fórmula de trabajo de la mezcla reciclada templada a tasa total se muestran en la Tabla 8.

Para determinar la resistencia conservada en el ensayo de sensibi- lidad al agua se fabricaron probetas con 2/3 de la energía de com- pactación empleada en las probetas utilizadas para la determinación de las propiedades mecánicas y volumétricas (Tabla 9).

Con el óptimo de ligante se procede a realizar el ensayo de rodadura[XVI], compactando las probetas con el compactador de pla- cas según UNE EN 12697-33 (ver Figura 3 y Tabla 10). La densidad s.s.s de las probetas para el ensayo de rodadura debe ser superior al 98% de la densidad obtenida en las probetas cilíndricas prepara- das con 65 giros en la prensa giratoria. Aparte de este diseño se compuso la dosificación adicional para una mezcla con un 70% de fresado (35% 5/25 mm y 35% 0/5 mm), empleando un 15% de las fracciones 12/18 y 6/12 mm silíceas, respectivamente, y un 4% de emulsión aportada.

Ensayo	RTE 100 SESEÑA	
Temperatura de compactación	°C	80
Propiedades volumétricas 65 ciclos		
Densidad s.s.s.	g/cm³	2,341
Densidad Máxima	g/cm³	2,419
Huecos Mezcla	%	3,21
Propiedades mecánicas 65 ciclos		
Módulo de rigidez 20°C	MPa	5.934
Resistencia a Tracción Indirecta 15°C	MPa	2,57

Tabla 8. Características de la mezcla RTE 100.

Resistencia conservada del RTE 100		
Densidad húmedo (44 ciclos) s.s.s	g/cm³	2,320
Densidad seco (44 ciclos) s.s.s	g/cm³	2,304
Resistencia conservada	%	86,5
RTI húmedo w	MPa	1,94
RTI Seco d	MPa	2,24

Tabla 9. Resistencia conservada de la mezcla RTE 100.

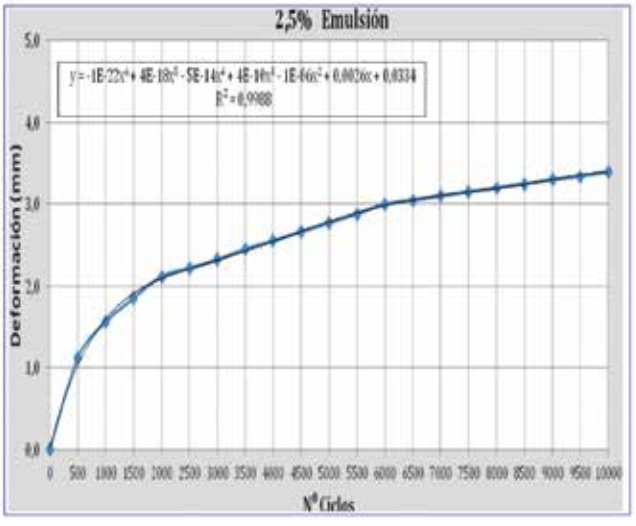


Figura 3. Ensayo de rodadura (EN 12697-22) dosificando un contenido de 2,5% de emulsión del tipo C67B3 RECITEMP.

Resultados ensayo de rodadura RTE 100		
Pendiente deformación en pista, WTS_{AIRE}	mm/10^3 ciclos	0,126
Profundidad deformación pista, RD_{AIRE}	mm	3,4
Profundidad de la rodera, PRD_{AIRE}	%	5,6

Tabla 10. Resultados del ensayo de rodadura RTE 100.

(http://www.lifesure.es/index.php/es/). Se trata de una planta continua de reciclado autónomo que permite establecer un control ponderal de los componentes de la mezcla de acuerdo a la fórmula de trabajo. Las principales características de la planta continua son (ver Figura 4):

• Capacidad nominal de producción de 120 t/h con contenidos de humedad de los áridos inferiores o iguales al 3%.
•Sistema de pesaje continuo, tipo Ramsey, independiente para cada componente sólido adicionado a la mezcla, uno por tolva dosificadora. Precisión del ± 0,5%.
• Conjunto de tolvas dosificadoras: dos para el RAP (una para el 0/5 mm y otra para el 5/25 mm) y dos tolvas adicionales de doble uso, para posible utilización de arenas correctoras o incluso frac- ciones tercera y cuarta de RAP.
• Tambor secador de flujo paralelo y gran longitud, con cámara de combustión retrasada y recirculación modulada de gases de combustión para mejorar el rendimiento. El tambor presenta dos anillos de entrada diferenciados a fin de dar un trato personalizado a cada fracción alimentada, en función de su sensibilidad a la temperatura y de su superficie específica.
• Mezclador situado bajo tambor secador adaptado para permitir un mayor tiempo de mezclado y una envuelta homogénea de los áridos con el RAP y con la emulsión.
• Elevador de tablillas de gran potencia, calorifugado y calefactado, que conduce directamente el RTE del mezclador a la tolva de descarga.
• Tolva de descarga del material con una capacidad teórica de 4 m3, con sensores de nivel y posibilidad de cargar a silo de 40 m3.
• Sistema de almacenamiento y dosificación de emulsión bituminosa de gran precisión, con control de temperatura independiente.

5. Resultados de mezclas recicladas templadas a tasa total y alta tasa

En noviembre de 2014 se fabricaron dos tipos de mezclas recicladas templadas en la planta anterior (RTE 100 y RTE 70), que se colocaron en una calle en Seseña (Toledo), de una longitud próxima a 200 metros, ancho 6 metros y espesor de 6 cm, sobre una capa de zahorra artificial, según esquema de la Figura 5.

Se utilizaron cámaras termográficas e infrarrojos para medir de manera efectiva la temperatura de fabricación y compactación de las mezclas y la posible presencia de segregaciones térmicas (Figuras 6 a 9). Las imágenes térmicas permitieron identificar la uniformidad de la temperatura durante la producción, extendido y compactación de la mezcla bituminosa.

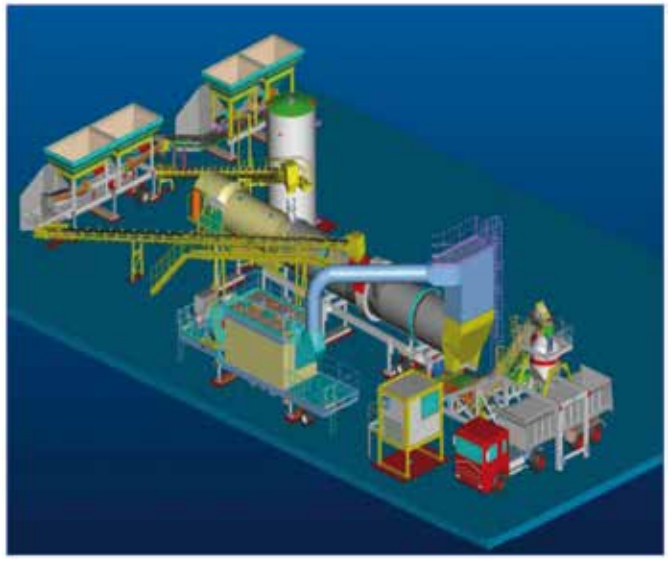


Figura 4. Planta de reciclado templado.

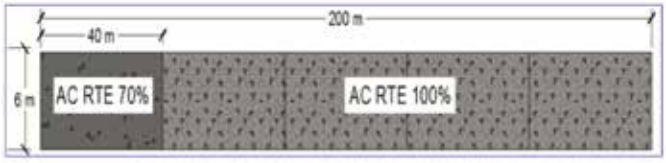


Figura 5. Esquema de diseño de la calle Seseña con mezcla reciclada templada 100 y 70.

Figura 6. Mezcla templada reciclada a tasa total en un intervalo de temperatura de 95-100°C.

Se utilizaron cámaras termográficas e infrarrojos para medir de manera efectiva la temperatura de fabricación y compactación de las mezclas y la posible presencia de segregaciones térmicas (Figuras 6 a 9). Las imágenes térmicas permitieron identificar la uniformidad de la temperatura durante la producción, extendido y compactación de la mezcla bituminosa.

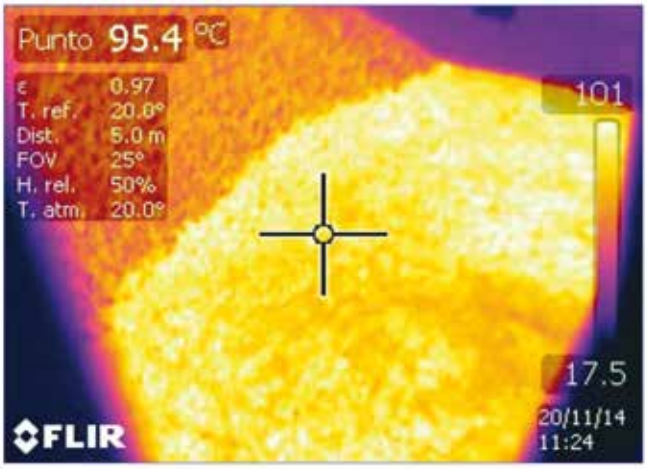


Figura 7. Mezcla transportada a 95oC de la calle Seseña.

Figura 8. Extendido de la mezcla RTE 100 a 95oC.

Se tomaron dos muestras del RTE 100 y una del RTE 70. La granulometría resultante del RTE 100 encajó dentro de los husos granulométricos de la mezcla AC16D. La granulometría del RTE 70 encajó mejor en el huso de una AC16S de acuerdo al PG-3 Art. 542 (OC 24 -2008) (ver Tabla 11 y Figuras 10 y 11).

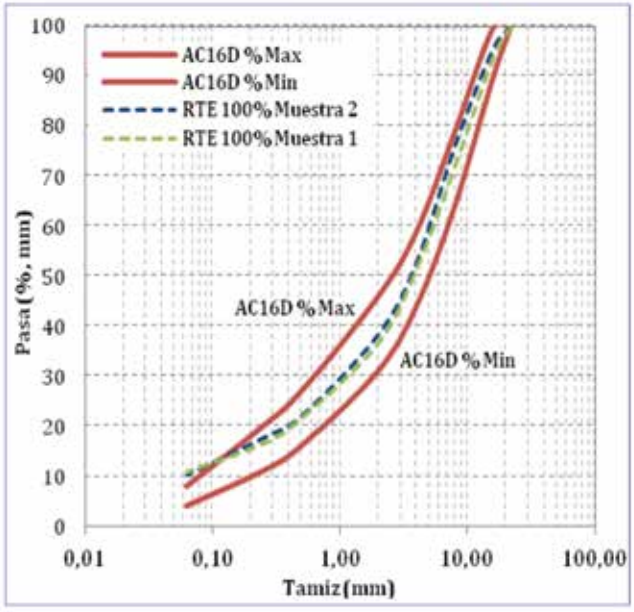


Figura 9. Curvas granulométricas de una RTE 100% dentro del huso AC16D.

Los resultados sobre el contenido en ligante son los indi- cados en la Tabla 12.

Los resultados de penetración y anillo bola del ligante recuperado se presentan en la Tabla 13.

Se prepararon probetas de mezcla de las muestras obte- nidas con el mismo procedimiento de compactación que el descrito en el apartado anterior Fórmula de trabajo, empleando 65 giros para las probetas de RTE 100 y 90 giros para las probetas de RTE 70. Los ensayos realizados y los resultados obtenidos están reflejados en la Tabla 14.

Por último se realizaron probetas en laboratorio con las condiciones de fabricación según protocolo mostrado en la Tabla 15, bajo las cuales se compactaron las probetas para ensayo de sensibilidad al agua de mezcla RTE 100 y 70 según norma[XIII].

Para la determinación de la resistencia conservada en el ensayo de sensibilidad al agua se fabricaron probetas con 44 y 90 ciclos en la prensa giratoria de la muestra 2 de RTE100 y de la muestra de RTE 70, respectivamente (ver Tablas 16 y 17).

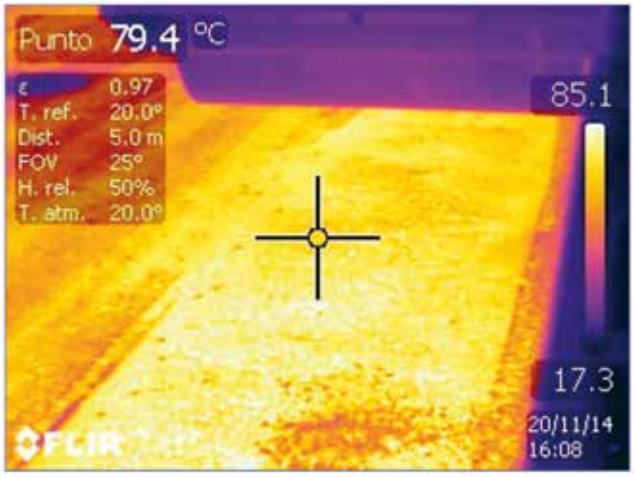


Figura 10. Compactación de la mezcla RTE a una temperatura promedio de 80oC.

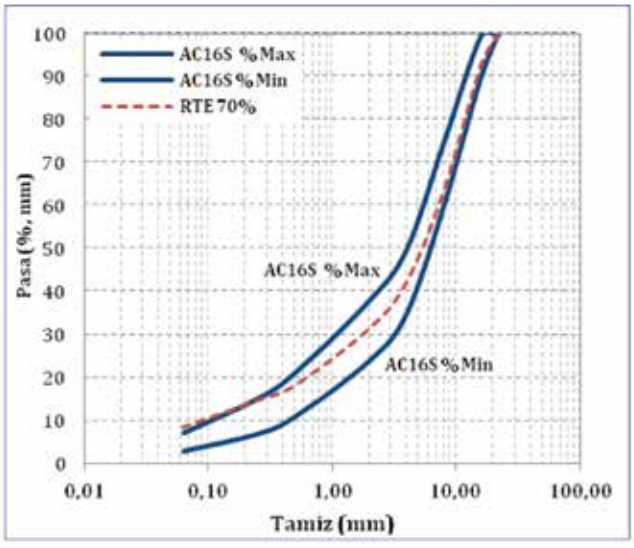


Figura 11. Curvas granulométricos de una RTE 70% dentro del huso AC16S.

Tamices UNE (mm)	Huso AC16D		Huso AC16 S		RTE 100 Muestra 1	RTE 100 Muestra 2	RTE 70
22	100	100	100	100	100	100	100
16	90	100	90	100	94,2	96,0	93,3
8	64	79	60	75	72,3	76,4	63,9
4	44	59	35	50	51,7	53,1	42,5
2	31	46	24	38	36,7	38,5	31,5
0,5	16	27	11	21	21,6	22,1	18,2
0,25	11	20	7	15	16,5	17,7	14,7
0,063	4	8	3	7	10,8	10,3	8,5

Tabla 11. Husos granulométricos de la mezcla RTE 100 y 70 obtenidas de amasadas en la obra de la calle Seseña.

Contenido Ligante	RTE 100% Muestra 1	RTE 100% Muestra 2	RTE 100% promedio	RTE 70%
Porcentaje ligante s/mezcla	5,78	5,91	5,85	5,64
Porcentaje ligante s/árido	6,13	6,28	6,21	5,98

Tabla 12. Contenido de ligante en RTE 100 y 70.

Ensayos sobre el ligante residual	Unidad	RTE 100 Muestra 1	RTE 70
Penetración 25°C, 100 gr ,5 s	0,1 mm	13	17
Punto de Reblandecimiento	°C	72	69

Tabla 13. Prop. físicas del ligante residual (penetración y anillo y bola).

Tipo de Mezcla	RTE 100% Muestra 1	RTE 100% Muestra 2	RTE 70%
Giros	65	65	90
Porcentaje Betún total/Áridos	6,13	6,28	5,98
Porcentaje Betún sobre/Mezcla	5,78	5,91	5,64
Densidad Máxima (gr/cm^3)	2,420	2,416	2,424
Densidad SSS (gr/cm^3)	2,335	2,330	2,340
Densidad geométrica	2,276	2,283	2,296
Altura (mm)	64,2	64,4	63,9
Porcentaje VM	3,51	3,56	3,47
Módulo Rigidez (MPa) a 20°C	6.915	6.838	5.682

Tabla 14. Propiedades mecánicas de la mezcla fabricada en planta ACRTE 100% y 70%.

Procedencia de la mezcla	Unidad	Obra RTE 70	Obra RTE 100
Método de compactación		Compactador giratorio	
Números de giros		44	
Temperatura de fabricación	°C	105-110	
Temperatura de compactación	°C	75-80	
Tiempo de inmersión de probetas húmedas	°C/72 h	40 °C/72 h	
Temperatura de ensayo RTI	°C	15	
Método de climatización de probetas secas		En aire	
Tiempo de climatización probetas, secas y húmedas para ensayo RTI.	min	140	
Porcentaje b/a Final		**5,98**	**6,28**

Tabla 15. Condiciones de fabricación de las mezclas RTE.

Resistencia a Tracción Indirecta (RTI) a 15°C en Húmedo w RTE 100				
Ensayo	Unidad	N° Probeta		
		1	3	5
Densidad	gr/cm³	2.290	2.327	2.312
RTId	MPa	2,23	2,71	2,46
Fuerza máxima	Kgf	2.329	2.790	2.584
Altura	mm	65,3	64,2	65,5
Diámetro	mm	100	100	100

Resistencia a Tracción Indirecta (RTI) a 15°C en Seco d RTE 100				
Ensayo	Unidad	N° Probeta		
		2	4	6
Densidad	gr/cm³	2.316	2.323	2.313
RTId	MPa	2,94	2,83	2,88
Fuerza máxima	Kgf	3.067	2.926	2.994
Altura	mm	65,1	64,5	64,8
Diámetro	mm	100	100	100

Resistencia conservada (ITSR) = 85, 5%

Tabla 16. Resistencia conservada de RTE 100.

Resistencia a Tracción Indirecta (RTI) a 15°C en seco d RTE 70				
Ensayo	Unidad	N° Probeta		
		1	3	5
Densidad	gr/cm³	2.352	2.362	2.354
RTId	MPa	2,47	2,59	2,37
Fuerza máxima	Kgf	2.545	2.640	2.431
Altura	mm	64,2	63,6	64,0
Diámetro	mm	100	100	100

Resistencia a Tracción Indirecta (RTI) a 15°C en Húmedo w RTE 70				
Ensayo	Unidad	N° Probeta		
		2	4	6
Densidad	gr/cm³	2.355	2.361	2.349
RTId	MPa	2,65	2,87	2,57
Fuerza máxima	Kgf	2.762	2.992	2.690
Altura	mm	65,0	65,0	65,3
Diámetro	mm	100	100	100

Resistencia conservada (ITSR) = 91, 8%

Tabla 17. Resistencia conservada de RTE 70.

6.Resultados de ensayo de rodadura de muestra RTE 100 y 70

en la Tabla 18 se muestra un análisis de densidades de mezclas tomadas en el control de producción en la planta continua de reciclado templado para verificar la deforma- ción en pista (WTS_{AIRE}) y profundidad media surco.

En la Figura 12 se muestra el ensayo de rodadura para mezcla RTE 100 y 70, según norma[XIV]. La temperatura de fabricación de la muestra fue 100oC, temperatura de com- pactación 80oC, con una fuerza de contacto de 700 N (71 kgf).

Extendido y Compactación

El extendido de las mezclas experimentales corrió a cargo de la empresa Asfaltos Vicálvaro quien utilizó una extendedora modelo Super Vogele 1900-2, un rodillo Lebrero de 13 t y un compactador neumático CORINSA de 24 t, llevando el compactador vibratorio en cabeza y el neumático detrás, estando la temperatura de la mezcla durante la compactación por encima de 80oC. La temperatura ambiente durante el proceso de extendido y compactación fue de 19oC.

Posteriormente se realizó una campaña de testigos para comprobar el grado de compactación obtenido y las propiedades obtenidas sobre los testigos extraídos obteniendo los resultados indicados en la Tabla 19.

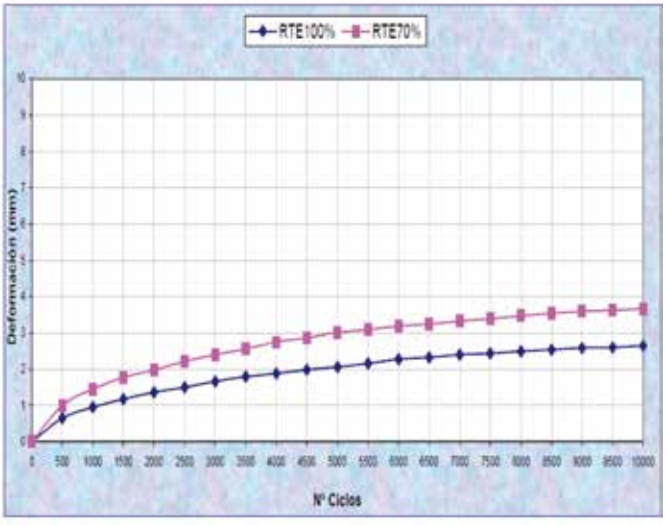


Figura 12. Análisis de Deformación vs ciclos en ensayo de rodadura con mezcla RTE 100 y 70.

Probeta	RTE 100	RTE 70
Densidad (gr/cm³)	2,319	2,346
Deformación 5.000 ciclos (mm), RD aire	2,06	3,02
Deformación 10.000 ciclos (mm), RD aire	2,65	3,67
Pendiente deformación en pista, WTS_{AIRE}	0,118	0,130
Profundidad media surco, PRD_{AIRE} (%)	4,4	6,0

Tabla 18. Resultados de ensayo en pista del RTE 100 y 70.

Promedio	Unidad	RTE 100	RTE 70
N° de testigos	ud	9	6
Altura	mm	79,9	72,4
Densidad s.s.s,	g/cm³	2,198	2,223
Huecos en mezcla h/m	%	9,04	8,2
Módulo de Rigidez 20 °C	MPa	4.683	3.150
Resistencia a tracción indirecta RTI Seco 15 °C	MPa	2,89	2,48

Tabla 19. Propiedades mecánicas de testigos de la calle Seseña.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas en la realización de este trabajo se resumen seguidamente:

• Con la nueva planta de fabricación de mezclas templadas desarrollada por SACYR se han conseguido fabricar mezclas recicladas templadas a alta tasa y tasa total con propiedades muy similares a una mezcla bituminosa en caliente.
• Se han conseguido colocar las mezclas anteriores en la rodadura de una calle del municipio de Seseña en Toledo. Durante la colocación se observó una correcta envuelta del RAP y de los áridos por la emulsión y un manejo adecuado de la mezcla.
• No se ha conseguido llegar a unos niveles de compactación ade- cuados, lo cual atribuimos a una mala ejecución y compactación de la capa de zahorra artificial sobre la que se apoyaron las mezclas experimentales.
• Los resultados obtenidos durante el control de calidad de los tramos han mostrado homogeneidad granulométrica y control ponderal del porcentaje final de betún en las mezclas fabricadas.
• Las propiedades mecánicas obtenidas de las probetas fabricadas a partir de las mezclas recogidas durante su fabricación/compactación han arrojado valores de cohesión y modulo típicos de las mezclas bituminosas en caliente, con resistencias conservadas a la acción del agua adecuados para ser empleadas en capas de rodadura, valores de pendiente deformación en pista rondando los 0,1 mm/103 ciclos y contenido de huecos sobre 3,5% para contenidos finales de betún sobre mezcla alrededor del 6% con composiciones granulométricas tipo "Asphalt Concrete".
• Los resultados mecánicos entre las mezclas a tasa total y alta tasa no han sido muy diferentes, observándose un mayor peso del nuevo ligante en el comportamiento de la mezcla con el 70% de fresado.
• El proceso de preparación del RAP para su introducción en la planta de mezclas templadas a partir de un RAP bruto en dos clases granulométricas previamente diseñadas, claramente diferenciadas y más homogéneas en el contenido de betún y composición de lo que en un inicio presentaba el RAP bruto, nos permite un control ponderal de cómo y qué queremos obtener, abriendo diferentes opciones de obtención de tipos de composición granulométrica que puedan adaptarse adecuadamente a la capa o lugar para la que son diseñadas.
• La tecnología de mezclas templadas nos abre la posibilidad de poder reciclar mezclas hasta alta tasa, obteniéndose resultados en cuanto a propiedades mecánicas muy similares a las mezclas en caliente, favoreciendo las disminución de emisiones, de temperaturas de fabricación y compactación y de consumo de materiales, además de mejorar la seguridad en el trabajo.
• Este desarrollo ha demostrado la viabilidad de unas mezclas más competitivas y ambientalmente más sostenibles que las mezclas convencionales en caliente como son las mezclas templadas recicladas con emulsión a tasa total y alta tasa para ser empleadas en capas de rodadura urbana, sin olvidar que pueden ser empleadas en otro tipo de tráfico y capas de firme.
• Las formulaciones de las emulsiones han cubierto las necesidades de las nuevas mezclas recicladas templadas diseñas y ejecutadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

I. Sampedro Rodríguez, A., "Las implicaciones del protocolo de Kioto en la ingeniería de Carreteras," Carreteras, vol. 4, no. 167, pp. 8–23, 2009.

II. Pérez, I., Toledano, M., Gallejo, J., y Taibo, J., "Propiedades mecá- nicas de mezclas bituminosas en caliente fabricadas con áridos

reciclados de residuos de construcción y demolición," Mater. Construcción, vol. 57, p. 13, 2007.

III. Hasan Ozer, I. L. Al-Qadi, and A. et al Kanaan, "Laboratory Evaluation of High Asphalt Binder Replacement with Recycled Asphalt Shingles (RAS) for a Low N-Design Asphalt Mixture," 2012.

IV. García Santiago, J.L., Guisado Mateo, F., Paez Dueñas, A., y Moreno Martínez, E., "Reciclado total de mezclas bituminosas a bajas temperaturas. Una propuesta para su diseño,caracterización y producción," ASEFMA, Madrid, pp. 1–12, 2011.

V. Garcia Santiago, J.L. y Lucas Ochoa, F., "Mezclas templadas con reutilizacion del RAP con tasa alta y tasa total. Aplicación, expe- riencias reales y resultados," 2014.

VI. Rubío, M. del C., Moreno, F., Martínez-Echevarría, J., G. Martínez, y J. M. Vázquez, "Comparative analysis of emis- sions from the manufacture and use of hot and half-warm mix asphalt," J. Clean. Prod., vol. 41, no. 2013, pp. 1–6, Feb. 2013.

VII. Guisado Mateo, F., "Rodaduras Urbanas Sostenibles: Estudio y diseño fórmulas de trabajo tramo de prueba," Madrid, 2014.

VIII. Martín Díaz, P., Ramírez Rodríguez, A., Guisado Mateo, F., Moreno Martínez, E., Miró Recasens, R., y Botella Nieto, R., "Rodaduras Urbanas Sostenibles," ASEFMA, p. 16, 2014.

IX. UNE EN 12697:23, "Determinación de la resistencia a tracción indirecta de probetas bituminosas," 2006.

X. UNE EN 12697-8, "Determinación del contenido de buecos en las probetas bituminosas," Asociación Española de Normalización y Certificación, 2003.

XI. UNE EN 12697-6, "Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas por el método hidrostático," 2007.

XII. UNE EN 12697-5, "Determinación de la densidad máxima," 2007.

XIII. UNE EN 12697-12, "Determinación de la sensibilidad al agua de las probetas de mezcla bituminosa," 2009.

XIV. UNE EN 12697-22, "Métodos de ensayo para mezclas bitumi- nosas en caliente. Parte 22: Ensayo de rodadura," 2008.

XV. PG-3 Art. 542, "Art. 542. Mezclas Bituminosas en caliente tipo Hormigón Bituminoso," 2008.

XVI. UNE EN 12697-31, "Método de ensayo para mezclas bitumino- sas en caliente. Parte 31: Preparación de la muestra mediante compactador giratorio," 2008.

Dirección de Vialidad
80° Aniversario

5 de Octubre
Día del Camino y del Trabajador Vial.

Dirección de Vialidad / 0800-222-3822 / www.vialidad.gba.gov.ar / prensavialidad@gmail.com / @VialidadBA

Entre todos podemos más.

Buenos Aires
Provincia