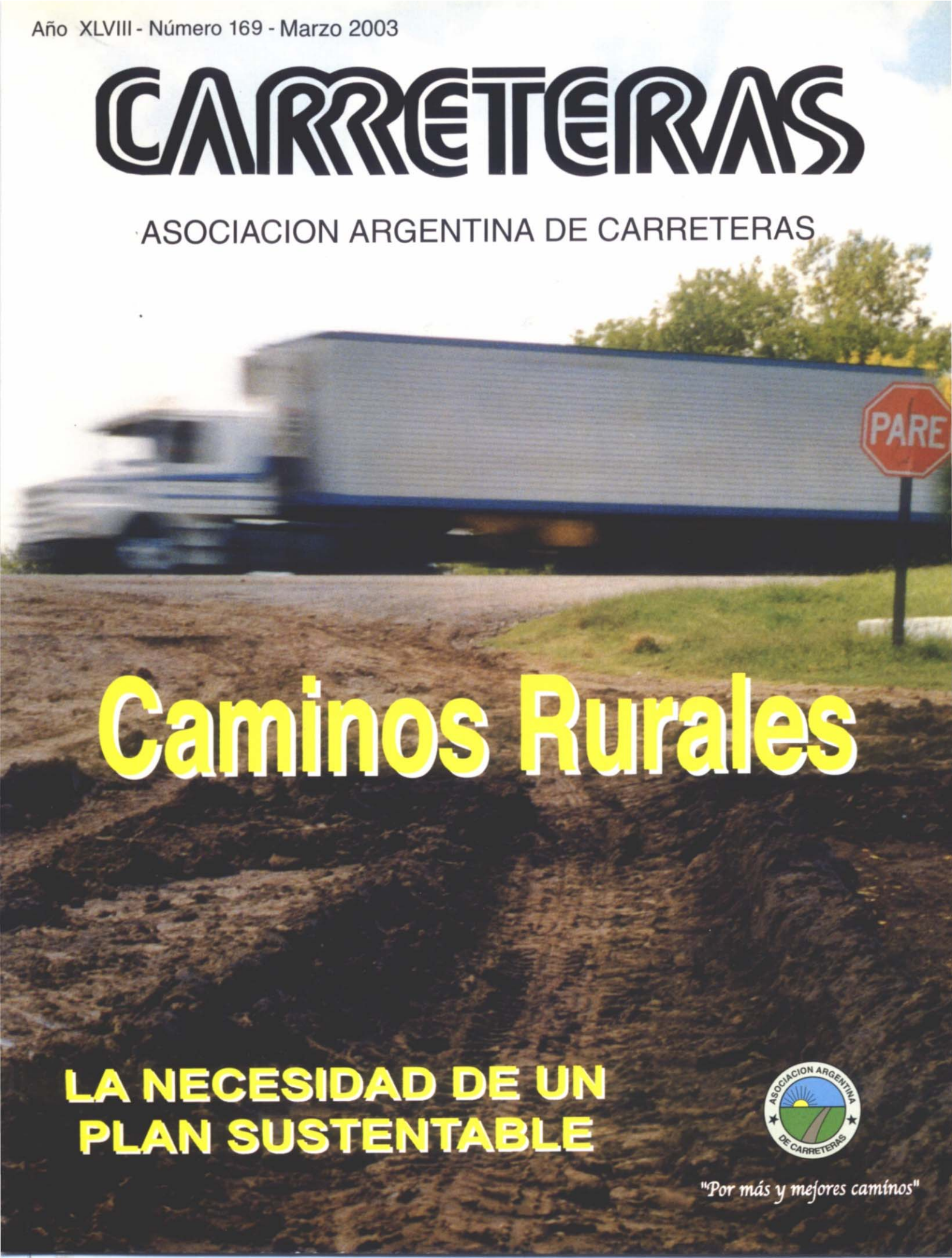
Año XLVIII - Número 169 - Marzo 2003

CARRETERAS

ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS



Caminos Rurales

LA NECESIDAD DE UN PLAN SUSTENTABLE

"Por más y mejores caminos"

NUEVAS RUTAS S.A.

Concesionaria Vial

NECON S.A.
JOSE J. CHEDIACK S.A.I.C.A.

UNA EMPRESA DE EMPRESAS



A través de:

Ruta Nac. Nº 5 - Luján - Santa Rosa

Ruta Nac. Nº 7 - Luján - Laboulaye

EDITORIAL

Por el Lic. Miguel A. Salvia



Lic. Miguel A. Salvia

LAS TAREAS PENDIENTES

Nuestro país durante el año que se inicia procederá a elegir nuevas autoridades nacionales, provinciales y legislativas, en un marco que se ha planteado como de transición entre una institucionalidad quebrada y un necesario sistema político social fortalecido.

Durante muchos años nuestra Asociación ha planteado a todos los poderes públicos y a la sociedad toda la necesidad de encarar una acción sostenida que nos permita tener un sistema de transporte moderno y racional, cuyo centro de gravedad pase por el transporte carretero.

Hoy nuevamente pretendemos llegar a todos los candidatos y sus equipos técnicos para plantear la necesidad de tomar al sistema de transporte como parte central en la política de mejorar nuestro volumen de exportaciones y fomentar el desarrollo de un sistema productivo en nuestro país.

Nos preocupa que en general este tema no sea considerado en el nivel de importancia que tiene para resolver los problemas que impiden un desarrollo sustentable al país.

Hemos visto cómo las políticas del transporte han sido vitales en el desarrollo de la Unión Europea y ocupan un aspecto central en las políticas de las potencias de América del Norte. En China, Japón y en el Sudeste Asiático se da una importancia fundamental al desarrollo del sistema de transporte.

Aspiramos a que esa visión estratégica que se plantean los países que quieren alcanzar o mantener altos niveles de desarrollo sea comprendida por la dirigencia de nuestro país, de forma tal de ponernos a trabajar en pos de ese sistema de transporte racional que reclamamos.

Entre las tareas pendientes que nuestro país tiene, se encuentra la planificación y el desarrollo de un sistema de transporte que sea una herramienta al servicio de la producción y la integración nacional. No se trata de generar anuncios de obras aisladas o espectaculares planes mediáticos, sino de una consecuente acción que permanezca en el tiempo y que fije y ejecute líneas de acción por largos períodos. Se trata del desarrollo de un plan de transporte sustentable para un país que deseamos que también sea sustentable.

En ese plan, el mantenimiento, las mejoras y ampliaciones en nuestra red de caminos adquieren una importancia central. Pero esa importancia no debe ser declamativa, sino que debe ir acompañada por políticas estables en el tiempo, asignaciones presupuestarias que sean consecuentes con los anuncios, y por mejoras en el sistema de gestión de nuestras redes.

Si anunciamos una Argentina Sustentable, los gobiernos deben tener políticas y asignaciones de recursos coherentes con tal anuncio.

Hemos demostrado que las partidas asignadas en los últimos 20 años han sido insuficientes para nuestra red de caminos. También que necesitamos reestructurar el sistema vial, estableciendo una planificación conjunta entre la Nación y las Provincias, una asignación de recursos estables, una política concreta para los caminos rurales y una reingeniería en los Organismos Viales.

Aun conociendo las enormes dificultades que existen en nuestro país, y que se mantendrán en los años venideros, sabemos que si no mejoramos el sistema de transporte nuestra decadencia estará asegurada. Este es un ejemplo que podemos estudiar claramente en la historia de nuestra civilización. Las sociedades que descuidan sus sistemas de transporte y comunicación inician una paulatina decadencia que en algunos casos significa su desaparición.

Nuestra responsabilidad será llegar a los candidatos y a los poderes públicos con nuestras ideas y nuestra visión del problema, apoyando toda acción consecuente con ello y denunciando ante la sociedad toda acción en sentido contrario al planteado. Esta asignatura pendiente es no sólo responsabilidad de los gobernantes actuales y futuros, sino de la sociedad toda.

Nuestra Asociación asume esa responsabilidad y seguirá planteando soluciones en aras de una Argentina mejor.

E- mail:secretaria@aacarreteras.org.ar
Website: www. aacarreteras.org.ar

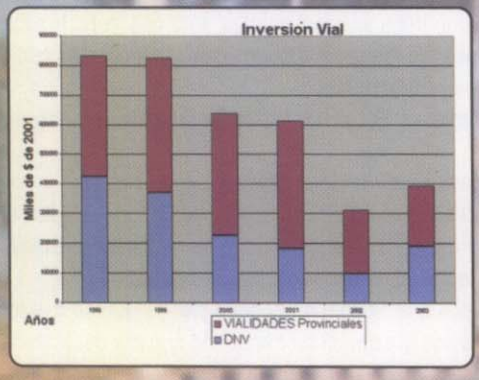
JUNTA EJECUTIVA

Presidente:
Lic. Miguel A. Salvia
Vicepresidente 1°:
Ing. Jorge W. Ordóñez
Vicepresidente 2°:
Dr. Obdulio A.. Barbeito
Secretario:
Ing. Nicolás M. Berretta
Prosecretario:
Ing. Juan Morrone
Tesorero:
Sr. Hugo R. Badariotti
Protesorero:
Ing. Guillermo V. Balzi

CARRETERAS
Año XLVIII-Número 16
Octubre 2002

Director Editor
Responsable:
Lic. Miguel A. Salvia
Director Técnico:
Ing. Carlos Alberto Ar
Directora Periodística:
Lic. Vanina A. Barbeito

Consejo de Redacción
Ing. Mario E. Aubert
Dr. José María Avila
Ing. Félix J. Lilli
Ing. Jorge R. Tosticare



Presupuesto 2003 : Pág.: 8



Plan de Caminos Rurales Pág.: 12

TAFF

INDICE

CARRETERAS, revista técnica impresa en la República Argentina, editada por la Asociación Argentina de Carreteras (sin valor comercial).
Realizada por B &R Producciones. Arregui 6129, 2° piso " C" (1408), Buenos Aires.
Tel.: 4642-9488
15-5001-4041

Adherida a la Asociación de la Prensa Técnica Argentina.
Registro de la Propiedad Intelectual N° 321.015
Dirección, Redacción y Administración: Paseo Colón 823, 7°piso (1063), Buenos Aires, Argentina.
Tel/Fax: 4362-0898/1957

Diseño Gráfico:
José Romera

Fotografía:
Fabián Córdoba

Fotocromía:
Duckfeet

Impresión:
Forma color

Editorial 3

Almuerzo de fin de año de la AAC 22

Plan de Autopistas Metropolitanas 30

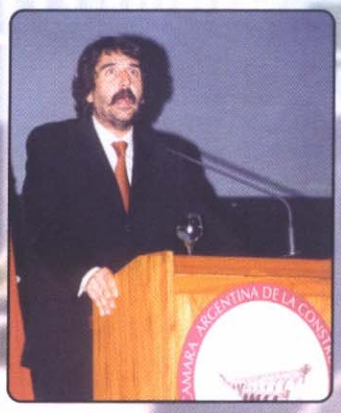
Carreteras Informáticas 39

Próximos eventos 40

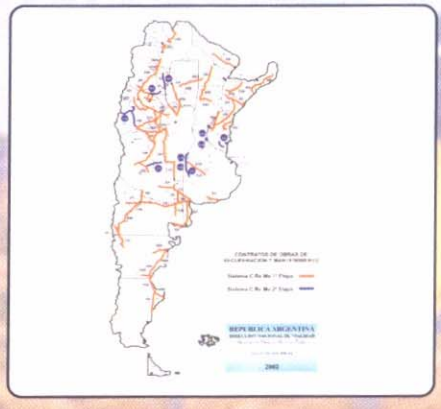
Sección Técnica 43

Foto de tapa: Acceso a Ruta 7, San Andrés de Giles, Provincia de Buenos Aires.

"Los artículos publicados no reflejan la opinión de la entidad sino la del autor o autores del mismo que lo firma"



El Plan Posible de la C.A.C. Pág. :22



Sistemas C.Re.Ma. Pág. 28

PEDIDO DE APOYO AL SISTEMA VIAL

La Asociación Argentina de Carreteras manifestó su preocupación por la situación actual de la Red de Caminos en la siguiente carta enviada al Presidente de la Nación el 19 de febrero pasado

Asociación Argentina de Carreteras

Buenos Aires, 19 de febrero de 2003

Señor
Presidente de la Nación
Dr. EDUARDO DUHALDE
S. / D.

De nuestra mayor consideración:

Nos dirigimos a Ustedes a fin de manifestar nuestra profunda preocupación por el estado general de la Red de Caminos de nuestro país, la cual pese a continuar su deterioro no ha tenido consideración ni importancia presupuestaria por parte de las autoridades económicas al elaborar el Presupuesto Nacional del corriente año.

Desde hace varios años venimos alertando de este deterioro que no solo implica la demora de un conjunto de proyectos, sino la caída en los niveles de conservación rutinaria de la misma, lo que ha provocado ya un gravísimo estado de la red nacional y de las redes provinciales que en su conjunto alcanzan unos 230.000 km., entre redes pavimentadas, mejoradas y de tierra.

Hoy, el necesario desarrollo productivo de nuestro país, la generación de empleos y una política agresiva de exportaciones, tienen un cuello de botella en el sistema de transportes, en el cual el transporte carretero representa más del 80% de las cargas y el 90% de los pasajeros.

No es posible mejorar la competitividad con caminos rurales deteriorados y sin fondos, redes provinciales en deficiente estado de conservación, una red nacional sin fondos mínimos necesarios, con una baja intermodalidad, y con accesos a puertos deficientes y congestionados.

Sabemos que la transición de gobierno no permite generar planes de mediano y largo plazo por la gravedad de los momentos actuales, pero creemos que hay acciones que se pueden tomar en este sentido tendientes a rectificar el rumbo que nos esta llevando a la destrucción de un patrimonio nacional y poniendo una piedra en el futuro desarrollo del país.

Somos conscientes de la situación económica nacional y del esfuerzo necesario para resolver los problemas sociales, pero la decadencia del sistema de transportes ocasionará a corto plazo mayor pobreza y un agravamiento de la situación social.

En él ultimo año se han caído varios puentes por la falta de recursos para su mantenimiento, y los organismos viales nacional y provinciales han manifestado en reiteradas oportunidades que hay situaciones críticas en muchos casos, con graves riesgos, incluso de la seguridad vial. Una muestra de ello ha ocasionado recientemente el corte del Acceso al Túnel subfluvial Hernandarias entre las ciudades de Santa Fe y Paraná, con perdidas de vidas y graves daños a la actividad productiva.

Es necesario por tanto una política básica combinada entre la Nación y las Provincias, que plantee detener el estado de decadencia del sistema vial, y esta política debe estar acompañada por la importancia presupuestaria, con la correcta asignación de presupuesto y fondos fiduciarios creados para la actividad, tanto en tiempo como en forma, por parte del Ministerio de Economía.

Los últimos cinco años han demostrado una caída fenomenal de la inversión vial tanto a nivel provincial como nacional, situación acentuada en los dos últimos años. La Nación ha limitado los recursos de la Dirección Nacional de Vialidad, y los gobiernos provinciales, acuciados por los problemas, han reducido su participación limitando los recursos a la coparticipación vial federal, la que tiene una tendencia de recaudación decreciente.

Los consumos nacionales de asfalto, producto básico de la actividad, han caído en los últimos años a niveles sin precedentes, demostrando la caída de la actividad vial, en un sector donde las políticas estatales son decisivas.

Ello ha sido la consecuencia de la visión de las diferentes autoridades económicas de estos años que consideran la inversión vial y su mantenimiento como un gasto posible de diferir en el tiempo, siendo por lo tanto un mecanismo utilizado al momento de ajustar las cuentas del Estado. Los diferimientos de inversión no solo encarecen los costos futuros sino que ocasionan pérdidas de vidas, y la destrucción del patrimonio nacional.

En este sentido la escasa asignación que el Presupuesto 2003 afecta a la Dirección Nacional de Vialidad, organismo rector en materia vial, así como el veto presidencial al incremento de partidas sancionada por el Congreso Nacional, son decisiones que profundizarán el deterioro, orientándose en sentido contrario al necesario apoyo que el sector productivo necesita del sistema de caminos.

Si bien el Decreto Nº 295/2003 plantea una inversión para algunas obras puntuales a ejecutar en tres años, creemos que es necesario un aumento sustancial en la inversión vial dirigiéndola hacia la conservación como prioridad.

Por lo tanto exhortamos a que la voluntad del Gobierno Nacional expresada en el apoyo a la reactivación productiva nacional y al aumento de las exportaciones, objetivos que apoyamos fuertemente, tenga aún en el marco presupuestario restrictivo por la que atraviesa la Nación, la asignación de partidas adicionales al Presupuesto de la Dirección Nacional de Vialidad, y la acción sobre los gobiernos provinciales para incrementar los fondos de las Direcciones Provinciales de Vialidad.

Sabemos del esfuerzo que el Señor Presidente de la Nación esta realizando en aras de recuperar el país, y apelamos a su buen criterio para actuar sobre esta situación, ya que de no hacerse, va ha ir adquiriendo mayor gravedad.

Sin otro particular y quedando a su disposición para colaborar en la solución de los problemas planteados, saludamos al Señor Presidente con atenta consideración.

Ing. NICOLAS M. BERRETTA
Secretario

Lic. MIGUEL A. SALVIA
Presidente

PRESUPUESTO 2003 SIN CAMBIOS

Sigue el ajuste para la inversión en el sector vial estatal y se pone en riesgo la seguridad y la eficiencia del sistema productivo

En ediciones anteriores habíamos planteado la preocupación por la continuación de la política de ajuste de la inversión vial, que era considerada postergable aun con la obvia pérdida del capital existente y con riesgos a la seguridad y al deterioro de la eficiencia del sistema productivo.

Nos preocupaba tanto el uso arbitrario de los fondos fiduciarios para otras finalidades que las establecidas en su creación y el escaso nivel que se planteaba para el sector vial, tanto en sus jurisdicciones nacional como provinciales.

Nuestra Asociación realizó intensas gestiones en el Congreso de la Nación con miras a exponer la grave situación del sector y la inconveniencia de aprobar un artículo presentado por el Gobierno Nacional, que permitía un uso de los recursos generados por los fondos fiduciarios para financiar gastos generales del Estado.

Nuestra acción tuvo un relativo éxito, dado que el Congreso Nacional modificó los artículos cuestionados y trató de elevar el monto destinado a los caminos nacionales. Así la Ley 25.725 sancionada modificó el artículo 30, que quedó sancionado de la siguiente forma:

"ARTICULO 30.- Establécese que el producido de las tasas que integren recursos de los FONDOS FIDUCIARIOS, no podrán tener afectación a favor del TESORO NACIONAL, salvo autorización previa, expresa y específica del Congreso Nacional.

Los recursos de los Fondos Fiduciarios que se hubieren destinado, durante el año 2002, a favor del Tesoro Nacional, procurarán ser reintegrados en el período 2003.

Asimismo, en cuanto al uso de los fondos fiduciarios se determinó:

"ARTICULO 47.- Apruébanse para el presente ejercicio de acuerdo con el detalle obrante en la Planilla Anexa al presente artículo, los flujos financieros y el uso de los Fondos Fiduciarios integrados total o mayoritariamente por bienes y/o fondos del ESTADO NACIONAL, en cumplimiento a lo establecido por el artículo 2º inciso a) de la Ley Nº 25.152.

El JEFE DE GABINETE DE MINISTROS deberá presentar informes cuatrimestrales a ambas Cámaras del HONORABLE CONGRESO DE LA NACION sobre el flujo y uso de los fondos fiduciarios, detallando en su caso las transferencias realizadas y las obras ejecutadas y/o programadas".

Finalmente, la preocupación por la falta de obra vial llevó a los legisladores a proponer una baja en el gasto corriente para atender impostergables obras, lo que quedó plasmado en el artiículo 68 de la Ley.

"ARTICULO 68.- El JEFE DE GABINETE DE MINISTROS en uso de las facultades del artículo 16 y en oportunidad de proceder a la distribución de los créditos a que se refiere el artículo 13 de la presente ley, deberá efectuar una reducción del QUINCE POR CIENTO (15%) de los créditos asignados a Servicios No Personales. Dichos recursos deberán ser asignados a la JURISDICCION 20 – SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS - y a la ENTIDAD 604 – DIRECCION NACIONAL DE VIALIDAD - para reforzar el financiamiento de obras en territorio de las provincias, respetando la siguiente distribución: Dirección Nacional de Vialidad, NOVENTA Y UNO POR CIENTO (91%); Subsecretaría de Recursos Hídricos, SEIS POR CIENTO (6%); Dirección Nacional de Arquitectura, UNO COMA CINCUENTA POR CIENTO (1,50%); y ENOHSA, UNO COMA CINCUENTA POR CIENTO (1,50%)".

Lamentablemente, este pequeño avance que aún marcaba, tal como veremos más adelante, un escaso nivel presupuestario, fue vetado por el Poder Ejecutivo Nacional. Los fundamentos fueron planteados en el decreto 55/2003. En el mismo se dice:

"Que el artículo 68 del Proyecto de Ley dispone que el JEFE DE GABINETE DE MINISTROS deberá efectuar una reducción del QUINCE POR CIENTO (15 %) de los créditos asignados a Servicios no Personales y destinarlos a reforzar los presupuestos de: DIRECCION NACIONAL DE VIALIDAD, SUBSECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS, DIRECCION NACIONAL DE ARQUITECTURA y ENOHSA.

Que el Inciso 3 – Servicios no Personales incluye esencialmente partidas para atender el pago de servicios básicos y de los servicios tercerizados, especialmente los correspondientes a mantenimiento y limpieza, como así también el pago de viáticos y pasajes.

Que en base a lo expuesto se considera impracticable producir una rebaja en el porcentaje establecido sin resentir la atención de los conceptos antes mencionados.

Que al mismo tiempo el artículo 68 del Proyecto de Ley no determina las obras a realizar ni se tiene conocimiento de que las mismas hayan contado con la aprobación que prevé la Ley Nacional de Inversión Pública.

Que por todo lo expuesto resulta necesario la observación total de este artículo."

Por su parte, el Poder Ejecutivo también vetó el cambio en el articulo 30 con la siguiente fundamentación:

"Que el artículo 30 del Proyecto de Ley establece que el producido de las tasas que integren recursos de los FONDOS FIDUCIARIOS no podrán tener afectación a favor del TESORO NACIONAL, salvo autorización previa, expresa y específica del Congreso Nacional. Asimismo, este artículo determina que los recursos de los Fondos Fiduciarios que se hubieren destinado durante el año 2002 a favor del TESORO NACIONAL procurarán ser reintegrados en el período 2003.

Que la redacción del mencionado artículo 30 expresa un criterio contrario al previsto en el Proyecto remitido oportunamente por el PODER EJECUTIVO NACIONAL a consideración del HONORABLE CONGRESO DE LA NACION.

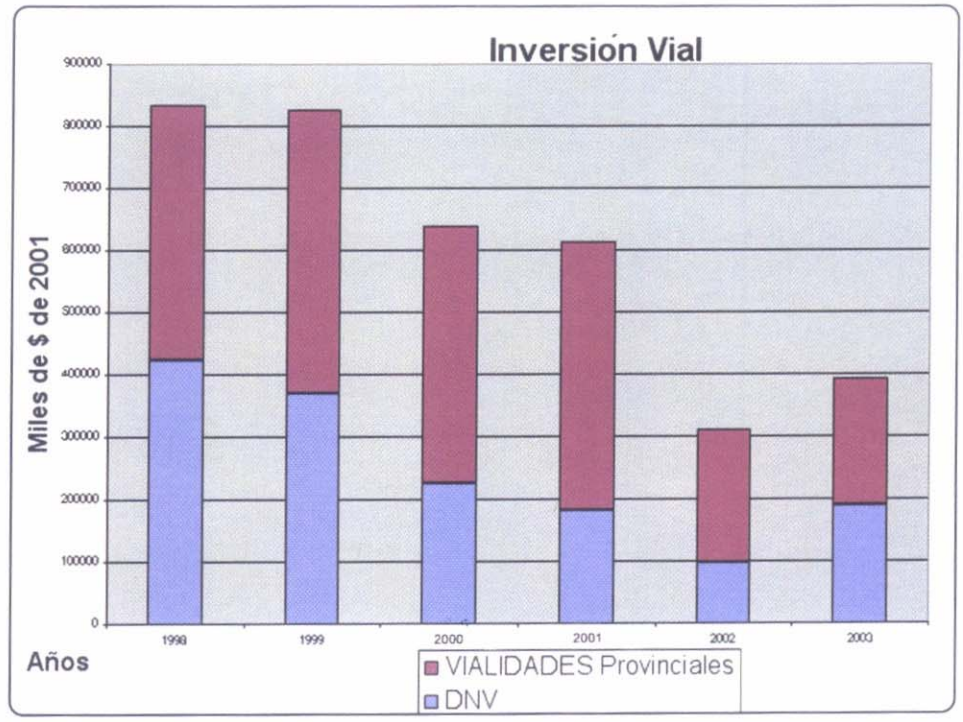
Que el artículo 57 del Proyecto de Ley dispone una reducción de UN MIL MILLONES DE PESOS ($ 1.000.000.000) en los gastos primarios del Sector Público Nacional.

Que la magnitud de la rebaja dispuesta obliga a considerar también la afectación parcial de los gastos previstos para los Fondos Fiduciarios. Por otra parte, el cumplimiento de lo establecido en el último párrafo del artículo 30 del Proyecto de Ley significará la alteración del resultado financiero estimado en el artículo 4º del mismo.

Que, sobre la base de las argumentaciones expuestas, se estima conveniente observar en su totalidad el artículo 30 del Proyecto de Ley".

Esperamos que el Congreso utilice su poder institucional para reponer dichos artículos.

Por su parte hemos extractado de la ley de Presupuesto los montos destinados al Presupuesto de la Dirección Nacional de Vialidad que



en el rubro inversión alcanza a un Presupuesto de 422,5 millones que sólo mejora nominalmente la situación.

Por su parte, las Vitalidades Provinciales estiman recibir un aporte de la coparticipación vial federal similar a la recibida en el año 2002, con lo que el deterioro en términos reales será importante y frente a la carencia de aportes provinciales adicionales la inversión rondaría los 450 Millones.

Ello implica que, si se cumplen las estimaciones presupuestarias, el sector vial estatal invertiría en total alrededor de 872 millones de pesos corrientes de 2003. Como las mismas pautas del presupuesto estiman una inflación entre extremos anuales del 26%, si estimamos una asignación lineal de inversión en el 2003, esos valores se reducirían a 771 millones aproximadamente de fines del año 2002. Ello estimando que la inversión sólo se encarecerá en los mismos términos que la inflación al consumidor, situación altamente improbable.

No obstante ello, y a efectos de comparar cómo la tendencia continua su línea decreciente de inversión, en el cuadro adjunto hemos actualizado los años 2002 y 2003 tomando el Indice de Variación de una Obra Vial que calcula la Cámara Argentina de la Construcción.

Así vemos que los valores generales de inversión, si bien tienen un incremento teórico (por comparación con niveles aprobados suponiendo una inflación igual a la prevista) contra el año 2002 del orden del 26%, están en un 47% menos que los del período 1998-2001.

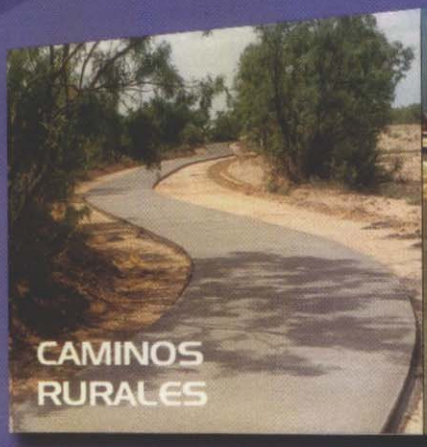
De esta forma, a moneda de diciembre de 2001, la inversión de Vialidad Nacional estará en el orden de los 190 Millones, la de las Provincias en 202 Millones, lo que totaliza 392 Millones, cifra que se contrasta con los 727 Millones del promedio del período 1998-2001.

Lamentablemente, la tendencia avanza hacia la destrucción del Patrimonio Vial.

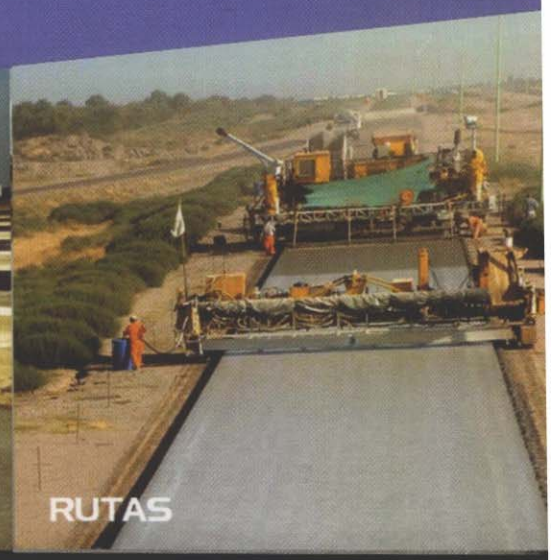
INVERSION VIAL PUBLICA (EN $ DE DICIEMBRE DE 2001)

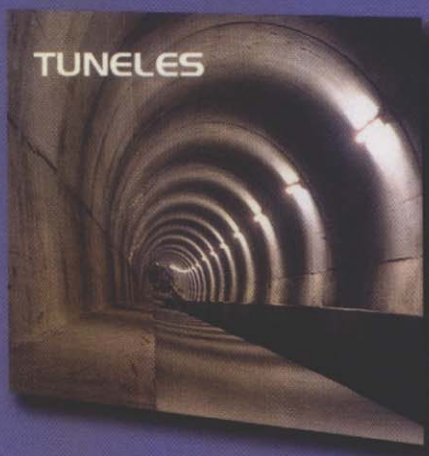
AÑO	1998	1999	2000	2001	2002	2003
DNV	424324	369815	226664	183048	97600	190071
VIALIDADES Provinciales	408500	456400	412380	430000	213706	202429
total	832824	826215	639044	613048	311306	392500

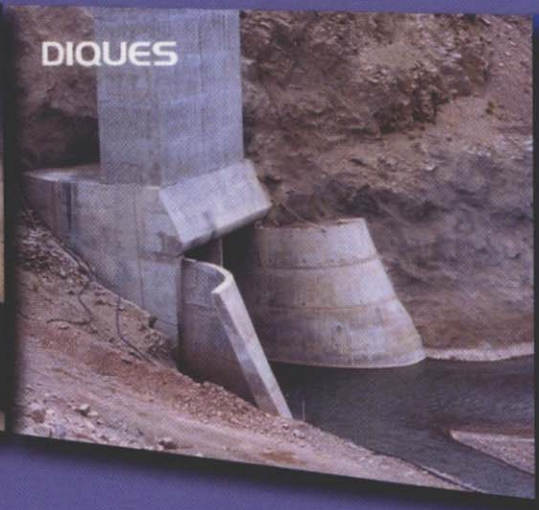
PROMOVEMOS Y DIFUNDIMOS LAS DIFERENTES APLICACIONES DEL CEMENTO PORTLAND EN LA ARGENTINA

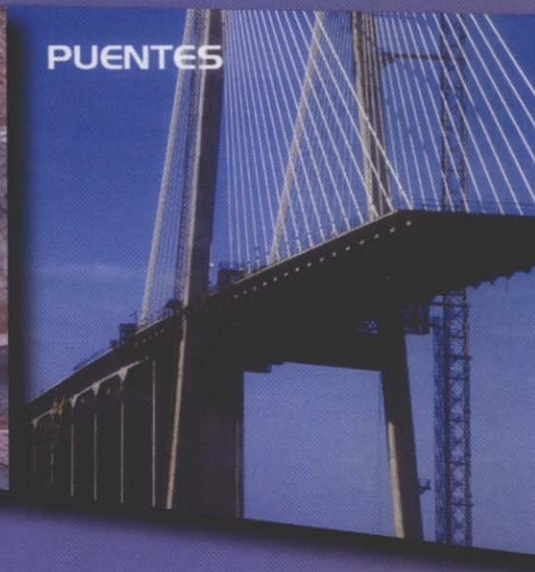












Somos el referente técnico de la industria de nuestro país, nuestra trayectoria de servicio e investigación sobre los usos del cemento portland se inicia en enero de 1940, es nuestro objetivo obtener un mejor y mayor empleo del cemento divulgando las prácticas correctas, y las nuevas tecnologías que permitan alcanzar a los usuarios eficientes índices de calidad, productividad y competitividad en las construcciones en hormigón.
Brindamos asesoramiento a reparticiones públicas nacionales, provinciales y municipales, a empresas constructoras privadas, profesionales y público en general, aportando las novedades y avances en la materia que se desarrollan a nivel mundial.

INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO
Perfecciona y difunde el empleo del Cemento Portland
San Martín 1137 (C1004AAW) Buenos Aires - Tel: 4576-7690 - www.icpa.org.ar



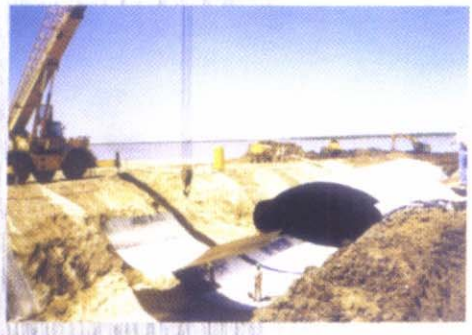
Quebrada del Portugués - Tucumán



Ruta 60 - Catamarca



Ruta 40 - Londres-Belén - Catamarca



Emisario Sur - Rosario



Ruta 12 - Ceibas

LA TECNOLOGIA, LA INGENIERIA Y LA SEGURIDAD, VAN POR EL MISMO CAMINO.

EL DE SIDERAR.

Siderar, a través de su Unidad de Negocio Construcción, Agro y Vial, contribuye día a día con la Ingeniería y Seguridad de los caminos, mediante la provisión de defensas y alcantarillas de acero corrugado galvanizado Arsa. De esta manera, soluciona eficientemente los problemas de seguridad y drenajes, en caminos, ferrocarriles y autopistas.

Siderar hace de los caminos, caminos seguros.

SIDERAR

UNIDAD CONSTRUCCIÓN, AGRO Y VIAL

ARSA

Valentín Gómez 210, (1706) Haedo, Prov. de Bs. As.
Tel: (54-11) 4489-6940/6941 Fax: (54-11) 4489-6949
www.Siderar.com E-mail: psibag@siderar.com

TECHINT

PLAN DE CAMINOS RURALES

La Asociación Argentina de Carreteras, preocupada por el estado y falta de políticas y recursos para los caminos que integran la Red Terciaria de la Argentina, ha creado una Comisión con diversas entidades y profesionales interesados en analizar el tema y proponer las soluciones adecuadas. El Documento preliminar sobre el Plan de Caminos Agrícolas y Mineros, constituye una síntesis de los estudios realizados con el fin de diseñar un plan sustentable que contemple la mejora de dichos caminos. Han participado de la Comisión de Trabajo, representantes de la Cámara de Consultoras de Ingeniería, la Cámara Argentina de Empresas Viales, el Instituto del Cemento Portland Argentino, la Comisión Permanente del Asfalto, el Centro Argentino de Ingenieros, la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, y el Consejo Vial Federal, instituciones que junto a la Asociación Argentina de Carreteras, están interesadas en proponer soluciones a los graves problemas del sector.



INTRODUCCION

En la actual coyuntura económica orientada a aumentar fuertemente las exportaciones argentinas al mundo y a mejorar la productividad con vistas a bajar los costos del consumo interno, el sistema de transportes constituye un cuello de botella, que limita el cumplimiento de esos objetivos.

Este sistema de transportes tiene su estructura fundamental en el sistema de transporte carretero que moviliza más del 80% de las cargas transportadas y más del 90% de los pasajeros. El sistema tiene baja intermodalidad y graves problemas en las conexiones con puertos y puestos fronterizos.

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

Lamentablemente, la desinversión vial que se ha producido en el país en los últimos años conspira gravemente contra la eficiencia del transporte, habiéndose profundizado el ultimo año con la aguda recesión que nos afecta.

Las características generales del sistema carretero son su baja transitabilidad permanente y su heterogeneidad en la calidad de las rutas.

Aunque el problema abarca a todo el sistema de transportes, existe una infraestructura básica y primaria del sistema que ha sido abandonada en los últimos 25 años y cuya indefinición conspira contra los objetivos productivos señalados al inicio.

Esa infraestructura básica es la de los caminos terciarios, o vecinales, normalmente de tierra, con un alto grado de intransitabilidad permanente y que hoy, dado el carácter de la formación de precios, se constituyen en un alto costo adicional para los productores. Es necesario ubicar el tema en lo que creemos deber ser la apertura a una nueva etapa de desarrollo vial argentino, enderezada a impulsar con prioridad los caminos secundarios y terciarios del país, los caminos de tierra.

En términos generales, puede señalarse que la historia vial Argentina comienza orgánicamente con el dictado de la Ley de Vialidad Ley 11.658 del año 1932, que permitió crear en el país una red vial con desarrollos tecnológicos que ubicaron a la Argentina entre los países líderes en el tema.

Durante más de 70 años, con avances y retrocesos, se fue definiendo el sistema vial troncal y los sistemas provinciales principales. Salvo algunos ajustes que faltan, las redes principales están definidas y queda pendiente la determinación de un esquema permanente de mantenimiento y la modernización de ellas a medida que el transito lo justifique.

No obstante ello, hay un sector que requiere el desarrollo: es el sector de los caminos de tierra, nunca considerado con una política racional y permanente.

Si realmente queremos aprovechar los beneficios potenciales de la red básica, nacional y provincial, es necesario generar mecanismos adecuados de alimentación. El papel de alimentadores de esa red básica que permite la vinculación entre las áreas de todo el país es directamente el que juegan en buena medida los caminos terciarios.

Teniendo en cuenta las características de bajo tránsito y grandes distancias de nuestra red básica, es necesario generar un tránsito permanente de alimentación que provendrá, de las grandes ciudades, del exterior del país y de la producción primaria que circula a través de los caminos terciarios.

Esto planteado desde el punto de vista eminentemente vial. Pero el mejoramiento de la red vecinal tiene una importancia económica mucho mayor y trascendente, si lo analizamos con la situación interna del país y las vinculaciones con el mundo globalizado, donde el mercado es precisamente ese mundo.

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

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

Para ello debemos mejorar una malla de caminos que relacione a los caminos principales con los caminos terciarios, etapa que ha deambulado sin política y sin recursos en muchos años.

La primera política del sector fue la Ley Mitre en 1907, que procuraba la construcción de caminos complementarios al ferrocarril, que sirvieran de alimentadores de las cargas ferroviarias. Luego del agotamiento de los recursos de dicha Ley, el desarrollo de estos caminos quedo librado a la buena voluntad del vecindario, de las Comisiones de Fomento, de las Intendencias Municipales, a un esfuerzo totalmente asilado, es decir sin configurar una política orgánica y permanente.

El crecimiento del transporte automotor, y la paulatina pérdida de carga del ferrocarril, plantearon la necesidad de dar organicidad al desarrollo de los caminos alimentadores de la incipiente red de caminos nacionales. Así, durante las décadas del 40 y el 50 se buscaron mecanismos que no llegaron a constituir una política estable para este sector de caminos.

Es a partir del lanzamiento del Plan de Caminos de Fomento Agrícola en 1956 cuando se le da conciencia nacional a la necesidad de ejecutar una política al respecto y se fijan los lineamientos básicos de un exitoso Plan que funcionó correctamente durante las dos décadas siguientes.

Simultáneamente aparecieron intentos de definir Coparticipaciones Viales Municipales en algunas provincias para apoyar este proceso. Los principios básicos de este Plan fueron la intervención de la Comuna y la participación y aporte del usuario o del beneficiario directo del camino.

Los caminos rurales generados y mantenidos en ese período se basaron en el fortalecimiento de la comuna, con una adecuada asistencia técnica y económica por parte de los poderes centrales

Con la participación en la decisión y con la capacidad de acción de las comunas, con una amplia participación de las instituciones y productores de su zona de influencia, se generó dicho sistema.

El otro aspecto importante fue la contribución al desarrollo de este enorme problema argentino por parte de los usuarios y beneficiarios directos del camino que colaboraban materialmente y económicamente en el desarrollo de las obras, ya sea con equipos, con aportes económicos o con cesiones de tierras.

Consecuentemente con ello otro aspecto es la conciencia del beneficiario o usuario directo sobre la preservación del camino.

De acuerdo al principio de subsidiariedad, los problemas son mejor atendidos por los organismos pequeños locales que por los grandes entes centrales, y ello es válido también en lo que se refiere al mantenimiento de los caminos.

Se consiguió en esos años un régimen permanente que, aunque imperfecto, obligaba al poder central y a las comunas a desarrollar en forma conjunta un plan sistemático, orgánico y permanente

Y, así, en todos los Municipios se crearon Comisiones Municipales y en todas las provincias se desarrollaron Consejos Zonales de acuerdo a las prescripciones de la Ley citada que en la práctica resultó ser un instrumento adecuado para el mejoramiento de los caminos rurales, habiéndose ejecutado una significativa cantidad de kilómetros en esos años.

Sin embargo, a partir de 1977 se eliminaron los recursos que se coparticipaban para el desarrollo del Plan y sólo existieron esfuerzos individuales de algunas provincias, que fueron poco a poco desapareciendo.

No sólo se detuvo el crecimiento de los caminos vecinales sino que se produjo una profunda involución, ya que por falta de adecuado mantenimiento, producto de falta de fondos y de soluciones técnicas orgánicas, la transitabilidad de estos caminos fue disminuyendo progresivamente y se llegó en algunos casos a despilfarrar el esfuerzo de generaciones anteriores.

Así las cosas, después de 25 años los caminos rurales se encuentran sin fondos, sin política, sin mantenimiento y sin futuro a la vista, más allá de esfuerzos individuales que se malgastan frente a la falta de una acción mancomunada.



EL PROBLEMA DE LA FALTA DE MANTENIMIENTO

El problema de la falta de mantenimiento de las redes viales es hoy un problema de discusión mundial, dado que la carencia de dicha acción, no considerada importante por los diferentes poderes políticos, termina destruyendo los esfuerzos por desarrollar una red racional de transportes.

Así, en la Edición Final del Boletín Reforma Conservación Vial del mes de noviembre de 2001, la International Road Federation (IRF), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Programa de Cooperación Técnica de la República Federal de Alemania (GTZ); efectúan un resumen de su Programa IRF-CEPAL-GTZ para promover la Reforma de la Conservación Vial en América Latina y el Caribe, al concluir el programa que se había iniciado en el año 1994.

La Reforma de la Conservación Vial, fue llevada a cabo con el fin de cambiar una realidad que mostraba lo siguiente:

a) A partir de la década del 70, comenzó un proceso gradual de destrucción de las redes viales, con el consiguiente aumento de los costos operacionales de los vehículos, que pueden llegar a ser hasta tres veces lo que hubiera costado un mantenimiento efectivo.

b) Los sobrecostos, evitables con una adecuada conservación, representan anualmente entre el 1 y el 4% del PBI, según los distintos países.

c) La raíz del problema está en el sistema habitual de financiamiento y organización de la conservación, puesto que:

a. Es imposible asegurar un flujo adecuado y estable de fondos mediante los procedimientos presupuestarios normales, ya que hay múltiples prioridades y las asignaciones se deciden políticamente de año en año.

b. Los procedimientos y reglas de la administración pública no permiten una gestión eficaz y eficiente, a pesar de los esfuerzos de muchos trabajadores del área vial.

Estas problemas son los que en nuestro país han generado un deterioro creciente en rutas y caminos, pero cuya importancia es fundamental en los caminos terciarios de bajo tránsito, que requieren una acción permanente de Conservación para evitar su destrucción.

En el caso de nuestro país, la desviación de los aportes que los usuarios hacían a través de los impuestos específicos al combustible, que permitieron en el pasado construir la red, generaron partir de los '70 un elemento central en el deterioro de las redes viales.

La desaparición de los impuestos específicos y su reemplazo por una política centralizada del presupuesto fueron fatales para el sector, pues las autoridades económicas no tomaron en cuanta el sobrecosto al sector productivo y ajustaron la inversión en caminos usándola como variable básica de ese ajuste, y considerándola un gasto y no una inversión.

En la visión cortoplacista de las autoridades económicas privó el ajuste de la inversión en vez de encarar reformas para eliminar el verdadero gasto superfluo del Estado.

La Reforma de la Conservación Vial, que propone para la región el citado Boletín se fundamenta en un financiamiento asegurado y oportuno, una gestión que asegure resultados y una institucionalidad efectiva.

El financiamiento se lograría mediante la creación de fondos de conservación vial de segunda generación, que se caracterizan por:



a. Financiarse sobre la base del pago de los usuarios.

b. Entregar como contraprestación un servicio de conservación.

c. Utilizar Sistemas de Gestión efectivos que brinden caminos en buen estado.

d. Contar con la participación de los usuarios para asegurar la eficacia y eficiencia del uso de los recursos.

En cuanto a realizar una Gestión que asegure resultados, la meta es mantener siempre los caminos en condiciones iguales o mejores que las establecidas como apropiadas para las necesidades del transporte.

Por su parte, una institucionalidad efectiva implica que los fondos deben ser administrados por un Consejo de Conservación Vial, ente público con autonomía financiera, administrativa y técnica, integrado por representantes de los sectores público y privado con intereses en los caminos, incluyendo los usuarios.

En resumen, los dos principios básicos de la reforma estarían conformados por:

- poner la Conservación Vial en el ámbito de "pago por un servicio"
- transferir la Gestión de Conservación desde el "ambiente ministerial" a un "ambiente empresarial" de obtención de resultados.

Creemos que más allá de que estas consideraciones están referidas a todas las redes, la aplicación de estos principios a nuestra red de caminos vecinales puede servir para dar un salto cualitativo buscando crear una política efectiva, orgánica y sistemática.

NECESIDAD DE UNA POLÍTICA SOSTENIDA

Convencidos de la validez de lo expresado y con el objeto de provocar un cambio sustancial en la política del mantenimiento de los Caminos que constituyen las Redes Terciarias, proponemos el siguiente Programa de Trabajo que provocara un cambio en la concepción y en los resultados concretos en la red terciaria rural.

Nuestros caminos terciarios, de bajo tránsito, pero fundamentales para las operaciones vinculadas a los productos primarios, tal como se ha dicho, han carecido en los últimos 25 años de una política de fomento y de conservación como producto de la desfinanciación total que produjo en 1977 una medida que eliminaba los fondos a los Planes de Fomento Agrícola establecidos desde 1956.



El camino de salida a la Ruta Nacional Nº 7, en San Andrés de Giles, Provincia de Buenos Aires, es sólo transitable en vehículos 4X4

Con anterioridad a esa fecha se desarrollaron estos caminos bajo impulsos de los propios productores o de políticas de gobiernos provinciales, que no tuvieron la continuidad adecuada.

El comentado decreto ley 9875/56 estableció un plan concreto hacia estos caminos y les dio un esquema de financiamiento y una estructura organizativa descentralizada que permitió un desarrollo adecuado en toda la década del 60 y principios del 70.

El éxito de aquel plan se tradujo en una red estimada de 400.000 kilómetros en todo el país, de los cuales se destacan alrededor de 120.000 kilómetros que se hallan en la provincia de Buenos Aires.

Lamentablemente, a partir de la segunda mitad de la década del 70 el sistema se fue extinguiendo por falta de recursos y por fallas en su sistema institucional, pero en su reemplazo no se estableció sistema alguno y se condenó al sector agropecuario a padecer un sistema de caminos rurales en franca decadencia, perdiendo parte de lo logrado en las décadas del 60 y el 70 y estancando el crecimiento del sistema.

Existieron algunos esfuerzos provinciales como la Tasa Vial en la Provincia de Buenos Aires, asignaciones especiales en algunas provincias (Córdoba, Santa Fe), asignación de una porción del impuesto a los Ingresos Brutos (Chaco), y otras iniciativas afectadas por la situación financiera de las provincias y por la falta de un plan integral que tomara el problema buscando su solución a lo largo del tiempo.

Resulta por demás clara la importancia de contar con un sistema de caminos que resuelva el problema de la falta de transitabilidad permanente de los caminos existentes.

La intransitabilidad permanente o transitoria de estos caminos ocasiona un grave perjuicio a la economía nacional pues afecta la competitividad de nuestros productos, generando un sobrecosto que redunda en una baja en la rentabilidad del productor, dado que por el carácter de fijación de precios de mercado, la mejora o desmejora en la competitividad afectará al productor.

No sólo se produce una imposibilidad de sacar la producción en el momento oportuno, sino que la falta de caminos adecuados obliga en muchos casos a recorridos mayores con el correlativo aumento de los costos y el consiguiente perjuicio derivado del irracional empleo de los medios de transporte con que cuenta el país.

Si nuestro país se plantea una política agresiva de exportación de sus productos primarios, y una baja de los precios de consumo en el mercado interno la necesidad de conseguir redes de caminos agrícolas que tengan una transitabilidad permanente resulta fundamental.

No se trata de soluciones mágicas que se plantean pavimentar irracionalmente toda la red y que finalmente no terminan ni por conservar los caminos existentes en el estado en que se encuentran.

Es necesario establecer un Plan a desarrollar en un largo período de tiempo,

que tome el objetivo básico de lograr transitabilidad permanente a los caminos, con un adecuado y racional mantenimiento, con mejoras progresivas y con pavimentaciones de diferente nivel de acuerdo a los tránsitos y la importancia de los caminos.

Si queremos ejecutar un plan que en un plazo permita obtener beneficios concretos de la movilización de los productos agrícolas, es menester aunar la capacidad realizadora de la Nación, las provincias y las comunas, con la participación de los propios productores interesados, en el aporte y la auditoria del uso de los recursos asignados.

Este plan debería tener una ejecución lo mas descentralizada posible, pero con una planificación y una auditoria técnica centralizada en el ámbito provincial que defina los criterios técnicos, ayude a encontrar soluciones a los problemas técnicos y señale los errores para conocimiento de los productores y los necesarios cambios que resulten de ello.

BASES PARA UN PLAN DE CAMINOS RURALES

Diferentes instituciones y técnicos se han reunido tratando de analizar la viabilidad de un plan que ataque los problemas que hoy existen en los caminos agrícolas afectados fundamentalmente por la falta de transitabilidad permanente.

Por ello hemos analizado la posibilidad técnica y financiera de generar una política sustentable a lo largo del tiempo que permita cambiar radicalmente la situación.

Para ello se ha tomado metodológicamente el problema buscando mecanismos técnicos de solución con sus distintos costos, un análisis de la viabilidad financiera que permita conseguir sustento financiero, atento a la importante mejora en la economía que producirá el éxito del plan, y un esquema institucional que permita aprovechar al máximo los recursos sin perdidas en aparatos burocráticos.

ASPECTOS TECNICOS

Se ha tomado la totalidad de la red dividiéndola en módulos de 10.000 kilómetros, sobre los que se ha efectuado un análisis de costos necesarios para diferentes tipos de soluciones técnicas.

En primer lugar, se ha considerado la necesidad de una conservación programada de lo existente, de forma tal de mantener no sólo en los momentos críticos sino generar una acción permanente sobre la totalidad de los caminos. Ello de por sí generará un mejor uso de los recursos existentes y, en el tiempo, una mejora del estado general de la red.



Camino a Gouin, Partido de Carmen de Areco, Provincia de Buenos Aires. El caballo y el sulky se han vuelto a convertir en vehículos privilegiados para recorrer el campo.

Para ello se determinan costos y esquemas de repaso y mejoras de la red a lo largo de cada año, de forma tal de homogeneizar el estado de la red.

Por su parte, sobre el 30% del módulo se plantea el entoscado total del camino y mejoras adicionales que tendrá no solamente una conservación adecuada, sino la transitabilidad asegurada.

Además, con el criterio general que cada comuna debería jerarquizar sus caminos rurales se propone que un 10% del módulo tenga una solución de pavimentación definitiva, ya sea en hormigón o en pavimento flexible o las múltiples soluciones que la experiencia técnica hoy ofrece.

De esta forma, sobre el total de caminos considerados tendríamos una conservación adecuada para toda la red, una mejora en el 30 % de la misma y otro 10% con una solución total pavimentada.

La conservación será permanente a lo largo de todo el plan y de deberá determinar el plazo que se toma para las otras dos tareas, estimándose como racional plantearse un período de 10 años.

ASPECTOS FINANCIEROS

El plan con un criterio integral requiere una asignación de fondos del orden de los $ 31 millones anuales para un módulo de 10.000 Km.

Esta inversión se discrimina en $ 10,2 millones anuales para la conservación de rutina, $12,7 millones para un plan de conservación mejorativa que incluye la construcción de 3.000 Km de entoscado y $ 8,1 para la construcción de 1.000 kilómetros de pavimento en un período de 10 años.

Esto implica que, considerando la totalidad de caminos relevados en el país del orden de los 400,000 Km, la concreción de un plan a ejecutar en 10 años implicaría la siguiente necesidad financiera anual:

- Conservación rutinaria sobre 400.000 km: $ 408 Millones

- Mejoramiento y entoscado sobre 120.000 km: $ 508 Millones

- Pavimentación de calzadas sobre 40.000 km: $ 325 Millones

- Total general del país: $1.241 Millones

La financiación de un plan de esta magnitud debe tomar en cuenta los beneficiarios directos e indirectos de las mejoras y las posibles fuentes de recursos considerando que dada la presión ya existente no

es posible una generación masiva de nuevos recursos, sino que por el contrario es necesario una reasignación de los recursos existentes.

A tal efecto, consideramos necesario que la Nación, en tanto jurisdicción interesada en una mejora en la competitividad de nuestros productos, asigne una porción de las retenciones agropecuarias que se perciben y que son generadas por los mismos productores. Ello implicará que los productores, mientras subsista el sistema de retenciones, no sólo financien el gasto general de la Nación, sino que contribuyan a la solución de los problemas de transporte de sus productos.

El campo argentino realiza anualmente importantes aportes en concepto de impuestos y tasas nacionales, que contribuyen al sostenimiento del aparato del Estado y al cumplimiento de sus funciones. En retenciones agropecuarias se le sustrae al campo 2500 millones al año, el aporte de la Tasa al Gas oil es de más de 400 millones, y los aportes a las ganancias y al patrimonio neto suman importantes cifras.

Por lo tanto, se estima que frente a tal aporte y al interés de la jurisdicción nacional de apoyar la mejora de los caminos, un retorno de 400 millones a los productores, que irá acompañado con aportes propios de los recursos provinciales y comunales, no implica un aporte sustancial para la Nación. Aun si se eliminaran las retenciones agropecuarias el aporte mencionado no sería importante en términos de la recaudación general del país.

Otro recurso generado por los mismos productores es el impuesto inmobiliario rural, que en el caso de la Provincia de Buenos Aires es de $ 160 millones al año, y se estima que para todo el país es de $ 400 millones. En este caso, y teniendo en cuenta la importancia del sistema de caminos rurales, se propone un uso del 75% de dicho impuesto con esta finalidad.

Finalmente, como este plan será un convenio entre la Nación y las provincias, éstas deberían unificar los diferentes cargos que como tasa vial, parte de impuestos, etc., se le formulan a los productores. En este caso, se propone generar un sistema con un promedio de 5 pesos por hectárea como tasa vial para el desarrollo los caminos rurales.

Se han considerado para el cálculo las explotaciones agropecuarias registradas en el Censo Agropecuario Nacional 1988 (ultimo publicado), que en el nuevo censo en marcha sería mayor. Se han considerado las superficies implantadas de cultivos, las pasturas naturales, los bosques y montes naturales y las superficies aptas no utilizadas.

La conjunción de recursos podría generar el siguiente esquema financiero:

- Aportes del Estado Nacional: M 400.

- Impuesto inmobiliario rural (75%): M 300

- Tasa Vial(100% Recaudación): M 825

- Total: M 1525

Existirían alternativas de financiamiento puntuales en el caso de productores interesados en contar con caminos de tránsito permanente para acceder a sus propiedades, con los cuales se podría implementar un plan para que dichos productores contribuyan con el 50% del costo, el que les sería devuelto en 5 o 10 años rebajando lo que pagan en concepto de impuesto inmobiliario. La ejecución de estas obras con financiación parcial directa por parte de los productores, encuadrada dentro del Plan Director de cada Municipio, tendría prioridad sobre las demás con comienzo inmediato.

MECANISMO INSTITUCIONAL

Teniendo en cuenta que la propuesta implicará un esfuerzo de distintas jurisdicciones sobre la base de los aportes de los productores, se estima conveniente generar un mecanismo flexible y descentralizado de ejecución con los controles adecuados por todas las partes intervinientes.

En el caso de la Nación, su intervención estará dada por depositar en la cuenta específica de las provincias adheridas los importes correspondientes a las retenciones acordadas. Por su parte, participará en el Comité de Auditoría Anual verificando el uso eficiente y racional de los recursos al cumplimiento del Plan.

Las provincias deberán disponer el envío del impuesto inmobiliario rural a las unidades ejecutoras del Plan y generar los mecanismos institucionales para el cobro de la Tasa Vial participante del Plan.

Asimismo, la Dirección de Vialidad de cada Provincia formulará un Plan General en donde se efectúen las recomendaciones técnicas a seguir por los ejecutores, actuando como fuerza de apoyo técnico de los mismos y participando en las Auditorías anuales que deberá tener el sistema.

Los Municipios, Comunas o entidades menores a decisión de las Provincias serán las unidades ejecutoras del Plan. Esta entidad ejecutora deberá estar formada por las autoridades comunales y por representantes de entidades agropecuarias en la zona. Deberán preparar los Planes Anuales de ejecución, definiendo diferen-



En Tuyutí, Partido de San Andrés de Giles y zona lechera por excelencia, las huellas del camino a menudo impiden trasladar la leche desde los tambos

tes jerarquías de caminos, el esquema de conservación de rutina, las mejoras en los diferentes caminos, y las modificaciones sustanciales en parte de los mismos.

Con los fondos transferidos y los aportes locales constituirán un fondo cuyo único destino será la aplicación a inversiones generadas por el Plan de Caminos Rurales de su jurisdicción.

Cada comuna o unidad de ejecución deberá definir un Plan Director, que defina e instrumente un adecuado modelo de gestión de la conservación de aplicación plurianual, con la participación de los usuarios, a través de sus organizaciones representativas.

Anualmente presentarán una Rendición de Cuentas que deberá ser considerada por los representantes de las entidades agropecuarias de su jurisdicción.

Las diferentes partes del sistema determinarán el tipo de sanciones para el incumplimiento de los planes o el desvío de fondos hacia otras actividades, con la posibilidad de llegar a la suspensión de asignación de fondos u otro tipo de sanciones

RESULTADOS CONCRETOS DEL PLAN

De llevarse a cabo el Plan en los 400.000 kilómetros de la Red Terciaria, tendríamos como resultado final:

a) Una conservación adecuada en 240.000 kilómetros que seguirán siendo caminos naturales

b) Calzadas entoscadas o enrripiadas en 120.000 km.

c) 40.000 km de nuevos pavimentos.

El plan generaría una revolución en el campo de los caminos rurales y sería un elemento de trabajo de Pymes de construcción locales, dadas las características de las obras.

Mas allá de las consideraciones cualitativas, los nuevos caminos pavimentados serían equivalentes a los actuales caminos pavimentados de jurisdicción provincial y permitirían que si este plan se complementa con acciones en las rutas provinciales, se genere una red de tránsito permanente en casi todo el país.

RENTABILIDAD DEL PLAN

Si bien los beneficios para el país serían cuantiosos, estudios realizados en oportunidad de la realización del Congreso Nacional de Caminos Naturales organizado por la Asociación Argentina de Carreteras en 1995, determinaron una Tasa Interna de Retorno del 25%, con una relación beneficio - costo del 1,42, con parámetros mucho más rígidos que los actuales.

La actualización de dicho estudio determina tasas aún mayores que marcan que la inversión no sólo es factible económicamente sino que, comparativamente con proyectos alternativos, sería la de más alto rendimiento.

BENEFICIOS ECONOMICOS Y SOCIALES

Del estudio mencionado (realizado por el Ing. Queijillaver y equipo) se describen algunos beneficios sociales y políticos.

Entre ellos se mencionan:

a) Mejoramiento de la calidad de vida de la población de la zona de influencia por un acceso fluido a prestaciones y servicios esenciales como: salud, educación, seguridad, etc.

b) Reducción de la migración interna y consolidación del asentamiento de la población en zonas rurales.

c) Aumento de la integración política, social e institucional del área que se ven influenciadas por el proyecto.

d) Revitalización de la producción debido a una modificación de los factores productivos.

e) Mayores inversiones en las industrias locales y aumento en la capacidad instalada.

f) Mejoramiento de la calidad general de los productos y producción acorde a los estándares internacionales y normas de calidad acordadas en el marco del Mercosur.

g) Ventajas para la instalación de electrificación rural, telefonía, etc.

h) Incorporación de nuevas líneas de negocios.

i) Disminución del riesgo económico en las diferentes producciones primarias.

j) Valorización de los predios.

En cuanto al aspecto fiscal se destacarían:

A) Aumento de la percepción de impuestos derivados del mayor tránsito de carga por la red terciaria y secundaria.

B) Aumento de la percepción de impuestos derivados del incremento de la actividad.

Aumento de la percepción del impuesto inmobiliario por un incremento del valor de las tierras (revalúo inmobiliario)



En algunas localidades sólo los tractores pueden transitar los caminos anegados. Los camiones no pueden arriesgarse a trasladar la cosecha y los campos sufren un aislamiento creciente.



POR UN 2003 SIN AJUSTE EN EL SECTOR VIAL

La Asociación Argentina de Carreteras confió en que el recambio de gobernantes sea una oportunidad propicia para incrementar la inversión pública y lograr un sistema de transporte más racional

La Asociación Argentina de Carreteras realizó su habitual almuerzo de camaradería para despedir el 2002, un año difícil para el sistema vial y manifestar sus deseos de un año nuevo próspero y beneficioso para el sector. Participaron del evento la Junta Directiva y el Consejo Directivo de la Asociación y autoridades, entre las que se encontraban el Ing. Julio Montaña, Administrador General de la DNV, el Ing. Carlos Hidalgo, Director del OCCOVI, y el Ing. Aldo Roggio, Vicepresidente de la CAC.

Dado que el Pdte. de la AAC, Lic. Miguel Salvia, no pudo estar presente por un problema de salud, el Vicepresidente Ing. Jorge Ordóñez fue el encargado de leer el discurso enviado por el titular de la entidad. En primer lugar, señaló que en 2002 el sistema vial fue "golpeado por el mantenimiento de una política de ajuste de la inversión publica que ha llegado a atrasos gravísimos para el sector y que ha implicado una grave desinversión".

No obstante la gravedad de la crisis, Ordóñez destacó que la conmemoración del 50º aniversario de la Asociación fue una forma de demostrar que el sector está dispuesto a aportar ideas para lograr que la opinión publica y los gobernantes entiendan la necesidad de definir una política estable en relación al sistema de transporte vial y su infraestructura. En este sentido, felicitó a la Comisión Organizadora del Cincuentenario, presidida por el Ing. Balcells, por las tareas realizadas para lograr un festejo activo del aniversario. Al respecto, indicó que los Seminarios de Experiencias Internacionales en Seguridad Vial y de Planeamiento de la Infraestructura y Coordinación del Transporte han significado importantes aportes de la experiencia internacional a nuestro país. Asimismo, subrayó que la emisión del sello postal conmemorativo y la próxima aparición del Libro del Cincuentenario son hitos e en la historia de la institución.

Por otra parte, Ordóñez mencionó los futuros aportes que la Asociación realizará en el futuro. En este sentido, informó que se ha convocado a los principales especialistas en Seguridad Vial para definir un Plan Estratégico en Seguridad Vial, que próximamente será presentado con la intención de darle previsbilidad y profesionalidad a un campo que ha tenido avances y retrocesos. "La AAC, en conjunto con la Cámara de Consultores y diversos profesionales, ha creado una Comisión de Caminos Terciarios y pronto ofrecerá a las instituciones del campo y a las autoridades



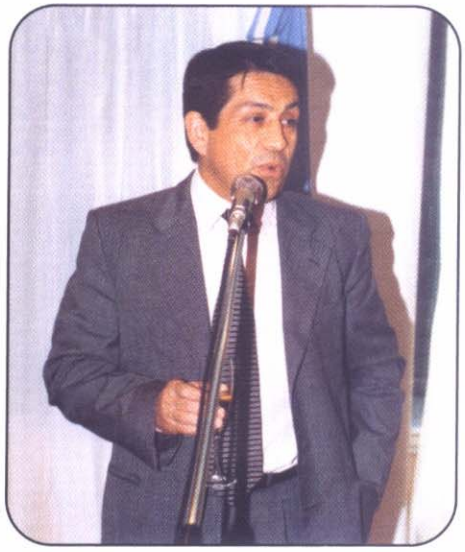
Ing. Nicolás Berretta, Ing. Aldo Roggio, Ing. Julio Montaña, Ing. Jorge Ordóñez, Dr. Obdulio Barbeito e Ing. Carlos Hidalgo.

una propuesta que tome el problema con la seriedad que merece", afirmó.

Del mismo modo, el vicepresidente de la AAC destacó la participación de la Asociación, junto con la Cámara de la Construcción, la Cámara de Consultores y el Centro Argentino de Ingenieros, en la presentación de un programa Transitorio de Infraestructura.

"Hemos participado expresando nuestra opinión sobre la necesidad de redefinir el sistema vial argentino en diversos foros e hicimos escuchar nuestra opinión en diversas iniciativas en el Congreso de la Nación -afirmó-. Muchas veces nos sentimos desanimados frente a la miopía de quienes tienen que legislar y decidir y no ven las consecuencias de su inacción, perjudicando a los ciudadanos y desaprovechando los beneficios que el sector vial puede aportar a la lucha contra la pobreza".

Ordóñez confió en que el recambio de gobernantes en el país sea una oportunidad propicia para acercar ideas y propuestas concretas que permitan que los futuros gobernantes entiendan la importancia de un sistema de transporte racional más allá de las urgencias del momento. "El desafío será insistir en todos los niveles de la sociedad con nuestro pensamiento y frente a la chatura de algunas propuestas, ofrecer racionalidad y sentido común a las mismas", concluyó.



El Administrador Gral. de la DNV, Ing. Julio Montaña, fue el encargado del brindis final



Ing. Jorge Ordóñez, Vicepresidente 1º de la Asociación



CONSTRUCCION: EL CAMINO DE LA REACTIVACION

En el marco de su 50º Convención Anual, la Cámara Argentina de la Construcción lanzó el Plan Posible por etapas bajo el lema "La construcción: un instrumento de salida de la crisis"

El economista Carlos Melconián, director de la consultora M&S y coautor del "Plan Posible" de la Cámara Argentina de la Construcción, explicó las consideraciones principales del proyecto de la CAC que prevé, entre otras cosas, redefinir el marco regulatorio y tarifario de las empresas de servicios públicos privatizados y aprovechar al máximo las obras de infraestructura que se financian con capital privado.

El "Plan posible" se ha concentrado específicamente en el período 2003-2007 y contempla una propuesta integral con medidas de aplicación integral y simultánea al primer día de gobierno. Este paquete de reglas básicas comprende un programa fiscal y monetario para una economía estable; apoyo al sector productivo y mercado de capitales; reformas fundacionales para marcar el rumbo de largo plazo; institucionalidad monetaria; un nuevo sistema financiero y Carta Orgánica del Banco Central; apoyo al sector productivo; reforma tributaria y del Estado, entre otras medidas.

Melconián aclaró que debe evitarse la visión de un plan sectorial para la construcción, ya que "ninguna política de construcción por más masiva o permanente que fuera, o más o menos intervencionista que sea, resulta exitosa sin un entorno macroeconómico sustentable a futuro, un marco institucional creíble, con respeto a los derechos de propiedad, y un rumbo político cierto". No obstante, destacó el papel fundamental que deberá cumplir la construcción en los próximos años para la reactivación y la consolidación de la tasa de crecimiento económico en la la Argentina.

Entre otros conceptos, el economista afirmó que la propuesta de la Cámara Argentina de la Construcción se deriva del financiamiento interno, de modo tal que estimó necesario que la próxima administración genere un alto nivel de confianza. "Este vacío de mediano plazo con el que inexorablemente va a convivir la Argentina va a requerir de un puente con dos andariveles: un paquete de reglas básicas a respetar a rajatabla y que siente las bases de una nueva política para el sector de la construcción y una escalera de financiamiento implícita que permita sortear en el corto plazo el corte del crédito y el desorden presupuestario que tiene el país".

Melconián señaló que el objetivo del plan por etapas es triple. En primer lugar, debe tender a niveles estables de inversión pública, de menos del 2% del PBI; luego, debe canalizar al máximo el ahorro interno institucional y el financiamiento de los organismos internacionales; por último, debe crear instrumentos para potenciar el crédito hipotecario y difundirlo a la mayor cantidad de capas de la población. En cuanto a las reglas básicas, consideró fundamental la necesidad de "recomponer la red de seguridad jurídica y contractual en Argentina, que rompieron la devaluación y pesifica-



El Lic. Carlos Melconián estuvo a cargo de la presentación

ción de los contratos".

Asimismo, instó a buscar una unidad de cuenta que cumpla la doble misión de proteger el poder adquisitivo de los ahorristas y de mantener las deudas en términos reales.

Respecto a las reglas presupuestarias, el economista puntualizó que el gasto de capital presupuestario debe recuperar el terreno perdido y crecer más rápido que el gasto corriente. En este sentido, planteó los siguientes objetivos para el período 2003-2007: llegar a un gasto público en inversión de no menos de 2 puntos del PBI; independizar los fondos para la obra pública dentro del presupuesto, evitando que se reduzcan en los momentos de crisis; acotar a las provincias el circuito de libre disponibilidad presupuestaria de transferencias de gasto de capital para gasto corriente; dar prioridad junto al gasto social al aumento del gasto en capital en la medida en que vayan apareciendo holguras fiscales con reglas predeterminadas; y reorientar la totalidad de la recaudación del impuesto a los combustibles a gastos de capital.

En el apartado de las reglas fiduciarias, Melconián instó a no perforar los fondos fiduciarios a través de contribuciones al Tesoro por la vía de la Ley de Presupuesto y a tender a la reducción del uso de fondos de infraestructura para subsidiar tarifas.

Entre las reglas con los organismos internacionales, subrayó la importancia de financiar con el crédito de organismos internacionales gastos de capital y no gasto corriente; concentrar especialmente la asistencia en los sectores más humildes; encontrar la forma en que el Banco Mundial pueda garantizar certificados o bonos emitidos por fondos fiduciarios; reorganizar el sistema de administración y control de la asistencia crediticia del BID y el Banco Mundial.

En materia de vivienda, el "Plan posible" propone tender a una política integral de vivienda. Con este objetivo, plantea limitar la política de entrega de viviendas llave en mano del FONAVI con recupero de fondos casi nulo, exclusivamente para las familias más carentes. El resto del esquema tendería gradualmente, acuerdo político mediante, a un subsidio 100% concentrado en la tasa de interés y un crédito para aquellas familias que puedan pagar el resto de la cuota.

También se deberá abaratar el costo de construcción de las viviendas, erradicando las deficiencias de gestión y reforzando los controles, y desarrollar mecanismos de leasing habitacional para los grupos de ingresos bajos y medios bajos, que no tienen ahorro previo pero que pueden pagar un alquiler.

Para aprovechar al máximo las inversiones privadas, el proyecto propone redefinir el marco regulatorio y tarifario de las empresas de servicios públicos privatizados para encauzar la inversión y el mantenimiento en nuevas obras.

A valores constantes y descontando la inflación, la meta cuantitativa del plan es llegar a un aporte de 7500 millones de pesos de aporte del gobierno nacional hacia 2007, más 2500 millones a medida que se afiance el aporte de las AFJP. Esto significaría superar el 2 % del PBI.

La escalera de financiamiento se estructura sobre una base conservadora y supone un crecimiento económico en torno al 3,5 % promedio anual en términos reales para el período 2003-2007. El plan prevé la construcción de 70 mil viviendas por año, el doble de lo que el sector público venía haciendo vía FONAVI, y la creación de 1,7 millón de puestos de trabajo, a razón de 340 mil por año.

En conclusión, el "Plan posible" es una herramienta que postula un impacto económico positivo innegable. Sin embargo, tal como indicó Melconián, sólo podrá llevarse a cabo de la mano de una estabilidad macroeconómica y una actitud innegociable en materia monetaria y fiscal para destrabar la inversión privada en construcción y reactivar el resto de la economía.



Una nutrida concurrencia colmó la sala del Teatro General San Martín



El Ing. Baglietto destacó la importancia del "Plan Posible" para reactivar la construcción

LA INFRAESTRUCTURA VIAL COMO PILAR DE LA ECONOMIA

El Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras realizó una presentación sobre la obra vial en la 50º Convención Anual de la Cámara Argentina de la Construcción

En el marco del panel denominado "La obra vial, hidráulica y de vivienda privada y pública", el Lic. Miguel Angel Salvia inició su disertación sobre la obra vial con una afirmación tajante: "la infraestructura vial es el cuello de botella para el desarrollo de una política agresiva de exportaciones y una mejora efectiva en la competitividad de la economía". Al respecto, destacó la importancia que en los costos del transporte tiene la infraestructura vial, dado que en la actualidad nuestros productos en general operan como commodities en los cuales el precio transaccional no está fijado por la oferta o demanda interna, sino por otros factores. Por esta razón, explicó, la mejora o el sobrecosto en el precio del transporte incide directamente en el productor y le quita competitividad y esto también rige para los productos del mercado interno, dado que el encarecimiento en los costos de transporte implicará perdida para el productor o para los usuarios finales internos.

Teniendo en cuenta que todo el sistema de transporte argentino se basa fundamentalmente en el sistema carretero, Salvia señaló que la participación porcentual en el valor agregado del transporte terrestre es de cerca del 90% en transporte carretero y que en la incidencia intermodal siguiente se puede ver que para el año 2000 el modo de transporte carretero representaba el 81% de las cargas transportadas medidas en toneladas/kilómetro, lo que implica una supremacía absoluta sobre los restantes modos de transporte.

"La intermodalidad en Argentina es muy baja y evidentemente el sector fundamental sobre el que descansan todas las transferencias en el sistema de transporte es el sistema carretero, un sistema que por sí solo genera ingresos muy importantes que fueron de 20 mil millones de pesos en el año 2000 –indicó-. Este sector está gravado en un promedio superior al del resto de la economía y se supone que ese gravado es justamente para darle y otorgarle un sistema de infraestructura suficientemente lógico como para que el transporte sea eficiente". El presidente de la AAC admitió que, si bien es necesaria mayor intemodalidad, sólo se va a lograr con la mejora en la operación de los demás medios y no con la degradación del medio vial, lo que obviamente genera pérdidas para la economía.

Salvia puntualizó que el sector estatal le ofrece al sector de transporte carretero, vía la obra vial, una red de caminos de 230 mil km, compuesta de 38 Km mil de red nacional y 191 mil de la red provincial, a lo que hay que sumar cerca de 400 mil km de caminos rurales, que hoy se transforman en una base muy importante para la salida de nuestros productos primarios. "Hemos calculado que el costo de reposición de esta red a valores actuales está en los 112 mil millones de pesos y existen parámetros internacionales que indican que el mantenimiento de una red debe ubicarse entre el 1,5 al 2% del valor del capital –aseguró-. El nivel mínimo de mantenimiento, al que habría que sumar los incrementos de capital necesarios, debería ser 1680 millones de pesos actuales, ya que cifras menores implicarían degradación del capital".

Salvia lamentó que en los últimos 20 años la inversión vial promedio entre mantenimiento y obra nueva, incluyendo estudios y expropiaciones, ha sido de 1370 millones, es decir muy inferior al promedio necesario para un buen mantenimiento de la red. Por su parte, el promedio de los últimos 5 años, tomando inversión nacional y provincial, ha estado en los 983 mi-



Lic. Salvia: "La infraestructura vial es el cuello de botella para el desarrollo de una política agresiva de exportaciones y una mejora efectiva en la competitividad de la economía".

llones y el del año 2002 en 760 millones. "Si pensamos que de estos importes menos del 50% se destina a mantenimiento, entendemos el actual estado de la red y el deterioro del sistema de transporte en general".

En cuanto a las consecuencias de la falta de inversión, el presidente de la AAC mencionó el envejecimiento prematuro de la red por mantenimiento incorrecto, que aumenta en el orden del 35%, y la transitabilidad permanente que alcanza sólo el 43% de la red. "De continuar el ritmo de pavimentación de los últimos 20 años, recién en el año 2061 se lograría concretar un objetivo de mínima como es el de pavimentar el resto de la red nacional y sólo la red primaria provincial", afirmó.

Salvia consideró que la falta de accesibilidad permanente genera la necesidad de modernizar la red y diseñar una política preventiva de mantenimiento, ya que los problemas del sector vial son la consecuencia de la falta de una planificación integral y la ausencia de una financiación mínima y ordenada. "Esta falta de decisión de invertir en caminos se encuentra en datos tales como que el 50% de nuestro territorio se encuentra a más de 10 Km de un camino transitable y el 28% a más de 20 Km de distancia, lo que hablan de la ineficiencia de un sistema sobre el que se apoya el sistema de transporte argentino".

Desde este punto de vista, recordó que hace tres años la Asociación Argentina de Carreteras presentó un programa tentativo que proponía una gran inversión de 86 mil millones para lograr que la red de caminos alcance al 80% del nivel que países como Australia o Canadá tenían en 1995. "Si bien mantenemos este plan pensamos que la situación coyuntural indica plantearse otras cuestiones -señaló-. Sin embargo, creemos que el problema central radica en que durante 20 años la inversión vial ha sido insuficiente, ha sido imposible mantener la red y el crecimiento ha sido prácticamente raquítico".

El titular de la AAC instó a generar un rediseño completo de la red vial argentina, que debería abarcar tanto la definición de las redes, un esquema de generación y asignación de recursos y los mecanismos de gerenciamiento del sistema. En cuanto a la definición de las redes, consideró necesario cambiar el criterio jurisdiccional por un criterio funcional y definir claramente una red troncal principal, con corredores bioceánicos, los principales corredores de exportación, los accesos a los puertos principales, para lograr una red de alta velocidad, sin ingresar a cascos urbanos. También propuso la existencia de una red troncal secundaria con los corredores de segundo nivel, igualmente una red regional primaria y secundaria, y la incorporación de la red de caminos terciaria en la política vial.



El Lic. Salvia participó del panel ""La obra vial, hidráulica y de vivienda privada y pública"

"Creemos que hay que cambiar el esquema de financiamiento, porque en el sector vial ha quedado claro que el sistema de caja única ha sido un fracaso -aclaró-. No ha sido posible mantener políticas estables de fondos y, por lo tanto, creemos que hay que desarrollar un sistema donde se plantee tanto ingresos directos, el que pasa paga o el que se beneficia paga, como indirectos, por el sistema solidario de impuestos y tasas de los combustibles o el ingreso al parque automotor, con resguardo fiduciario respecto de estos fondos".

Salvia planteó como innovación importante la asignación de recursos mediante la división de los umbrales de inversión en cuatro fondos básicos: un fondo básico de conservación de rutina, un fondo de reposición de caminos, un fondo de expansión de la red y un fondo de caminos agrícolas y mineros. Asimismo, propuso trabajar en la Nación y en las provincias con acuerdos programas, un monitoreo externo de los organismos viales, una readecuación y un replanteo periódico de sus niveles, sin necesidad de que sean homogéneos en todo el país.

Por otra parte, señaló que el fondo de expansión y mejora requiere una evaluación mucho más firme que la actual, sobre todo tomando las externalidades que en el caso de la obra vial son muy importantes y normalmente no son tomadas en cuenta. "Aquí debería determinarse claramente el umbral mínimo de fondos de expansión y determinar si es con fondos públicos o con fondos privados o con fondos mixtos", explicó.

Salvia subrayó la importancia de tener en cuenta los fondos de caminos agrícolas y mineros, dado que la política tiene que orientarse a mejorar la transitabilidad. En este sentido, mendionó los recursos posibles, tales como parte de la devolución de las retenciones que hoy paga el sector agropecuario y minero, una asignación de parte del impuesto inmobiliario rural, una porción del impuesto al gasoil, la contribución por mejoras, una supervisión técnica nacional y provincial y una ejecución municipal o menor con un control muy fuerte de los usuarios.

En cuanto a los mecanismos de gerenciamiento, instó a lograr una planificación conjunta entre Nación y provincias, una activa participación de la actividad privada en la gestión y en la ejecución y una reingeniería de los organismos viales, tendiendo a la independencia técnica, la gestión por objetivos, las mediciones de rendimiento y auditorías de la sociedad, planteadas como auditorías de los que usan el camino, de los que construyen el camino y de los que son parte de la actividad del camino.

Con respecto a las políticas inmediatas, propuso fijar la prioridad y el centro de gravedad en la política de mantenimiento, ya sea a partir del sistema de concesiones, ampliándolo en la medida que sea posible, o por los contratos de gestión de mediano y largo plazo, que consideró que deberían ser generalizados. Agregó, además, la utilización de los préstamos externos existentes, el desarrollo de proyectos que aseguren un uso creciente de mano de obra y rentabilidad económica social de corto plazo, una planificación indicativa y el énfasis en políticas concretas en el plan de caminos rurales y mineros.

"Si no hay decisión del Estado para encarar eficazmente la obra vial y el sector vial, realmente volvemos a la afirmación que dijimos en la primera parte: la infraestructura vial es el cuello de botella de una política agresiva de exportaciones y una mejora efectiva en la competitividad de la economía -aseguró-. Sin caminos estamos convencidos de que no habrá desarrollo económico sustentable".

LA NECESIDAD DE FINANCIAR OBRAS

En la 50º Convención Anual de la CAC, el Presidente del Fondo Fiduciario Federal de Infraestructura Regional, Sr. José Arturo Estabillo, brindó un panorama de las funciones del organismo que preside y de los logros obtenidos hasta el momento

Como parte del panel denominado "La obra vial, hidráulica y de vivienda privada y pública" el Sr. Estabillo ofreció una presentación exhaustiva de las acciones realizadas por el Fondo Fiduciario Federal Regional y de las expectativas para el futuro. En primer lugar, explicó que se trata de un organismo extrapresupuestario y autárquico creado en 1997, que se desarrolla en el ámbito de la Secretaría General de la Presidencia de la Nación, con un presupuesto anual que no excede los 3 millones de pesos. Está integrado por un consejo de administración constituido por cinco miembros, dos que representan a las jurisdicciones provinciales, dos que representan en esta oportunidad a la provincia de Entre Ríos y a la provincia de Buenos Aires, y un representante de la Cámara Argentina de la Construcción.

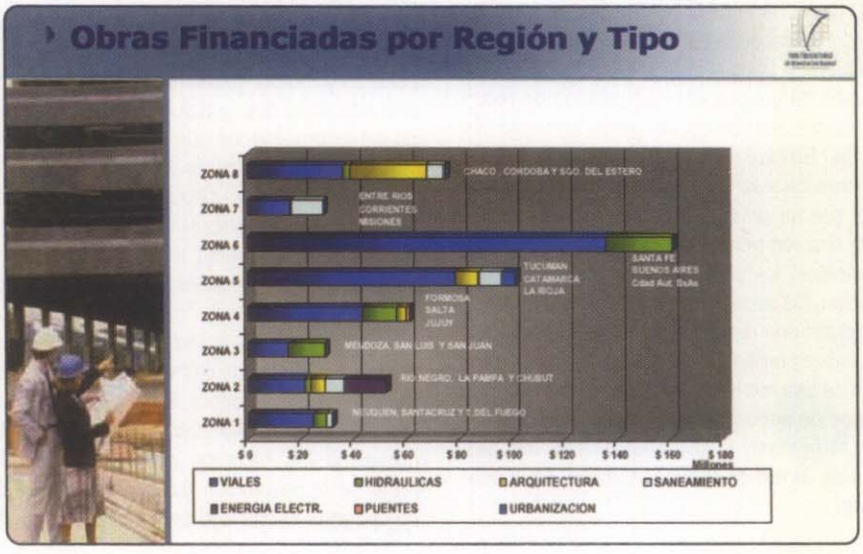
Estabillo aclaró que a través de un decreto reglamentario se ha establecido que el Fondo Fiduciario Federal no toma decisiones en algunos aspectos, como por ejemplo en el caso de la capitalización, que depende de una decisión del presidente del Fideicomiso, representado en la figura del Secretario de Finanzas del Ministerio de Economía de la Nación. "La capitalización del Fondo Fiduciario se inició con un crédito puente, que posteriormente se reemplazó por la venta de acciones del Banco Hipotecario Nacional, que generan un recurso inicial del Fondo Fiduciario del orden de 280 millones de pesos –indicó-. Si le sumamos a esto los dividendos recibidos por el Banco Hipotecario Nacional, algo así como 105 millones, un pequeño aporte del Estado Nacional, más una operación de pase celebrada por nuestro fideicomiso con el Banco de la Nación Argentina, logramos reunir un fondeo total del orden de los 430 millones de pesos".

El presidente del organismo informó que el fondo fiduciario a la fecha ha suscripto créditos en todo el país por una cifra de aproximadamente 530 millones, de los que ya se han desembolsado 440 millones de pesos y restan unos 90 millones. "Muchas obras, fundamentalmente viales, se han llevado a cabo en las jurisdicciones provinciales con financiamiento del Fondo Fiduciario, y fundamentalmente destaco el puente Rosario-Victoria, donde el año pasado nuestro Fondo Fiduciario asistió al propio Estado Nacional con una cifra que supera los 120 millones de pesos".

Estabillo admitió que cuando se trató la ley de creación de este fondo se pensaba generar una masa de recursos en una cifra que superara los 2500 millones de pesos, pero los cálculos más optimistas estiman que cuando se terminen de vender las acciones el fondo fiduciario obtendrá una cifra cercana a los 1000 millones, teniendo en cuenta la diferencia por el 28% ya vendido. "El Fondo Fiduciario ha financiado a la fecha algo más de 120 obras desde su inicio, hoy tenemos aproximadamente unas 30-35 obras en ejecución, hemos inaugurado más de 90 obras, muchas de ellas ya han sido culminadas pero no inauguradas, y tenemos además un banco de proyectos que están aguardando la aprobación para ser financiadas por nuestro organismo por un monto que supera los 110 millones de pesos", afirmó.

El presidente del Fondo aseguró que las obras más importantes que han financiado son las obras viales (que representan aproximadamente un 56%), obras de arquitectura urbana, obras hídricas, y en menor escala obras de saneamiento, escuelas, hospitales y puertos. "El Fondo Fiduciario Federal tiene un fuerte compromiso con el país y nuestros objetivos apuntan fundamentalmente a asistir a los estados provinciales y al Estado Nacional para financiar obras –señaló-. En segundo lugar, queremos producir una alta generación de ocupación de la mano de obra desocupada que sabemos que es muy elevada y, en tercer lugar, pretendemos generar condiciones socioeconómicas mejores para la sociedad argentina".

Fondo Fiduciario Federal de Infraestructura Regional





El resultado final es emocionante.

¿Qué pasa cuando cuestionamos el objetivo final de nuestro trabajo? Aparecen verdades más ambiciosas. En nuestro caso, encontramos que hay mucho camino más allá de los productos tipificados. Que todavía no llegamos a lo máximo. Que se puede seguir innovando. Y aquí está nuestro principal diferencial: la innovación permanente. ¿Qué pasa cuando nos proponemos unir personas, ciudades o culturas? Sinceramente, el resultado final es maravilloso.
Es un orgullo hacer caminos.

Cementos asfálticos, asfaltos diluidos, emulsiones asfálticas y asfaltos modificados.

PECOM
Asfaltos Viales
Más allá del camino.

Pecom Energía S.A.: Ruta 11 km 331 (S2200FXB) San Lorenzo. Santa Fe. Argentina. Tel.: (03476) 438280/142. Fax: (03476) 438109

LA APLICACION DEL SISTEMA C.Re.Ma. EN LA RED VIAL

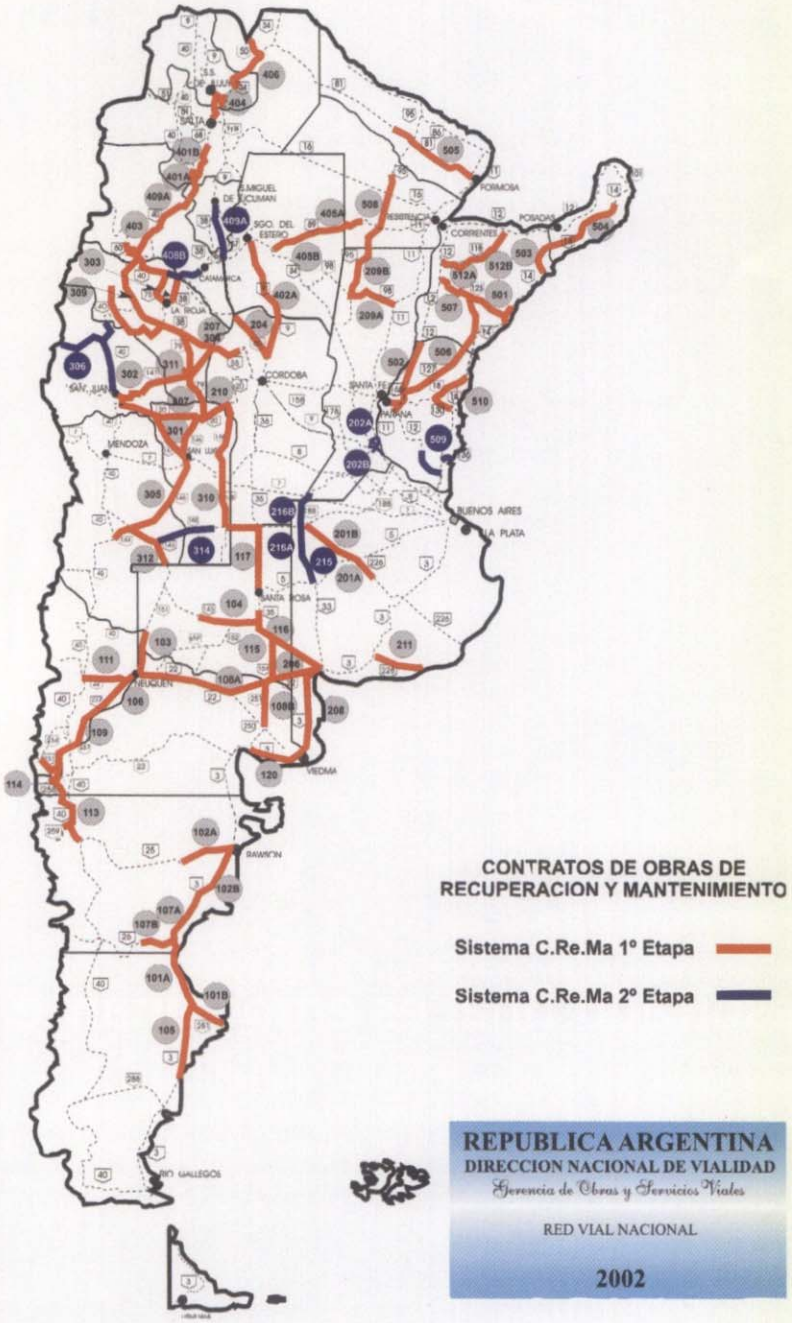
Presente y futuro de un sistema que ha dado buenos resultados y quiere seguir en carrera a pesar de las dificultades

El sistema llamado CREMA, Contratos de Rehabilitación y Mantenimiento, fue desarrollado por la Dirección Nacional de Vialidad y el Banco Mundial como parte de la transferencia de la rehabilitación y el mantenimiento vial desde los organismos estatales hacia otros sectores, que comenzó con la concesión de 9.200 km de caminos pavimentados en 1990.

La idea del CREMA surgió ante la necesidad de promover mejores inversiones en rehabilitación, que fueran más rentables, y al mismo tiempo transferir el gerenciamiento y responsabilidad de los trabajos de mantenimiento a una empresa privada. El objetivo de la implementación del sistema fue recuperar tanto estructuralmente como desde el punto de vista de la transitabilidad y seguridad de los usuarios aproximadamente 12.000 km de la red vial de primera categoría arterial en el primer año, manteniendo ese estándar admisible por otros cuatro años y disminuyendo considerablemente los costos de operación de los vehículos.

Si bien existe en el sector público una reserva presupuestaria para atender un pago a terceros establecido por contrato, la experiencia de lo últimos años indica que esto no es condición suficiente para que la erogación sea respetada. Lo cierto es que la grave situación económica que paralizó al país en 2001 generó consecuencias negativas para emitir el pago de las cuotas exigidas por el sistema. Vialidad Nacional asegura que ha hecho un gran esfuerzo para pagar toda la deuda del 2001 y devengar casi la totalidad de la certificación pendiente. El objetivo actual es reducir los plazos de mora en el pago mensual. Sin embargo, aun cuando el Estado incumplió sus obligaciones de pago, un alto porcentaje de las rutas se mantuvo dentro de estándares aceptables

Durante el año 2002 se produjo la neutralización del sistema en un gran porcentaje de las mallas, debido a los problemas presupuestarios y financieros que debió afrontar Vialidad Nacional. En el caso del sistema C.Re.Ma. 1, el 85 %



de las mallas tiene sus trabajos de mantenimiento en ejecución. Además, se han prorrogado los contratos por un año para tareas de mantenimiento, ya que las condiciones de la calzada no requieren aún realizar obras de gran magnitud, y se está trabajando en la ejecución de los anteproyectos básicos para la relicitación de las mallas de la Etapa I del C.Re.Ma.

La Etapa II de aplicación del sistema Crema, con excepción de las ya licitadas que se detallan más adelante, deberá ejecutarse a partir del 2004, en virtud de no contarse durante el presente ejercicio con disponibilidad presupuestaria. En dicha etapa se van a licitar aquellos tramos que actualmente no se encuentran bajo sistema de gestión alguno y están por debajo de las mínimas necesidades de mantenimiento. El objetivo de la DNV es optimizar toda la gestión sobre la red, pensando en sistemas que contemplen intervenciones en el momento oportuno, sin la exigencia de que sean durante el primer año, tal como se había establecido con los sistemas en vigencia. La propuesta es realizar obras durante los cinco años que dura el contrato para disminuir los plazos de financiamiento, garantizando que el primer año de contrato se recuperen aquellos tramos más deteriorados y se tapen los baches en toda la malla. Además, dada la situación económica, se van a analizar nuevas modalidades de contratación con pago a 30 días.

Los técnicos de Vialidad afirman que la relicitación del sistema no tenderá a la recuperación de grandes espesores, sino a la intervención periódica de la red con pequeños espesores en grandes longitudes para lograr una homogeneización del estado de la calzada, con atención a los limitados recursos con los que cuenta el organismo.

Según estudios realizados por la DNV, a partir de nuevos contratos de montos actualizados, el sistema C.Re.Ma. requeriría 340 millones de pesos sostenidos en el tiempo para generar sistemas de ejecución de obra y pago que permitan garantizar el mantenimiento de la red. Además, se ha analizado el índice de prioridad de necesidades de cada malla, teniendo en cuenta el estado actual y el número de ejes equivalentes. Los resultados obtenidos demostraron que aquellas mallas que están bajo sistema C.Re.Ma. tienen un índice de prioridad mucho menor que aquellos 10.000 km no concesionados que no estuvieron bajo este sistema.

Dentro de aquellos tramos que no están bajo gestión y necesitan intervención urgente, se encuentran la ruta 16 desde Sáenz Peña a Metán, la 35 entre Bahía Blanca y Río Cuarto, la 188 entre Realicó y Gral Alvear, la 157 en Tucumán, y la 33 entre Trenque Lauquen y Rufino. Se trata de las mallas del C.Re.Ma. 2, que fueron licitadas a través de un pliego con cambios en las condiciones contractuales y técnicas respecto del C.Re.Ma. 1 y con mayor volumen de obras. Hasta el momento sólo se han podido adjudicar tres de las mallas licitadas, la 314 en Mendoza y San Luis, la 409 A en Tucumán, y la 306 en San Juan, debido a razones presupuestarias. La ruta 12 y 136 en Entre Ríos, los accesos a Rosario, la ruta 60 en Catamarca, han sido licitadas pero aún no han logrado adjudicarse, en tanto las tres mallas en la ruta 33 en la provincia de Buenos Aires han sido desestimadas por encontrarse las ofertas entre un 50% y 100% por encima del Presupuesto Oficial.

Hacia el final del plazo, sólo cinco contratos del C.Re.Ma. 1 han sido rescindidos, de un total de 60, con las obras de recuperación en su mayoría concluídas, debido en todos los casos a dificultades empresarias ajenas al sistema. Desde el punto de vista de la DNV, el sistema analizado con el HDM ha producido una TIR sobre el 33% para el período de análisis con un valor actual neto que excede los mil millones de pesos para el mismo período. De acuerdo a los datos de relevamiento del Estado, analizados 11.300 km de la red sometida al C.Re.Ma. puede establecerse que se alcanzaron los objetivos propuestos, pues desde una rugosidad inicial promedio de 3.7 IRI, se ha llegado a un valor de 3,3 IRI, acorde a la evolución prevista de esa parámetro por el modelo de deterioro.

Quienes se encuentran diseñando la próxima licitación de los sistema C.Re.Ma. confían en que la expectativa seguirá siendo interesante para el sector privado porque presenta un horizonte de trabajo por 5 años, a pesar de las dificultades de pago que podrían suscitarse. Los técnicos de la DNV destacan la inserción del sistema en el concepto de gestión integral de la red y hacen un balance altamente positivo de los resultados obtenidos hasta el momento.

RADIOGRAFIA DE UN SISTEMA

El sistema C.Re.Ma., Contratos de Rehabilitación y Mantenimiento, consiste en contratar con una empresa privada, bajo la ley de obras públicas, la ejecución de todas las tareas de rehabilitación que son estrictamente necesarias en un sector de la red vial y luego proceder con las tareas de mantenimiento rutinario sobre la totalidad del sector de red involucrado, en determinadas condiciones, por un período de cinco años.

Es sabido que el Estado tiene limitaciones en su forma de administrar, ya que está sujeto a reglas de trámite que impide efectuar determinadas operaciones que al sector privado le son posibles. Dado que en el sistema C.Re.Ma.la responsabilidad corre por cuenta del contratista, tanto en el proyecto ejecutivo como en la ejecución de las obras, el Estado se asegura a un precio convenido de antemano el resultado buscado, manteniendo firmemente los términos del contrato.

A partir de la implementación del C.Re.Ma.se dividió la red donde se establecería el sistema en partes denominadas mallas, integrados por secciones de una o más rutas, hasta totalizar 61 mallas, con una longitud variable entre 80 y 300 km y con una longitud media de 200 km, que coincide con la longitud que se consideraba ideal para el proyecto. Asimismo, las mallas fueron subdivididas en 401 secciones homogéneas, cada una de las cuales tuvo un tratamiento diferenciado de acuerdo al estado relevado.

De esa forma se definieron claramente dos tipos de secciones:

1) Secciones donde algún tipo de tarea de rehabilitación es necesaria, tales como recapados o reconstrucción. Esas acciones son definidas en función del VAN y TIR y la evolución de la rugosidad durante los cinco años del contrato. Se prevé rehabilitación cuando la rugosidad en el quinto año es superior a IRI 4, en la hipótesis sin proyecto.

2) Secciones en las cuales el contratista sólo debe ejecutar tareas de mantenimiento de rutina, cuando la evolución de la rugosidad, solo hace necesario ese tipo de acciones. En algunos casos, sellados o lechadas asfálticas se exigen en estas secciones cuando dichas operaciones son necesarias y beneficiosas.

A partir del proyecto básico definitivo, que el contratista debe respetar al formular su oferta, cada empresa realiza sus propios estudios de las condiciones del pavimento y su evolución posible a efectos de poder determinar la mejor forma de cumplir las exigencias del pliego, efectuar sus propias previsiones y ofrecer un importe total por todas las tareas de rehabilitación y trabajos de mantenimiento.

Una vez adjudicada la obra y firmado el contrato, la DNV autoriza al contratista a iniciar los trabajos y comienza a emitir pagos periódicos, de los que se van descontando los importes a aplicar en concepto de penalidades por incumplimientos de tareas o de plazos.

AUTOPISTAS EN LA REGION METROPOLITANA

El Gobierno Nacional licitará la construcción de cuatro autopistas en una extensa área que rodea a la Capital Federal y tiene un intenso flujo de transporte

La Secretaría de Obras Públicas de la Nación presentó un proyecto para la construcción de cuatro autopistas que se licitarán por Concesión de Obra Pública por peaje y cuyos trazados alcanzan los 54 kilómetros.

Los proyectos viales contemplan la construcción de la Autopista Sur (Puente Pueyrredón – Temperley), la vinculación Autopista La Plata-Buenos Aires con la Ruta Provincial 11-Zona Franca y Puerto La Plata, la Autopista Riachuelo (Puente La Noria – Dock Sud y Autopista Buenos Aires – La Plata) y la Autopista Arroyo Morón (San Justo – Hurlingham).

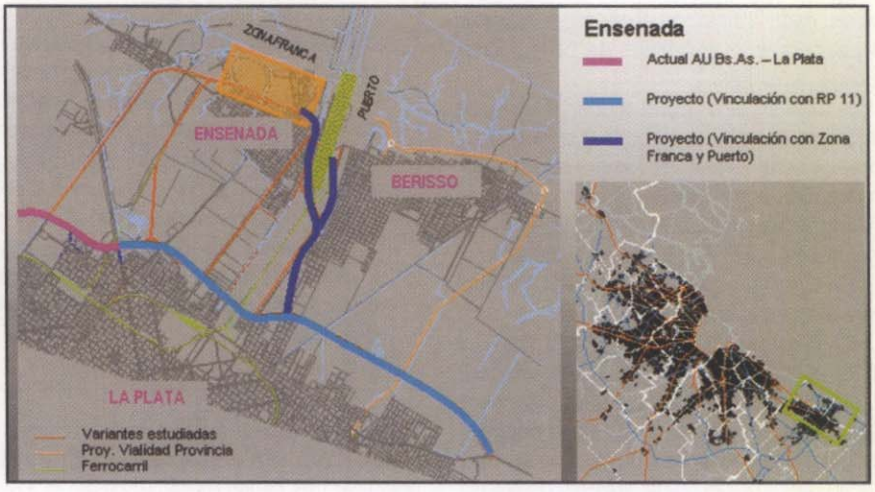
El Gobierno Nacional ya ha realizado los estudios preliminares técnico –económicos de los proyectos y los ha puesto a disposición de grupos de inversión, empresas, consultorías, entidades y sectores interesados para su conocimiento, análisis, críticas o propuestas de mejoramiento.

A fines de diciembre, el Grupo Técnico de la Secretaría de Obras Públicas, coordinado por el Ing. Roberto Cruz, realizó una exposición de los emprendimientos que incluyó el marco general de los proyectos, sus beneficios, los estudios de tránsito, la liberación de Trazas, el diseño geométrico y estructural, los estudios Ambientales, económicos y financieros, y los aspectos legales y jurisdiccionales.

Con la consideración de los aportes realizados al proyecto original, en el período de convocatoria (que venció en marzo) se elaboraron los documentos para la licitación que se realizará después de marzo, cuando finalice la ronda de consultas con los posibles inversores.

El área involucrada en los proyectos comprende una zona que rodea a la Capital Federal, con alrededor de 4000 km2 y más de 13 millones de habitantes, que concentra cerca del 40% de los servicios de transporte nacional.

Los técnicos de Obras Públicas confiaron en que con los emprendimientos propuestos se facilite la agilidad del tránsito y señalaron que los estudios de viabilidad social de los proyectos, análisis de beneficios de los usuarios, arrojaron una rentabilidad del orden del 30% (TIR).



INICIO PROGR.	EVENTO	FIN PROGR.	EVENTO	PTOS. INTERMEDIOS	KILOMETRAJE TOTAL	MONTO INVERSION	KILOMETRAJE VIADUCTO	CARRILES	ESTAC. PEAJE
KM. 0.00	EMPALME AUTOP. EN DIAGONAL 74	11,250	EMPALME RUTA 11	LA PLATA ENSENADA BERISSO	11,241	80,000,000	0	2+2	*
KM 0.00	EMPALME AUTOP. BS. AS. - LA PLATA	5,248	ZONA FRANCA	BERISSO PUERTO LA PLATA ENSENADA	5,248	92,000,000	2,517	2+2	*
KM 250,00	PTE. PUEYRREDON	7,897	R. E. SAN MARTIN	AVELLANEDA GERLI LANUS	7,647	253,000,000	Simple 1,694 Doble 0,623	3+3	1
KM 7.897	R. E. SAN MARTIN	12,932	TEMPERLEY	BANFIELD LOMAS DE ZAMORA	5,035	173,000,000	Doble 5,035	2+2	1
KM 0.00	PUENTE LA NORIA	13,953	EMPALME AUTOPISTA BS.AS. -LA PLATA	CAPITAL FEDERAL LANUS AVELLANEDA	13,953	217,000,000	960	2+2	1
KM 0,00	AVDA DON BOSCO LTE. MATANZA - MORON	8,523	RUTA PROVINCIAL 4 LTE. MORON - 3 DE FEB.	MORON ACCESO OESTE	8,523	173,000,000	2,096	2+2	1

PEDIDO DEL CONSEJO VIAL ANTE EL CONGRESO

El Consejo Vial Federal llevó a cabo una reunión con el Presidente de la Cámara de Diputados de la Nación, Dip. Nac. Eduardo Oscar Camaño, como parte de las actividades programadas en el marco de la Asamblea Extraordinaria del 6 de febrero.

La reunión, que se llevó a cabo conjuntamente con autoridades de la Federación Argentina de Trabajadores Viales (F.A.T. Vial) en el Congreso de la Nación, tuvo como objetivo plantear la profunda preocupación de los organismos viales del país por la crisis que el sector vial está sufriendo como consecuencia de la falta de recursos, lo que ocasiona un permanente deterioro de los caminos e imposibilita su mantenimiento y conservación.

Las autoridades viales alertaron sobre la gravedad de la situación, ya que la pérdida patrimonial y la falta de conservación de los caminos produce un aumento sustancial en los costos de transporte y, como consecuencia, encarece los productos de consumo interno y externo, lo que se vuelve perjudicial frente a una política de exportación fuertemente necesaria para nuestro país.

Se planteó la necesidad de darle tratamiento a un proyecto de ley de fondos viales que tiene trámite parlamentario tanto en la Cámara de Diputados de la Nación como en la Cámara de Senadores de la Nación. El proyecto contempla la recuperación de los fondos específicos para la Dirección Nacional de Vialidad que fueron eliminados en 1991 y un financiamiento a los organismos viales provinciales que permita poder atender mínimamente la conservación de la red.

Los miembros del Consejo Vial manifestaron que los sucesivos cambios políticos, la fuerte crisis económica, el altísimo costo del gasoil y el aumento de los insumos básicos han generado un deterioro sustancial en toda la actividad, que no puede ser desatendida porque de esa forma se genera una mayor crisis en varios sectores de la economía nacional. A esto se suma el aumento de los accidentes viales, producto de esa falta de conservación y mantenimiento, que provocan además de la trágica pérdidas de vidas humanas, un importante costo económico para el país.

También se le planteó al legislador la necesidad de poner en marcha un plan sustentable que atienda tanto los caminos nacionales como provinciales y que permita planificar en el tiempo para darle así mayor eficiencia a la inversión ante los escasos recursos con que se cuenta.

El Diputado Camaño se mostró interesado en la problemática y se comprometió a conversar con los distintos Presidentes de Comisiones de Presupuesto y Hacienda, Obras Públicas y Energía para poner en agenda de la Cámara el tratamiento de la ley planteada y continuar manteniendo entrevistas con el Consejo Vial Federal con el objeto de comprobar el avance de la situación.



VISITA CONJUNTA A LOS PASOS FRONTERIZOS

A partir de lo acordado en la XXXIIª Reunión del Grupo Técnico Mixto chileno-argentino, en la semana del 9 al 13 de noviembre de 2002 se realizó una visita técnica conjunta a los Pasos Fronterizos de Sico (Salta) y Jama (Jujuy), que unen las Repúblicas de Chile y Argentina, para evaluar el estado de las rutas y el avance de las obras en ejecución.

La delegación argentina estuvo integrada por personal de Casa Central de la Dirección Nacional de Vialidad, profesionales del 5º Distrito (Salta), 6º Distrito (Jujuy), y representantes de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Salta y la Dirección Provincial de Vialidad de Jujuy. La República de Chile estuvo representada por funcionarios de la Dirección Nacional de Vialidad, de la Dirección Nacional de Fronteras y Límites y de la Dirección Regional de Vialidad (IIª Región).

En el caso del Paso Fronterizo de Jama, la visita se inició en la ciudad de San Salvador de Jujuy y recorrió las Rutas Nacionales 9 y 51 hasta llegar al límite fronterizo. En el recorrido pudo apreciarse el grado de avance de las obras en ejecución en ambas rutas como así también el estado general del camino que accede al límite. En territorio chileno se recorrió la Ruta CH-27, que a la fecha se halla totalmente pavimentada, hasta llegar a la ciudad de San Pedro de Atacama.

La visita al Paso Fronterizo de Sico se inició en la ciudad de San Pedro de Atacama y recorrió la Ruta CH-23. En la parte no pavimentada se observaron los resultados positivos alcanzados con la estabilización de carpetas mediante la utilización de sales de magnesio (bischofita). A partir del límite chileno-argentino se recorrió la Ruta Nacional Nº 51, donde se destacan las obras ejecutadas del tramo San Antonio de los Cobres – Salta, en Paso Muñano y en Quebrada del Toro.

Tanto en las ciudad de Salta como en la ciudad de Jujuy la delegación conjunta se entrevistó con las autoridades de las respectivas vialidades provinciales y efectuaron sus respectivas presentaciones sobre los pasos.



Las delegaciones argentina y chilena en un alto del recorrido por los pasos fronterizos

REUNION DE DIRECTORES DE CARRETERAS

En noviembre pasado se llevó a cabo la IX Reunión de Directores del Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica en Madrid, España, con la asistencia de los catorce países miembros. El evento contó además con la presencia del Sr. Olivier Michaud, Presidente de la Asociación Mundial de Carreteras (PIARC), quien presentó un nuevo de marco de cooperación entre la PIARC y el Consejo.

La Dirección Nacional de Vialidad está a cargo de la presidencia del Consejo de Directores hasta fines de 2003, mientras que los organismos viales de Cuba y Uruguay ocupan la vicepresidencia.

En el encuentro se intercambiaron experiencias acerca de temas relacionados con los recursos económicos y la financiación de las infraestructuras del transporte; el transporte transfronterizo; la seguridad vial y la gestión ambiental. Además, se continuó con los trabajos de definición de la Red Continental Estructurante para la agilización de los transportes a través de acuerdos multilaterales entre todos los países miembros, agrupados fundamentalmente por su ubicación geográfica y/o la funcionalidad de la red prevista.



Los Directores de carreteras tuvieron oportunidad de realizar una visita a la autopista en construcción: N-IV. Tramo: Variante entre la M-50 y la propia N-IV, que será una alternativa a la actual autovía N-IV que une Madrid con Andalucía, al sur del país. En la obra se destacó la construcción de terraplenes y explanadas con materiales marginales, empleando diferentes técnicas de estabilización, así como los criterios de conservación y protección del medio ambiente.

Durante el encuentro se establecieron las bases para la realización de la próxima reunión del Consejo de Directores que se llevará a cabo entre los meses de marzo y abril del año 2003.

SEMINARIO PANAMERICANO VIAL AMBIENTAL

La Dirección Nacional de Vialidad y la Fundación CENATTEV-Centro Argentino de Transferencia de Tecnología Vial- llevaron a cabo en noviembre pasado el Seminario Vial Ambiental 2002 con el objetivo de intercambiar experiencias dentro del marco de los aspectos ambientales relacionados con la infraestructura vial.

El Seminario contó con la presencia de los integrantes del Comité C14 de la Asociación Mundial de Rutas (AIPCR / PIARC) y de destacados especialistas en la materia de países como España, Chile, Suecia, Gran Bretaña, Japón y Australia.

El programa del SEPAVIAM 2002 contempló el desarrollo de temas relacionados con el Impacto ambiental en las rutas, la predicción del ruido de circulación en calles y caminos y la contaminación atmosférica, entre otros. Asimismo, se realizaron visitas técnicas al Acceso Oeste para analizar los costos ambientales en alternativas de trazados y una recorrida por el Tigre para discutir la aplicación de soluciones al impacto ambiental vial en el Gran Buenos Aires.

Los participantes del evento coincidieron en subrayar la importancia de realizar seminarios de transferencia tecnológica de estas características que permitan tratar la preservación del medio ambiente y su aplicación en el campo de la infraestructura vial, teniendo en cuenta la importancia actual a nivel mundial del cuidado del hábitat. En este sentido, destacaron la experiencia realizada en SEPAVIAM para conocer los avances registrados en la materia en los últimos tiempos.



Las autoridades nacionales y extranjeras que inauguraron el SEPAVIAM

BREVES

JORNADA DEL IMAE

El Laboratorio Vial del Instituto de Mecánica Aplicada y Estructuras (IMAE) de la Universidad Nacional de Rosario llevará a cabo el 28 de marzo la Jornada Técnica denominada "Contribución de la Provincia de Santa Fe a la XXXII Reunión del Asfalto. La participación es libre y gratuita y se solicita confirmar la concurrencia al 0341-4808538/9 o por e-mail: vial@unr.net.ar

De acuerdo con la nueva política puesta en práctica por la Asociación Argentina de Carreteras, de colaboración recíproca con las Universidades, los Socios de la AAC podrán disponer sin cargo del CD con los artículos expuestos en esta Jornada.

NUEVA DESIGNACION

El 18 de diciembre pasado asumió como presidente del Consejo Vial Federal el Ing. Víctor Vrdoljak, en reemplazo del Ing. Pedro Lucero, quien presentara su renuncia al cargo. El Ing Vrdoljak es el actual Administrador General de la Dirección de Vialidad Provincial del Chaco.

SICONS 2003

Luego de la suspensión del Salón Internacional de la Construcción 2002, Exposium América Latina, organizador de SICONS, y la Cámara Argentina de la Construcción, patrocinadora del mismo, han expresado su interés por desarrollar en forma conjunta este proyecto con nueva fecha prevista para Septiembre / Octubre de 2003. Para más información se puede consultar la página web www.sicons.com.ar

BECAS PARA UN CURSO EN BELGICA

El Centre de Recherches Routières (Centro de Investigaciones Viales) de Bélgica ofrece 14 becas para participar del curso de ocho semanas de duración sobre "Mantenimiento vial y problemas ambientales", que se llevará a cabo desde el 15 de septiembre hasta el 7 de noviembre en Bruselas.

El curso está dirigido a ejecutivos y directivos de empresas de países en vías de desarrollo y las becas cubren los gastos de participación, de viaje, y una suma fija por día. Quienes estén interesados en obtener una beca pueden visitar nuestra página web, www.aacarreteras.org.ar, donde encontrarán toda la información necesaria para participar.

REPSOL YPF APUESTA AL TURISMO Y MANTIENE SUS INVERSIONES

Con un amplio contenido turístico, cartográfico y gastronómico, la nueva Guía YPF 2003 es una valiosa herramienta para difundir el turismo en nuestro país.

Ya está al alcance de todos la Guía YPF 2003, una nueva publicación que contribuye al crecimiento de la actividad turística en Argentina, potenciando la difusión de las bellezas del país, tanto a nivel local como internacional.

El lanzamiento de la nueva Guía se realizó en el marco de la séptima Feria Internacional de Turismo (FIT) que tuvo lugar en la Rural a fines del año pasado y fue presentada por el Presidente Ejecutivo de Repsol YPF, Alfonso Cortina, y el Secretario de Turismo y Deporte de la Nación, Daniel Scioli.

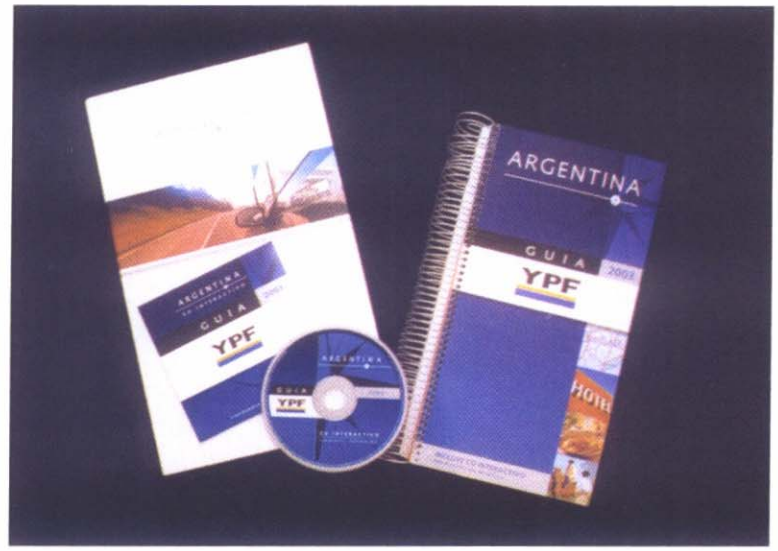
La Guía YPF 2003, declarada de interés turístico nacional, está compuesta por dos capítulos básicos, uno cartográfico y otro gastronómico, que fueron desarrollados con una diagramación que facilita la búsqueda y la lectura. Como complemento, la publicación incluye un CD interactivo en el cual se reproduce todo el contenido de la guía en formato digital, permitiendo la planificación de itinerario, el tiempo de viaje y las distancias kilométricas.

El capítulo cartográfico consta de un amplio y actualizado relevamiento de alcance nacional, provincial y urbano, con un detalle de los corredores turísticos más apreciados. Se trata de 9 mapas de Argentina, 21 mapas de corredores turísticos, 4 planos de accesos al área metropolitana de Buenos Aires, más 34 planos urbanos de capitales de provincia y ciudades y 1357 de estaciones de servicio YPF.

El segundo capítulo, gastronómico, incluye en 290 páginas una selección de 834 restaurantes, 1006 hoteles y 110 estancias, además de brindar referencias artísticas, culturales y turísticas de 414 localidades.

La nueva publicación ya está disponible en las principales estaciones de servicio de la red YPF y también puede ser canjeada por puntos a través del programa de fidelización de clientes YPF Serviclub.

Gracias a la extendida actividad desarrollada, YPF ha estado siempre vinculada a la geografía económica del país. Con la nueva Guía YPF, los viajeros cuentan con toda la información necesaria para planificar un viaje dentro de la Argentina.



Inversiones e impuestos de Repsol YPF en la Argentina

Durante el año 2002, Repsol YPF continuó cumpliendo con su programa de inversiones previsto para la Argentina que ascendieron a 2.693 millones de pesos y se destinaron fundamentalmente a las áreas de exploración y producción, refino y marketing.

Con relación al aporte impositivo, YPF contribuyó a la recaudación del estado nacional durante el año 2002 con un total de 5.401 millones de pesos en concepto de impuestos, lo cual representó un 28% de aumento con relación a lo aportado por la compañía al fisco el año pasado. Este monto, aportado por YPF al Gobierno Nacional y a las provincias, fue equivalente al 7,6% de la recaudación de la AFIP de todo el año pasado, confirmando la creciente participación de la empresa como principal contribuyente del país, con porcentajes claramente superiores a su incidencia en el valor agregado de la economía.

Con los fondos ingresados al fisco por la compañía en 2002, que representan el 12,7% del presupuesto nacional de ese mismo año o el 195 % del dinero destinado a la salud, pueden pagarse 1,45 veces los gastos en la administración gubernamental de la Nación presupuestados para el año 2003 (incluyendo a la Presidencia, el Congreso, el Poder Judicial, la Cancillería, el Ministerio del Interior y otros).

Lo sucedido el año pasado confirma que la actividad de YPF no sólo resulta importante por su efecto positivo sobre la producción, las exportaciones (que alcanzaron los 2.098 millones de dólares en 2002), el empleo y la inversión, sino también por su decisivo aporte a las finanzas del Estado.

Con la tecnolog

REPSOL YPF

YPF ASFALTOS tiene
la tecnología que usted necesita,
en el momento
y el lugar en que la necesita.

Porque contamos con el único laboratorio móvil de la Argentina y con todo el soporte tecnológico para realizar los ensayos en conjunto con el cliente, al cual seguimos asistiendo en el proceso de postventa. En YPF Asfaltos lo acompañamos en las diferentes etapas hasta la construcción de la carretera. Somos todo lo que su empresa necesita.

YPF ASFALTOS

YPF Asfaltos: Tucumán 744, piso 7° - CP 1049 Capital Federal. Tel.: 4323-2000. E-mail: derivadoasfalto@repsolypf.com

XXXII REUNION DEL ASFALTO

La Comisión Permanente del Asfalto realizó su reunión anual en Tafí del Valle y contó con un importante número de asistentes

En la semana del 18 al 22 de noviembre de 2002 tuvo lugar en la localidad de Tafí del Valle, Provincia de Tucumán, la XXXII Reunión Anual del Asfalto "Ing. Boris Dorfman", organizada por la COMISION PERMANENTE DEL ASFALTO.

La Comisión del Asfalto ha querido que esta reunión lleve el nombre del Ing. Boris Dorfman, en homenaje a quien fuera hasta poco tiempo miembro de su Comisión Directiva y activo participante a estas reuniones, fallecido el 7 de junio.

La reunión contó con el auspicio de la Dirección Provincial de Vialidad de Tucumán y las empresas Repsol YPF, Shell Bitumen, Pecom Energía, Petrobrás y Covicentro S.A.

Entre los más de 150 inscriptos se encontraban representantes de las Direcciones Provinciales de Vialidad de Tucumán, Buenos Aires ,Catamarca, Córdoba, El Chaco, Formosa Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Salta, Santa Fe y San Juan y de la Dirección Nacional de Vialidad. Asimismo estuvieron presentes ocho delegados extranjeros procedentes cuatro de ellos de Colombia, tres de Chile y uno de Bolivia.

En el acto inaugural hicieron uso de la palabra el Presidente de la Comisión del Asfalto, Dr. Jorge O. Agnusdei, el Administrador de la Dirección Provincial de Tucumán, Ing. José Luis Báez, el Intendente de Tafí del Valle, Sr. Francisco Alvarez y el Presidente de la Cámara de Turismo de Tafí del Valle Sr. Miguel Angel Torres.

Antes de comenzar con el desarrollo de las reuniones técnicas, el Vicepresidente de la Comisión, Ing. Félix J. Lilli , rindió un emotivo homenaje al Ing. Dorfman, destacando su hombría de bien y su trayectoria profesional. El Ing. Lilli hizo entrega a la señora esposa del destacado tecnócrata desaparecido, Susana B. de Dorfman, de una plaqueta recordatoria con que la Comisión del Asfalto ha querido reconocer a su querido miembro y amigo.



Acto de clausura. : Pte. Asociación Argentina de Carreteras, Lic. Miguel Angel Salvia; Pte. Comisión Permanente del Asfalto, Dr. Jorge Agnusdei; Administrador Dirección Provincial de Vialidad Tucumán, Ing. Jose Luis Báez; Vicepresidente 1ro. Comisión Permanente del Asfalto, Ing. Félix Lilli; Secretario General Sindicato del Personal de Vialidad Provincial (Tucumán), Sr. José Antonio Teri.

Durante el desarrollo de las sesiones técnicas se expusieron y discutieron 46 trabajos de muy buen nivel, que fueron seguidos con gran interés por parte de los concurrentes.

Asimismo, se destacaron las exposiciones magistrales a cargo de dos prestigiosos profesionales extranjeros. El Ing. Carl Robertus, profesional holandés de la compañía Shell Bitumen, disertó sobre modernas mezclas bituminosas fabricadas y colocadas a temperaturas más bajas que las mezclas convencionales en caliente a fin de mejorar las condiciones del medio ambiente y disminuir el consumo de energía y los costos de producción. La otra disertación estuvo a cargo del Ing. Alberto Bardesi de la firma Repsol YPF, quien se refirió a las últimas novedades en la normativa española en diseño de firmes y refuerzos, explicando en detalle las modificaciones experimentadas por dicha normativa y sus causas de las mismas, tendientes a prologar la vida útil de los pavimentos a costa de un mayor costo inicial.

En el acto de clausura estuvo presente el Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras, Lic. Miguel A. Salvia, quien destacó "la importante labor de la Comisión Permanente del Asfalto por la continuidad en la realización de este tipo de Reuniones donde se produce una real transferencia de tecnología en momentos en que el país está atravesando una gran crisis de inversión". Felicitó a la Comisión alentándola a seguir en esta brecha e instó a seguir luchando junto a la Asociación Argentina de Carreteras para cambiar el concepto de inversión en caminos y poder aplicar genuinamente esta transferencia de tecnología".

El Presidente de la Comisión dio por cerrada la XXXII Reunión, agradeciendo la participación a los delegados, expositores, patrocinadores y en especial a las autoridades de la Dirección Provincial de Vialidad de Tucumán por la valiosa colaboración prestada para alcanzar el éxito de esta reunión.



Ing. Carl Robertus - Shell Bitumen Inglaterra



Ing. Alberto Bardesi de Repsol - YPF España.

REUNION ANUAL DE LA INGENIERIA DE TRANSITO

La Sociedad Argentina de Ingeniería de Tránsito (SAIT) realizó su XIV Reunión Anual de la Ingeniería de Tránsito en diciembre pasado en el salón de actos del Automóvil Club Argentino.

En las reuniones se trataron temas relacionados con "La integración de los centros de control de tránsito" y " El mejoramiento en la ingeniería y seguridad vial con imaginación y con escasos recursos".

Participaron del evento representantes del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, funcionarios del OCCOVI, presidentes de las filiales internacionales de ITS, empresarios y expositores de países como EE.UU., España y Brasil.

Las conferencias contemplaron los proyectos ITS de accesos al área metropolitana Buenos Aires, la aplicación de soluciones a problemas de ingeniería de tránsito y las propuestas del sistema para el ámbito urbano.



Ing. Julio Montaña,Administrador Gral. de la DNV; Ing. Carlos Hidalgo, Director Ejecutivo del OCCOVI; Ing. José Ortega Julio, ITS Chile; Ing. Miguel Curutchet, Presidente del Congreso; Ing. Horacio Blot, Subsec.de Tránsito y Transporte del GCBA; y Lic. Miguel Salvia, Pdte. AAC

A.G.M. International Group
Broker de Seguros
Administración de Riesgos

AGM
INTERNATIONAL GROUP

• Responsabilidad Civil - Lucro Cesante.
•Garantías de Explotación y Cauciones en general.
•Todo Riesgo Construcciones Obras Públicas y Privadas.
•Flotas de Vehículos - Seguro Técnico.

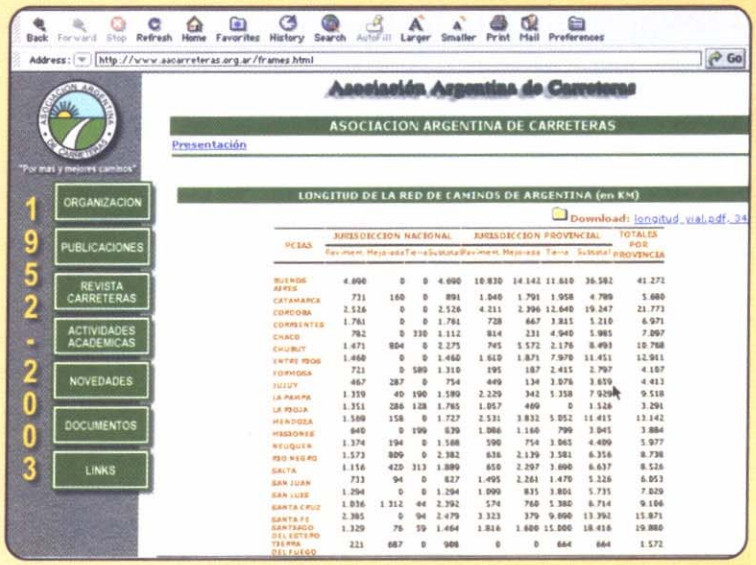
Tucumán 861 Piso 1ro Oficina "A" (C1049AAQ) Buenos Aires, Argentina. Tel./Fax: (54-11) 4328-6145 / 4513 (Líneas Rotativas).
E-mail: agmintergroup@sinectis.com.ar

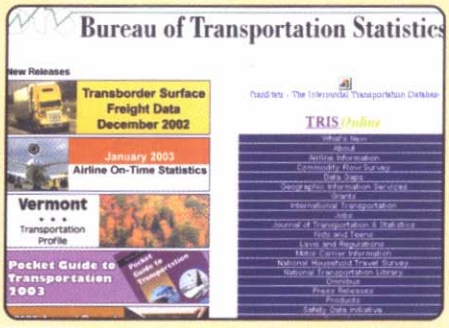
CARRETERAS INFORMATICAS

NUESTRA WEB

Como parte de la renovación de la página web de la Asociación Argentina de Carreteras, la sección Cuadros y Estadísticas ha incorporado nueva información del sector en números con datos de elaboración propia y de fuentes como el INDEC, ADEFA y otras entidades. Los usuarios ávidos de información estadística pueden realizar la consulta online o bajar el archivo de la web para su posterior lectura. Quienes naveguen por esta sección podrán acceder, por ejemplo, el Indice del Costo de la Obra Vial, los recursos del Fondo Fiduciario del Sistema de Infraestructura de Transporte o los informes de la Comisión de Seguimiento del Sector de la Construcción.

Los mantendremos informados sobre futuras innovaciones en nuestro sitio. Mientras tanto, los invitamos a navegar y compartir nuestro interés por más y mejores caminos a través de las carreteras informáticas. www.aacarreteras.org.ar









SITIOS SUGERIDOS

www.aashto.com
AASHTO
Organización que tiene como objetivo el desarrollo y mantenimiento de la red nacional en Estados Unidos. Novedades, servicios, políticas de transporte, links.

www.highwayengineers.org
American Society of Highway Engineers.
Foro para miembros de la industria, educación, innovaciones, seguridad, planes estratégicos.

www.bts.org
Bureau of Transportation Statistics.
Datos geográficos, informes, guías de transporte, biblioteca, estadísticas, estudios, discursos.

www.highways.org
American Highway users alliance.
Información para la comunidad del transporte, datos para los usuarios, seguridad, campañas legislativas, estadísticas, publicaciones, documentos, leyes.

PROXIMOS EVENTOS DEL SECTOR

ABRIL

8-10 Traffex 2003 International Trade Fair for Road Safety, Parking and Maintenance
Birmingham (Reino Unido)
Informa: Brintex
Fax: +44 20 7233 5054
Website: www.traffex.com

28-30 Ninth International Bridge Management Conference
Orlando (Florida, EEUU)
Informa: Frank Lisle (TRB)
Tel.: 202 334 2950 - Fax: 202 334 2003
E-mail: flisle@nad.edu

MAYO

4-9 55 Congreso Mundial de la UITP (Union Internationale des Transports Publics) y ExposiciónTransporte y Ciudad
Madrid (España)
Informa: María Nuño - Consorcio Regional de Transporte de Madrid
Tel.: 91 580 35 94 - Fax: 91 580 32 46
E-mail: rexternas@ctm-comadrid.com
Website: www.ctm.madrid.es

13-17 Intermat, International Exhibition of Equipment and Techniques for the Civil Engineering and Construction Industries
París (Francia)
Informa: Intermat
Fax: +33 1 49 68 54 75
Website: intermat.fr

19-22 13th Annual Meeting of ITS America
Minneapolis (EEUU)
Informa: ITS America
Tel.: 202 484 4847 - Fax: 202 484 3483
E-mail:editor@itsa.org
Website: www.irsa.org/www.itsmn.org

JUNIO

22-25 8th International Conference on Low-Volume Roads
Reno (Nevada, EEUU)
Informa: Secretariado (TRB-Washington)
Fax: +1 202 334 2003
E-mail: lvr@nad.edu
Website: www4.trb.org/calendar.nsf/web/lvr8

24-26 11th Hillhead 2003, International Quarryning and recycling show
Informa: Hillhead Quarry (Buxton, Reino Unido)
Informa: Hillhead organisers
Fax: +44 115 958 2651

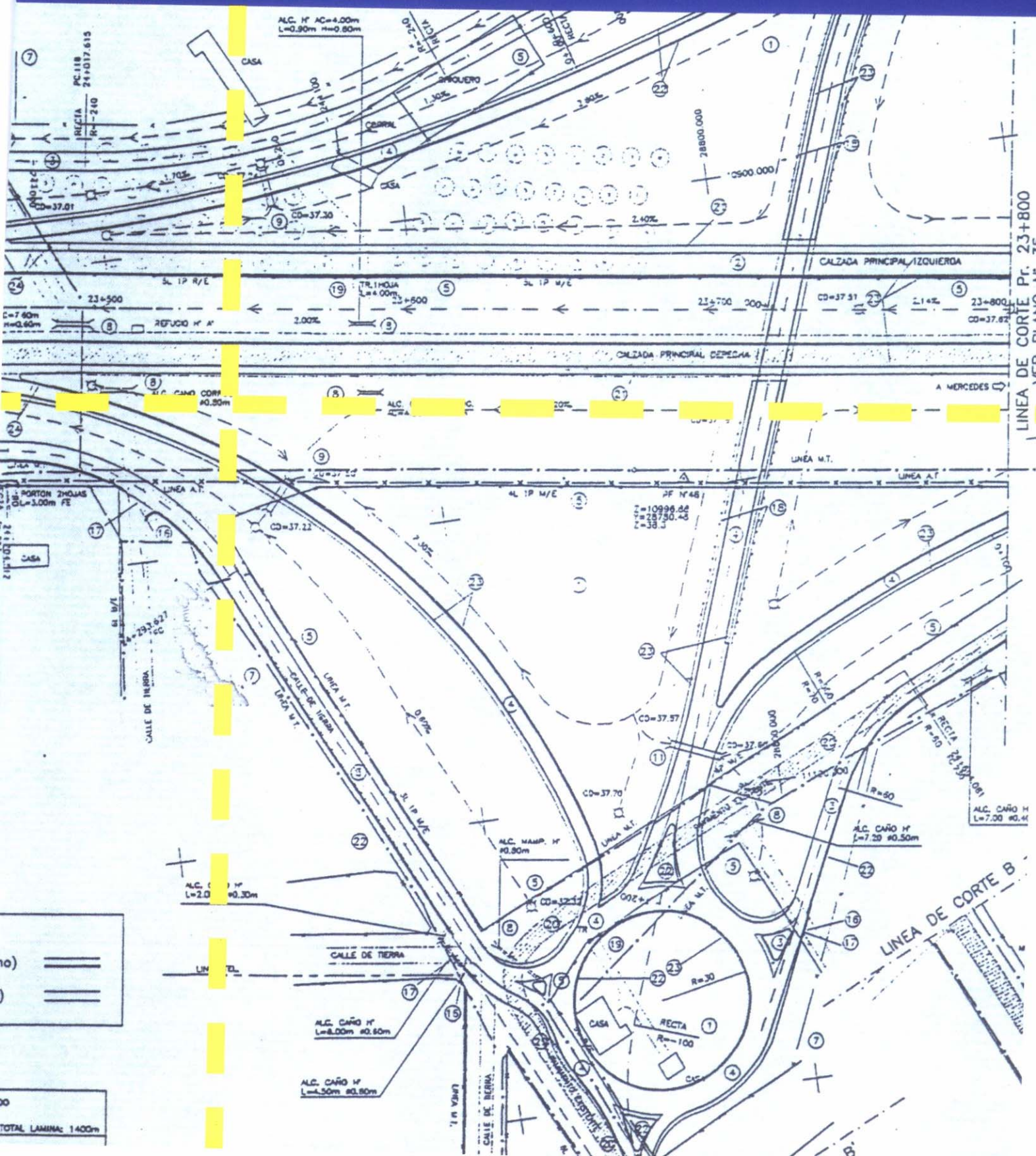
JULIO

7-10 Third International Symposium on Maintenance and Rehabilitation of Pavements and Technological Control
Guimaraes (Portugal)
Informa: Universidad de Minho - Azurem
Tel.: +351 +253+510200
Fax: +351+253+510217
E-mail: mairepav03@civil.uminho.pt
Website: www.civil.uminho.pt/mairepav03

15-18 2003 AASHTO Value Engineering Conference
Tampa (Florida, EEUU)
Informa: Kurt Lieblong-Florida Department of Transportation
Tel.: 850 414 4787 - Fax: 850 414 4796
E-mail: kurt.lieblong@dot.state.fl.us

20-23 42nd Annual Workshop on Transportation Law
New Orleans (Louisiana, EEUU)
Informa: James McDaniel (TRB)
Tel.: 202 334 2934 - Fax: 202 334 2003
E-mail: ikarson@nas.edu/
Website: www.TRB.org/trb/calendar

Sección Técnica



PREDICCION DEL RUIDO DE CIRCULACION EN CALLES Y CAMINOS. SISTEMAS DE CONTROL Y MEDIDAS CORRECTORAS

Fernando Segués- Director del Programa de Contaminación Acústica CEDEX
Ministerio de Fomento - Ministerio de Medio Ambiente ESPAÑA
Trabajo presentado en el Seminario Panamericano Vial Ambiental 2002

1. RUIDO DE UNA CARRETERA

El ruido debido al tráfico en una vía de circulación fluctúa constantemente en el tiempo, y no es fácil de describir de una manera simple. Un método para su análisis consiste en calcular la distribución estadística de los niveles de ruido observados durante el período de estudio. La dispersión de estos niveles decrece notablemente según aumenta la intensidad de tráfico y la distancia a la vía de circulación.

En una carretera el ruido se genera por el conjunto de todos los vehículos que circulan por ella. Un receptor situado en las proximidades de una carretera, al paso de un vehículo aislado tiene la sensación de que el nivel sonoro de fondo se incrementa hasta alcanzar un valor máximo y vuelve a disminuir a medida que se aleja. Cuando el tráfico tiene una cierta intensidad, el ruido percibido pasa a ser continuo, variando a lo largo del tiempo, pero desapareciendo prácticamente los intervalos de silencio. Entonces, la carretera puede considerarse como una fuente lineal de ruido.

El nivel sonoro resultante a una determinada distancia de la carretera depende de múltiples factores que pueden encuadrarse en tres grupos:

-El tráfico de la carretera
-El diseño de la carretera
-El entorno de la carretera

1.1. El tráfico

La potencia de emisión de una carretera viene determinada por el tráfico que circula por la misma. El conocimiento de las características y condiciones de este tráfico serán por lo tanto los parámetros necesarios para analizar la fuente de ruido.

1.1.1. Intensidad del tráfico

La intensidad del tráfico es el número de vehículos que circulan por una sección de la carretera en una unidad de tiempo (vehículos/hora, vehículos/día, etc.). Cuanto más vehículos circulen por un tramo de carretera durante un periodo determinado, mayor será el nivel sonoro equivalente en el entorno de la carretera para ese período.

Desde el punto de vista acústico, una duplicación del número de vehículos, con el resto de condiciones homogéneas, se traduce en un aumento de 3 dB(A) de los niveles sonoros. El tráfico no permanece constante a lo largo del tiempo. Se producen variaciones horarias, diarias, semanales, estacionales, etc.

Se suele conocer de las carreteras el valor de la IMD (Intensidad Media Diaria); es el número total de vehículos que ha pasado por una sección de una carretera durante un año dividido por 365. Este dato es en general insuficiente por sí solo en las evaluaciones del ruido ambiental. Según el tipo de evaluaciones es necesario conocer el tráfico en una hora representativa del período que se está evaluando: período día, período vespertino, período noche, 24 horas, etc.

1.1.2. Composición del tráfico (tipo de vehículos)

Es necesario conocer el tipo de vehículos que circulan por la carretera. Al menos deben establecerse categorías separadas para vehículos ligeros y pesados, y si es posible para motocicletas. Lo habitual es tener datos del porcentaje de vehículos pesados con respecto al tráfico total.

1.1.3. Velocidad media del tráfico

A mayor velocidad mayor potencia de emisión y mayor nivel de ruido en los receptores. Es preciso conocer al menos el dato de la velocidad media del tráfico que es la velocidad que es sobrepasada por el 50% de los vehículos que circulan por el tramo de carretera considerado, aunque es conveniente establecer distintas velocidades para las distintas categorías de vehículos.

1.1.4. Espectro normalizado del ruido de tráfico

En el tráfico real, el espectro del ruido es una mezcla de todos los espectros característicos de los vehículos individuales.

A pesar de que los objetivos se plantean siempre en términos de ruido global, el análisis en frecuencias permite identificar las contribuciones al ruido total de determinadas fuentes sonoras del tráfico o de un vehículo concreto, y es fundamental para estudiar la propagación y las medidas correctoras. Es necesario conocer la distribución en frecuencias del ruido del tráfico para, por ejemplo, calcular el aislamiento de una fachada o el diseño de una barrera acústica.

El Comité Europeo de Normalización ha establecido un espectro de referencia normalizado de tráfico para la normativa europea de pantallas antirruido en carreteras. Aunque el espectro del ruido corresponde al tráfico en zonas y vías urbanas donde las velocidades son bajas y que, como hemos visto, corresponde a ruidos debido a los motores y al tubo de escape, se puede emplear el mismo espectro para zonas de tráfico interurbano; está demostrado que no hay diferencias en las frecuencias dominantes.

1.2. Influencia del trazado y diseño de la carretera

1.2.1. Trazado en planta

Para una potencia de emisión dada, el factor que más influye en la atenuación del ruido es la distancia. Cuanto más alejados de la carretera se sitúen los receptores, mayor probabilidad existe de que las molestias debidas al ruido sean mínimas.

Una adecuada planificación de corredores para albergar las carreteras y una adecuada y racional ordenación urbanística son sin duda la mejor actuación contra el ruido.

1.2.2. La sección transversal de la carretera.

El entorno inmediato de la carretera influye

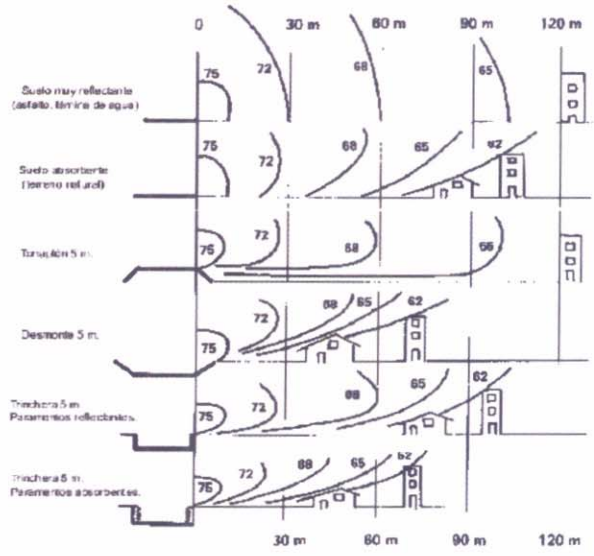


Gráfico 1. Influencia del perfil transversal (Guide du bruit. Francia)

de manera notable en la posterior propagación del ruido a distancias mayores. La propagación del ruido es distinta en función de la sección transversal de la carretera y el entorno.

En principio, una carretera en desmonte es menos favorable a la propagación del ruido que una carretera a nivel o en terraplén. Los desmontes actúan como obstáculos a la propagación del sonido, atenuando en cierta medida el ruido que se propaga más allá de la carretera.

1.2.3. Perfil longitudinal de la carretera

Si la carretera asciende (en rampa) los vehículos disminuyen la velocidad y fuerzan más el régimen del motor, sobre todo en el caso de los vehículos pesados. Este régimen de circulación es más ruidoso que el correspondiente a un perfil longitudinal horizontal de la carretera.

1.2.4. Anchura de la plataforma

Un factor a tener en cuenta es la anchura de la plataforma, entendiendo por plataforma la zona de la carretera ocupada por la calzada, los arcenes (exteriores e interiores) y las bermas.

El número de carriles, la mediana, la existencia y anchura de arcenes exteriores e interiores, delimitan la extensión de la fuente de ruido. Si bien es frecuente considerar una única fuente de ruido, situada en el eje de la carretera, los estudios más precisos deben tener en cuenta la distribución espacial de cada una de las líneas de tráfico presentes en la carretera, sobre todo para analizar los niveles de ruido en un entorno muy próximo de la carretera (menos de 30 m).

3.2.5. El tipo de pavimento

El tipo de superficie de rodadura, sobre todo a altas velocidades, influye en la generación del ruido de la circulación. Por un lado, existen unos pavimentos con un comportamiento acústico mejor que otros. Por otro lado, cuanto más absorbente acústicamente sea el pavimento de la carretera, menor será la cantidad de energía acústica que se propaga más allá de la plataforma de la carretera.

Actualmente se efectúan numerosas investigaciones para caracterizar acústicamente los diferentes revestimientos de calzada. De un modo general se puede señalar que los revestimientos de alta adherencia provocan un crecimiento de ruido del orden de 3 dB(A) con relación a los revestimientos corrientes, y que la utilización de revestimientos drenantes (porosos) puede suponer la reducción del orden de 3 dB(A) con relación a los firmes más usuales.

1.3. El entorno de la carretera

Conforme el receptor se aleja de la carretera, el nivel de ruido va disminuyendo, siguiendo las leyes de la propagación del sonido. Los factores que influyen en la propagación son:

1.3.1. Atenuación con la distancia

Siendo los niveles sonoros en un punto determinado una función de la distancia del receptor a la carretera, existe una atenuación del ruido por divergencia geométrica, es decir, que conforme el receptor se aleja de la misma, los niveles sonoros disminuyen En el caso que nos ocupa (la fuente emisora es una fuente lineal), esta atenuación sería de 3 dB(A) por cada duplicación de la distancia en condiciones ideales de propagación. En la realidad, las condiciones de propagación no son homogéneas, por lo que además de la atenuación por divergencia geométrica se consideran otros factores, que hacen que el ruido disminuya más rápidamente con la distancia.

1.3.2. Atenuación por absorción del aire

Los valores de atenuación del ruido por absorción del aire se obtienen experimentalmente para unas ciertas condiciones de temperatura y humedad. En los casos habituales varían de 0,3 dB(A) a 1 dB(A) por cada 100 metros de recorrido en el aire según las diferentes frecuencias.

1.3.3. Influencia de la temperatura y del viento en la propagación

Las variaciones de temperatura y la influencia del viento pueden motivar variaciones del orden de 5 dB(A) o más respecto a las condiciones estables de referencia.

1.3.4. El efecto suelo

Se denomina "efecto suelo" a las alteraciones producidas en la propagación de un sonido por la presencia de un determinado tipo de suelo. Cuanto mejores características de absorción acústica presente el terreno existente entre la carretera y el receptor, mayor atenuación suplementaria se obtendrá para receptores situados cerca del suelo (menos de 10 m)

1.3.5. Efecto de los obstáculos. Reflexión y efecto pantalla

Un obstáculo crea tras de sí una zona protegida en la que los niveles sonoros son sensiblemente inferiores a los existentes ante él, debido al fenómeno de la difracción. La atenuación del sonido aportada por el obstáculo depende de las dimensiones del obstáculo, de la posición relativa de fuente y receptor respecto de éste y del factor de absorción del obstáculo.

En el entorno de una carretera pueden existir numerosos obstáculos que van a influir en la propagación del sonido: desmontes, terraplenes, barreras de seguridad, muros, pantallas acústicas, diques de tierra, etc.

2. LA REGLAMENTACION EUROPEA SOBRE EVALUACION Y GESTION DEL RUIDO AMBIENTAL

La Comisión Europea publicó en 1996 el Libro Verde de la Política Futura sobre el Ruido. En este documento se analizaba la situación existente en la Unión en lo relativo al ruido, se repasaban las actuaciones llevadas a cabo has-

ta la fecha y se establecía un marco de actuación de la Unión Europea para los próximos años. En este documento se reconocía que los esfuerzos de la Unión durante más de 20 años se han encaminado a controlar y disminuir el ruido emitido por vehículos y equipos de diversa índole, relacionado siempre con los procedimientos de certificación, pero que los datos no muestran una mejora significativa en la exposición al ruido ambiental de los ciudadanos de la Unión, especialmente en lo referido al ruido originado por el tráfico.

Por este motivo, la Comisión ha decidido emprender un nuevo camino, consistente en proponer una directiva de armonización de métodos de evaluación y gestión del ruido ambiental, incluyendo en una primera fase la realización de mapas de ruido y planes de actuación, y, en una segunda fase, considerando el establecimiento de objetivos concretos y umbrales de ruido admisibles. Posteriormente se emprenderán acciones específicas para reducir el ruido del tráfico de carretera, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo, así como para simplificar la legislación existente relativa a la emisión de ruido de diferentes equipos.

En el campo del transporte por carretera existen directivas que se refieren a la limitación de los niveles de emisión de ruido de los vehículos : Directiva 70/157/EEC sobre nivel sonoro admisible y dispositivos de escape de vehículos a motor y Directiva 97/24/EC sobre nivel sonoro admisible y dispositivos de escape de motocicletas. Estas reglamentaciones han ido imponiendo a lo largo de los últimos 25 años una paulatina reducción del ruido de emisión. Los niveles que figuran en la tabla son los máximos autorizados medidos al paso de un vehículo según lo establecido en la norma ISO R 362, que rige las condiciones en las que han de realizarse los ensayos.

Máximo nivel de ruido admisible para vehículos de motor dB(A)

Vehículos de transporte de pasajeros

		1970	Actual
	< 9 asientos	82	**74**
	> 9 asientos < 2000 kg	89	**76**
	> 9 asientos 2000 a 3500 kg		**77**
	> 9 asientos > 3500 kg < 150 kW	89	**78**
	> 9 asientos > 3500 kg > 150 kW	91	**80**

Vehículos de transporte de mercancías

	< 2000 kg	89	**76**
	2000 a 3500 kg	89	**77**
	> 3500 kg < 75 kW	89	**77**
	> 3500 kg 75 a 150 kW	89	**78**
	> 3500 kg > 150 kW	91	**80**

Máximo nivel de ruido admisible para motocicletas dB(A)

		Inicial	Actual
	< 80 cc	80	**75**
	80 cc a 175 cc	80	**77**
	> 175 cc	84	**78**

Directiva sobre evaluación y gestión del ruido ambiental

El objetivo de la directiva es definir un planteamiento comunitario en materia de gestión del ruido ambiental para proteger a los ciudadanos contra los efectos perjudiciales de la exposición al ruido del entorno doméstico. Dicho planteamiento se basa en evaluaciones realizadas de acuerdo con métodos comunes, información a la población y acciones comunes a escala europea.

Esta propuesta de Directiva se refiere al ruido que percibe el ciudadano dentro de su hogar y en los alrededores, en las zonas relativamente tranquilas de una aglomeración o del campo, en los hospitales y en sus inmediaciones, en las escuelas y alrededores y en otros edificios. No se aplica al ruido producido individualmente, al ruido que se percibe en los medios de transporte, al ruido derivado de las actividades domésticas ni al ruido del vecindario o del lugar de trabajo.

Se determinan y definen los indicadores de ruido y métodos de evaluación que deben utilizarse: Lden y Lnoche. Lden es un indicador del nivel de ruido continuo equivalente durante 24 horas, contemplando tres períodos: el día (12 horas de 7 a 19h) , la tarde (evening) (4 horas de 19 a 23h) penalizada con 5 dBA y la noche (8 horas de 23 a 7h), que se penaliza con 10 dBA.

Lnoche es el nivel sonoro continuo equivalente de 23 a 7h. Los indicadores de ruido Lden y Lnoche se utilizan en la elaboración de mapas de ruido, en la elaboración o revisión de las nor-

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right)$$

mas sobre cartografiado estratégico del ruido y en la planificación acústica o zonificación del ruido. Pueden utilizarse otros indicadores en casos particulares.

La Directiva obliga a los Estados Miembros a realizar mapas de ruido. Estos mapas de ruido presentan datos sobre la situación acústica, la superación de un valor límite de un indicador de ruido, el número de viviendas en una zona determinada expuestas a valores específicos, el número de personas afectadas, informes sobre las medidas o modelos de lucha contra el ruido.

Existen varios tipos de mapas de ruido: mapas con datos para la Comisión Europea, mapas que constituyen una fuente de información para los ciudadanos y mapas que sirven para elaborar planes de acción.

En un plazo de 5 años a partir de la entrada en vigor de la Directiva, deberán elaborarse y aprobarse los mapas de ruido correspondientes a la situación del año anterior para aglomeraciones de más de 250.000 habitantes, los grandes ejes viarios de más de 6.000.000 de vehículos/año, los grandes ejes ferroviarios de más de 60.000 circulaciones/año y los aeropuertos con más de 50.000 operaciones/año.

Posteriormente, los Estados miembros comunicarán a la Comisión las aglomeraciones urbanas de más de 100.000 habitantes presentes en su territorio, para que en un plazo de 10 años a partir de la entrada en vigor de la Directiva estén elaborados y aprobados los mapas de ruido del resto de las aglomeraciones, de 100.000 a 250.000 habitantes, grandes ejes viarios, más de 3.000.000 vehículos/año y ferroviarios, más de 30.000 circulaciones/año.

Los mapas de ruido deben renovarse cada cinco años. Un año después de las fechas límite establecidas para la realización de los mapas de ruido, deberán estar realizados los correspondientes planes de acción contra el ruido. Los planes de acción incluyen: una descripción de la zona, la autoridad responsable, los valores límite, un resumen de los resultados de la labor de cartografiado del ruido, un análisis de la situación con respecto a la salud, determinación de los problemas, medidas que ya se aplican contra el ruido, situaciones que conviene mejorar, acciones previstas en los próximos cinco años, presupuesto, estrategia a largo plazo, relación de las consultas públicas, evaluaciones coste-eficacia o costes-beneficios.

Las autoridades competentes pueden adoptar las acciones siguientes: planificación del tráfico, fomento del transporte público, ordenación territorial, medidas técnicas, selección de fuentes más silenciosas, reducción de la transmisión de sonidos, licencias, campañas de sensibilización del público, vigilancia del ruido, impuestos y multas.

Asimismo, los planes de acción deben renovarse cada cinco años. Los Estados Miembros deben publicar los mapas de ruido en Internet en un plazo de dos meses tras su aprobación, y deben velar por que, antes de que se aprueben los planes de acción, la autoridad responsable organice una consulta pública y tenga en cuenta sus resultados.

A la espera de una legislación en firme, los criterios utilizados en la actualidad por la Administración del Estado Español (Ministerio de Fomento y Ministerio de Medio Ambiente) se basan en asumir los valores L_{Aeq} (7h-23h) $\geq$ 65 dBA y L_{Aeq} (23h-7h) o 55 dBA como límites generales que no se deben superar durante los períodos diurno y nocturno respectivamente.

3. METODOS DE EVALUACION DEL RUIDO DE CARRETERAS

La evaluación de los niveles de ruido generados por el tráfico de una carretera puede llevarse a cabo a través de dos métodos distintos: medición y previsión. En la práctica actual, dos características determinan la calidad de un método: I) su validez, lo que significa la precisión de los resultados obtenidos; II) su operatividad, en términos tanto de tiempo como de costes económicos.

Los métodos de medición son únicamente relevantes cuando se aplican a situaciones existentes, mientras que los métodos de previsión pueden utilizarse tanto para las situaciones existentes como para las que se planifiquen. Pueden combinarse los métodos de previsión y medición para proporcionar una mejor o simplemente más operativa evaluación.

Desde el punto de vista técnico, los métodos de previsión son más versátiles para determinar el nivel del sonido derivado de fuentes sonoras conocidas, como por ejemplo el tráfico. Sus menores costes y su mayor fiabilidad nos indican que deberían preferirse a la hora de proceder a la evaluación del ruido. Han demostrado ser de una gran utilidad y algunos de ellos se han aplicado en una amplia gama de situaciones afectadas por el ruido.

Sin embargo, cuando se aplica cualquier método de previsión, existen una serie de restricciones relacionadas con la capacidad del modelo de simular con precisión las características de la fuente sonora y de considerar todas las posibilidades de propagación del sonido. Por lo tanto, para conseguir una adecuada evaluación,deberá considerarse la validez de cada método de previsión, teniendo en cuenta los tipos de escenarios de simulación y umbrales de confianza de cada variable.

Los resultados de los métodos de medición sólo proporcionan información sobre una situación que viene determinada por una serie de condiciones específicas y el momento en que se toman las medidas. El tráfico y otras fuentes de ruido y las condiciones atmosféricas varían con el tiempo. Por lo tanto, sólo pueden compararse mediciones estrictamente simultáneas, a menos que se consideren las correcciones pertinentes. Además, es necesario emplear mucho tiempo para medir una serie de puntos relativamente reducida, mientras que los métodos de cálculo determinan con rapidez los niveles sonoros en zonas extensas.

Los métodos de medición también se emplean para determinar la eficacia de las pantallas acústicas, comparando los niveles obtenidos antes y después de colocar la pantalla. Asimismo, los métodos de medición, se emplean para estudiar la precisión de los niveles previstos por el cálculo.

Como consecuencia de la reducción de la emisión del ruido de los vehículos que circulan en los países desarrollados, debida a la implementación de políticas de control del ruido, los métodos de previsión deben contrastarse y modificarse, de forma continuada, con el fin de adaptar los niveles teóricos de emisión a los reales que vayan cambiando.

A pesar de los beneficios técnicos y a la tendencia general en favor del empleo de métodos de previsión, los métodos de medición difícilmente pueden sustituirse por los de cálculo, cuando se requiere una evaluación del ruido en situaciones como aquellas que implican procedimientos legales (ej.: apelaciones de la comunidad al Gobierno, en relación con los efectos de la contaminación producida por el ruido).

3.1. Métodos de medición

Se basan en la toma de medidas directas con sonómetros, para evaluar los niveles sonoros de una zona. Se utilizan sonómetros que evalúan los niveles de presión sonora continua equivalente durante un período de tiempo y situados en diferentes posiciones. Las mediciones se realizan fundamentalmente con los siguientes propósitos: determinar los niveles de ruido en una zona para la identificación de situaciones no deseadas, evaluar las variaciones del entorno en los niveles de ruido, comparando los niveles antes y después de la construcción de la carretera, y estimar la eficacia de las medidas anti-ruido aplicadas. Lugares, períodos de medición y métodos seleccionados dependen del objetivo perseguido y del campo de aplicación. Por ejemplo, cuando ha de procederse a la evaluación de una zona extensa, la selección de los intervalos de medición y de los puntos de estudio afecta notablemente al carácter de los resultados obtenidos.

Los niveles de ruido debidos al tráfico rodado varían espacial y cronológicamente. Se eligen diferentes intervalos y diferentes ubicaciones dependiendo de los objetivos perseguidos y de las características de la circulación. Se deben realizar análisis de las variaciones del tráfi-

co, así como estudios de la distribución territorial de las actividades, con el fin de seleccionar aquellos puntos en donde se vaya a medir. El objetivo de estos análisis es optimizar el tiempo empleado en medir y a la vez obtener resultados precisos y representativos.

Al medir el ruido de una carretera se obtienen niveles para una situación concreta y durante un tiempo determinado. Como el tráfico y las condiciones climatológicas varían con el tiempo, sólo pueden compararse medidas estrictamente simultáneas, a menos que se tomen las correcciones pertinentes.

3.1.1. Puntos de medida

El número y situación de los puntos de medición necesarios para identificar el sonido medioambiental de una zona, depende del tipo de mediciones que se vayan a realizar. Los criterios de selección pueden resumirse en dos:

a) Seleccionar puntos en donde sea probable que el ruido del tráfico pueda perturbar a la población.

b) Seleccionar los puntos que sean representativos de las diferentes situaciones y condiciones de la zona.

Los puntos importantes no son necesariamente aquellos que presentan niveles de ruido más elevados, sino que son los puntos exteriores de los edificios que están más cerca de la carretera, tomados a diferentes alturas.

3.1.2. Períodos de medición

Como regla general, los períodos de medición deben ser tan largos como sea necesario para conseguir un buen conocimiento de la evolución del ruido durante un día, una semana o una estación, teniendo en cuenta las condiciones atmosféricas de la zona. Por lo tanto, el tiempo de medición no tiene límite. Sin embargo, como deben realizarse con frecuencia estudios y evaluaciones en cortos períodos de tiempo, en la mayoría es necesario acortar los intervalos de tiempo para medir, que dependerán del propósito de la evaluación, y extrapolar los resultados obtenidos en períodos cortos a períodos más largos, en función de datos conocidos sobre la evolución del tráfico.

En cualquier caso se recomienda un intervalo mínimo de medida de 15 minutos. Sin embargo, cuando no se conoce la evolución del tráfico, deben hacerse mediciones de hasta 24 horas para evaluar adecuadamente el L_{eq} diurno, vespertino y nocturno.

El gráfico 3 representa la evolución del nivel sonoro equivalente a lo largo de un período de 48 horas en un punto situado en las cercanías de una carretera con mucho tráfico. Como se puede apreciar, el ruido a lo largo del período 7-23 horas es muy estable, por lo que el valor obtenido con una medida corta en cualquier hora central del día es muy similar al valor del L_{eq} (7-23h).

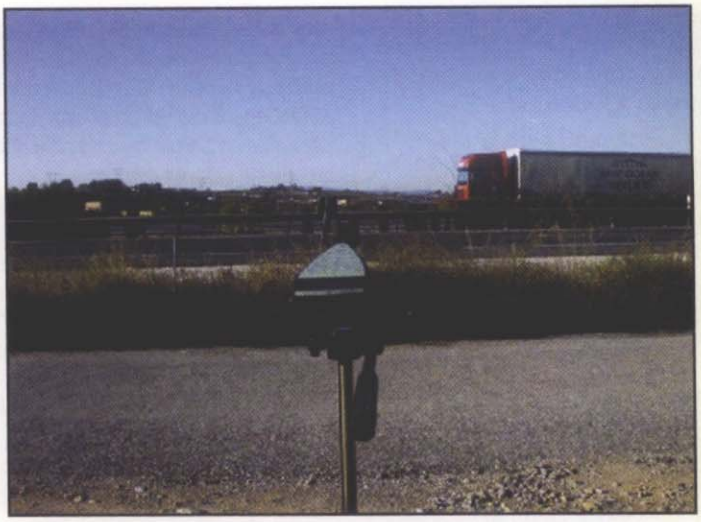


Gráfico 2. Medida del ruido de una carretera.

Es el caso típico de situación acústica en el que se puede acortar el tiempo de medida para evaluar el ruido diurno. Sin embargo, para evaluar el ruido nocturno, no basta con una medida corta a cualquier hora de la noche, ya que las diferencias de nivel varían notablemente de una hora a otra. En este caso el intervalo de medida debería abarcar las 8 horas, o bien podría obtenerse el nivel nocturno a partir del nivel diurno, conociendo previamente la gráfica de evolución del tráfico.

3.2. Métodos de previsión de niveles sonoros en carreteras

Los métodos de previsión de cálculo se basan en el conocimiento de las teorías de emisión y propagación del sonido; éstas permiten calcular los niveles de ruido a través de la simulación de situaciones reales o predecibles mediante modelos.

Son métodos de carácter semiempírico: combinan resultados experimentales con fórmulas de cálculo. Los datos experimentales de los que parten los métodos son los niveles de emisión que producen diferentes categorías de vehículos, a una distancia prefijada, en condiciones de propagación en campo abierto.

Los niveles en los receptores se obtienen según las leyes de la propagación acústica, estimando la atenuación entre la fuente y el receptor.

En función de la complejidad de la formulación matemática podemos hacer la siguiente clasificación de los métodos de previsión:

a. Métodos de previsión sencillos

b. Modelos matemáticos informáticos (Modelos basados en la utilización de ordenadores y programas matemáticos)

c. Modelos físicos

a.Métodos de previsión sencillos

Estos métodos se caracterizan por su sencillez de uso, debido a una generalización de los escenarios analizados y una imprecisión en los datos obtenidos. Se basan en la utilización de una fórmula de cálculo simple y factores de corrección que se obtienen de tablas o ábacos, válidos para un cierto número de situaciones tipo.

Existen numerosos métodos que son similares en cuanto a su estructura. Sus diferencias se refieren a los datos de entrada (niveles de emisión de los vehículos) y en que aplican distintos factores de corrección.

Las fórmulas de estos métodos simplificados corresponden a expresiones del tipo:

$L = L_0 - A$

Donde:

L: Nivel de presión sonora en un punto de cálculo

L_0: Nivel de presión sonora de referencia. Es el nivel producido por el tráfico a una distancia determinada

A: Atenuación debida a la propagación

L_0 depende de las características de la infraestructura, de la intensidad del tráfico, de la categoría de los vehículos y de la velocidad media de circulación de estos vehículos.

La atenuación A se produce por la divergencia geométrica (efecto de la distancia), la absorción de las ondas sonoras en el aire, el efecto suelo, la presencia de obstáculos en la propagación y el efecto de eventuales reflexiones. Esta última aumenta los niveles sonoros al considerar, además de la energía recibida directamente, la procedente de la reflexión del ruido sobre los obstáculos.

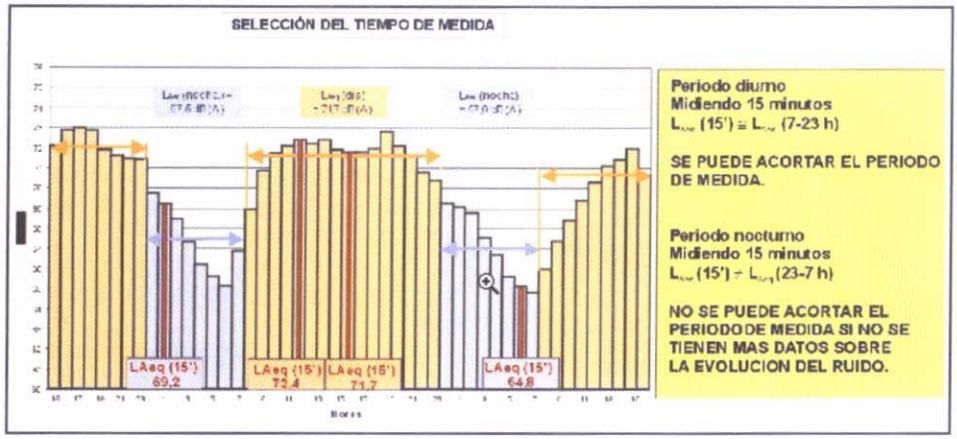


Gráfico 3. Evolución del ruido en una carretera.

b. Modelos matemáticos

Son simulaciones que evalúan los fenómenos acústicos de propagación y reflexión. La precisión de sus resultados dependen tanto de la complejidad del modelo como de la calidad de los datos de entrada.

Las fórmulas de cálculo que figuran en los modelos de previsión son muy similares. Se obtiene experimentalmente un nivel de ruido de referencia que corresponde al nivel producido por un único vehículo circulando en condiciones normalizadas a una distancia de referencia y este dato se incorpora a la fórmula como un valor constante. Este valor es corregido mediante factores que tienen en cuenta la influencia de los tipos de vehículos, la sección de la carretera, el efecto que producen los obstáculos. El número y el valor de estos factores varía de un modelo a otro.

Los parámetros que representan los factores implicados son:

-Tráfico de la carretera
-Condiciones topográficas
-Tipo de calzada
-Puntos receptores
-Atenuaciones del suelo y el aire
-Influencia de las condiciones meteorológicas

La estructura de funcionamiento del modelo es:

1. Descripción topográfica del lugar, definiendo la ubicación de los puntos receptores, las características absorbentes del terreno, presencia de obstáculos naturales o artificiales, etc.

2.Definición de la carretera, perfil longitudinal, secciones, estructuras (plataforma a nivel o elevada, túneles, viaductos, desmontes, etc.)

3.Caracterización de la fuente (flujo de tráfico, velocidad media, tipo de vehículo)

4.Análisis de la difusión del sonido en su propagación. Es necesario tener en cuenta la atenuación debida a la distancia, la absorción del suelo, las reflexiones y difracciones provocadas por los obstáculos y la absorción acústica del aire.

5.Salida de resultados.

Existen ya una serie de modelos informáticos de alto nivel avalados por las administraciones de países de la Unión Europea, no así en España. No todos los modelos calculan exactamente de la misma forma y no todos los modelos son capaces de calcular todas las situaciones posibles.

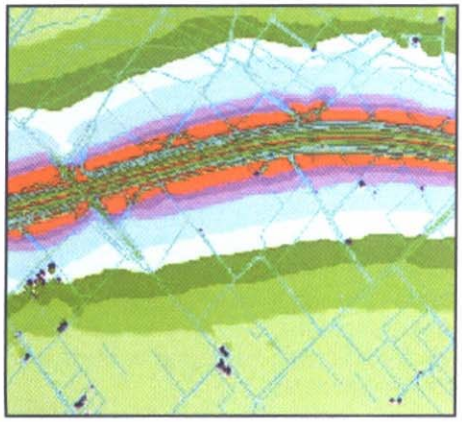
La Unión Europea está trabajando en el diseño de un método armonizado europeo de cálculo de ruido de las carreteras (y también para ferrocarriles y aeropuertos), que cuando esté a punto, se trasladará a un modelo informático.

A continuación figuran ejemplos de cálculos y salida de datos de algunos modelos europeos.

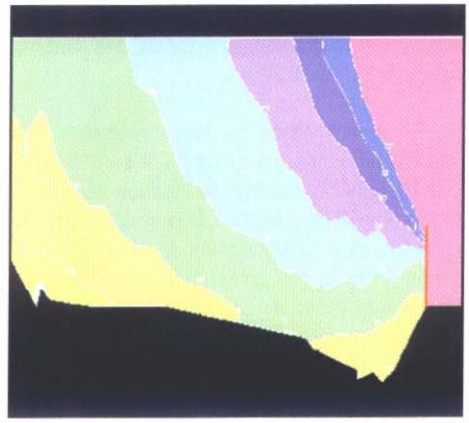
c.Modelos físicos

Los métodos de simulación que utilizan modelos reducidos permiten reproducir con gran detalle situaciones espaciales muy complejas. Sin embargo, los modelos reducidos son extremadamente costosos en términos tanto de financiación como de medios, ya que requieren la construcción de un modelo reducido "ad-hoc" y precisan un equipo experimental altamente sofisticado.

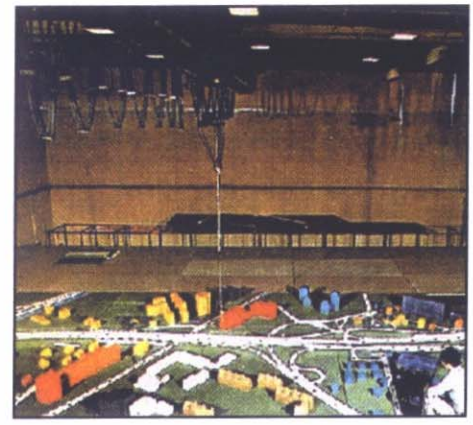
Salvo cuando se emplea un modelo reducido, lo que apenas ocurre, la previsión del ruido producido por el tráfico se realiza mediante la utilización de fórmulas matemáticas. Estas fórmulas resultan tanto de consideraciones teóricas como empíricas que involucran potencia acústica de emisión y ciertas atenuaciones. La complejidad de los procesos de cálculo, especialmente si se persigue un cierto grado de precisión, requiere el empleo de programas informáticos, para reducir el tiempo empleado en el cálculo.



Mapa de ruido horizontal



Mapa de ruido vertical



Centro de ensayos acústicos con modelos físicos reducidos CSTB. Grenoble (Francia)

4. REDES DE VIGILANCIA DE CONTAMINACION ACUSTICA

El hecho de valorar y controlar los efectos que produce el ruido sobre el conjunto de la población afectada en amplios intervalos de tiempo, plantea la necesidad de nuevos sistemas que permiten obtener información acústica continuada, simultánea y precisa del impacto acústico existente.

Aprovechando los avances en instrumentación acústica y en informática se han diseñado redes de vigilancia acústica capaces de aportar información precisa del impacto existente en un entorno aeroportuario, el producido por infraestructuras del transporte, por las actividades del vecindario o la industria, etc.

Un sistema de vigilancia permanente de ruido se compone básicamente de los siguientes elementos:

1.Terminales de monitorado de ruido (TMR). El número de estaciones debe de ser suficiente y estar situadas de tal manera que abarquen el área de interés. Los equipos de ruido han de estar diseñados para soportar todas las condiciones climáticas de la zona; para ello estos sistemas utilizan micrófonos de intemperie.

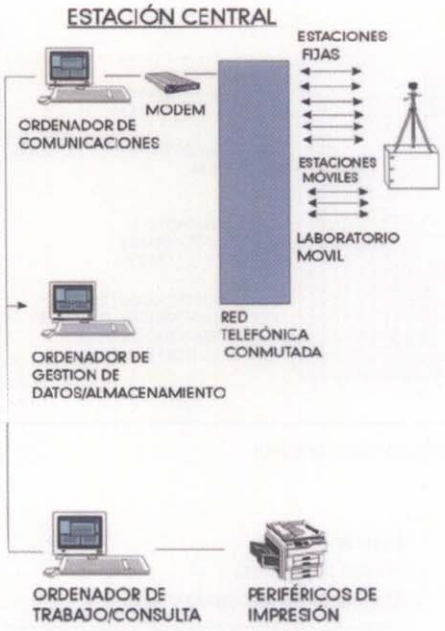
Estas terminales registran además las condiciones de viento, temperatura y humedad y otros datos no acústicos.

2. Medio de transmisión de la información generada en las terminales. Puede ser la red de comunicaciones convencional o una red propia.

3. Central de proceso de datos. Esta estación central recibe, gestiona, trata, procesa y almacena toda la información transmitida por los terminales. Desde la misma se seleccionan los



Terminal de monitorado de ruido



Sistema de vigilancia

índices a medir, se verifica la calibración de los equipos, y se controla la trasmisión de los datos.

Procedimientos para tratar y enviar la información a través de una red de vigilancia

I.- Sistemas en tiempo real. Son sistemas que permanecen en constante comunicación con todos los terminales de monitorado que forman el mismo, solicitándoles información de los niveles de ruido cada segundo, mediante el uso de líneas telefónicas. En este caso los datos se almacenan en el ordenador central.

II. –Sistemas en tiempo diferido. Los TMR son similares a los sistemas de tiempo real, con la única diferencia de que son capaces de almacenar al menos 24 horas de datos de forma automática, a la espera de recibir una llamada desde la Estación Central.

En ambos casos los datos recibidos, una vez validados, pasan a una base de datos capaz de analizar los índices básicos de interés tales como el Leq, el nivel de presión sonora de cada segundo, la calibración de cada TMR, sucesos sonoros que sobrepasan un límite establecido, duración de cada uno de ellos, datos estadísticos, etc.

5. ACTUACIONES CONTRA EL RUIDO DE CARRETERA

Hoy en día, el ruido de tráfico es considerado como una de las causas de deterioro medioambiental asociado a cualquier infraestructura de transporte: autopistas, líneas de ferrocarril, aeropuertos, etc.

Para poder abordar el problema de la contaminación acústica en general, apreciada como molestia e incluso riesgo para la salud, es preciso conocer todos los factores que intervienen: físicos, psicosociales, etc.

Hay que considerar, en cualquier caso, los aspectos peculiares de este tipo de contaminación:

- Se trata de una contaminación que podemos definir, a diferencia de los restantes tipos de contaminación, como "limpia", en efecto, sólo existe contaminación mientras existe una fuente de ruido activa y, una vez desaparecida dicha fuente, no queda ningún tipo de contaminación residual. Por consiguiente, la cuarta dimensión, el "tiempo", deberá considerarse para el diseño de las medidas correctoras.
- Precisa de la existencia de individuos sensibles a la molestia asociada al ruido para ocasionar efectos negativos. Por tanto, las medidas correctoras deberán ser eficaces en los puntos donde se localicen esos receptores.

Como medidas correctoras del ruido asociado a una determinada infraestructura puede analizarse la viabilidad de emprender distintas actuaciones que, de forma general, cabe agrupar en 4 grandes grupos.

1. Actuaciones en la planificación de las infraestructuras de transporte y ordenación del territorio.

2 Acciones sobre la fuente de ruido, reduciendo al máximo la emisión de ruido de los vehículos.

3. Actuaciones sobre la propagación del sonido: barreras acústicas y dispositivos anti-ruido, y en menor medida el tratamiento de superficies.

4. Actuaciones sobre el receptor, como es el aislamiento de fachadas y tejados y en general el cerramiento acústico en el entorno del receptor.

5.1. Actuaciones en la planificación y la ordenación del territorio

Resulta evidente que la primera forma de evitar los efectos nocivos de la contaminación acústica de los transportes es una buena planificación urbanística, de forma que los usos del suelo menos sensibles al ruido se localicen próximos a los corredores y zonas de afección de las infraestructuras.

En los desarrollos nuevos de las ciudades hay que contemplar el factor ruido, tanto para la ubicación de las actividades y las edificaciones como para el diseño de los sistemas generales

de transporte.

Es imprescindible establecer una zonificación del territorio por actividades considerando la calidad del ambiente sonoro exigible en cada una de ellas.

Conviene tener en cuenta que las clasificaciones de usos del suelo utilizadas tradicionalmente en los instrumentos de planeamiento urbanístico no son generalmente adecuadas para una zonificación acústica. Así, por ejemplo, dentro de la clasificación tradicional de equipamientos, es preciso diferenciar aquellos que son más sensibles al ruido de los que no lo son, y sobre todo tener presente también el uso de los mismos, ya que algunas actividades sensibles al ruido presentan la ventaja de realizarse únicamente en horario diurno.

Teniendo en cuenta que las infraestructuras de transporte constituyen la principal fuente generadora de ruido, se deben establecer reservas de corredores y emplazamientos para infraestructuras con limitaciones de uso en el entorno de las mismas y una distancia mínima de la línea de edificación más próxima.

Evitar graves problemas de ruido en la fase de planificación es posible y sin embargo corregir el ruido en situaciones consolidadas resulta muchas veces tarea prácticamente imposible.

5.2. Actuaciones en la fuente de ruido

Las acciones encaminadas a disminuir el ruido en origen pueden encuadrarse en tres grandes grupos:

-Modificar el diseño y estructura de la fuente: vehículos silenciosos, pavimentos de carretera más silenciosos.

-Modificar el funcionamiento de la fuente: restricciones de tráfico, horarios de actividad.

-Aislar la fuente: túneles y soterramientos

Las normativas europeas, normativas estatales y autonómicas y las ordenanzas municipales, establecen límites de emisión sonora a los diferentes tipos de vehículos, medios de transporte, y a algunas máquinas y equipamientos, que cada vez son menos ruidosos. No obstante siempre existe algún tipo de limitación técnica o económica que impide bajar de determinados niveles la emisión de las fuentessonoras.

En el caso del transporte terrestre, las actuaciones se centran, en primer lugar, en un diseño de la infraestructura que no favorezca la propagación del ruido (desmontes y trincheras, por ejemplo, son en general elementos recomendables). Para reducir el ruido en la interfase neumático-calzada se suele incidir principalmente en la prescripción y empleo de firmes de tipo poroso-drenante.

Recordar aquí que no se trata únicamente de conseguir equipos y actividades menos ruidosas, sino que también es necesario gestionar adecuadamente el factor tiempo, limitando ciertas actividades y comportamientos durante los períodos más sensibles, fundamentalmente durante el período nocturno.

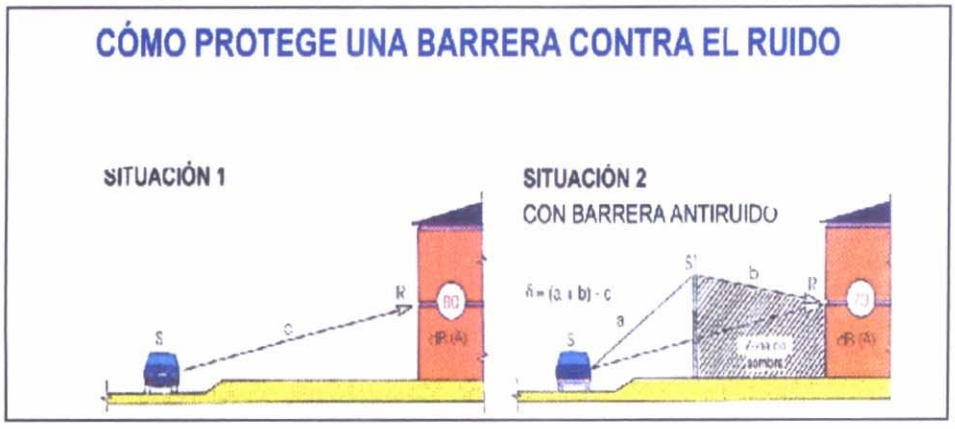
5.3. Acciones sobre la propagación del sonido

Las acciones para intentar reducir el ruido en el camino de propagación entre la fuente y el receptor son fundamentalmente:

-La instalación de barreras acústicas: pantallas delgadas, diques de tierra, cubiertas parciales y totales, creación de obstáculos

-La modificación de las características del terreno y los obstáculos: cambiar superficies reflectantes por absorbentes.

Las acciones sobre la propagación del sonido son las medidas correctoras más comunes en los proyectos de infraestructuras de transporte terrestre y otras instalaciones.



Protección de una barrera acústica

5.4. Actuaciones en el entorno del receptor

Desde un punto de vista teórico se podría actuar:

-Aislando el entorno del receptor: cerramientos, fachadas y tejados, protección auditiva, cabinas insonorizadas, etc.

-Modificando la actividad del receptor: en general es difícil obligar al receptor a modificar el tipo u horarios de actividad, para hacerlos compatibles con el ruido.

Las actuaciones de aislamiento representan la última medida correctora que se debe considerar, ya que no se aplican para reducir el ruido ambiental en el contexto en que se está aplicando en este tema (ruido en exteriores), sino que pretenden garantizar la calidad de los ambientes sonoros interiores.

Las técnicas de aislamiento permiten obtener con relativa facilidad aislamientos de más de 30 dBA, pero siempre a condición de que no existan zonas o elementos que permitan la entrada de ruido al recinto (obligación de permanecer con las puertas y ventanas cerradas para mantener su eficacia).

6. BARRERAS ACUSTICAS O ANTI-RUIDO

6.1. Tipos de barreras acústicas

Entendemos por el término barrera o pantalla acústica, aquellos elementos u obstáculos que por su situación y características protegen del ruido proveniente de una determinada fuente sonora a un determinado receptor, dificultando la transmisión del sonido a su través. Por tanto, en este término consideraremos incluidos:

Diques de tierra: Obstáculos formados por amontonamiento de tierra con grandes espesores en la base. Generalmente se suelen recubrir con tierra vegetal u otros elementos para facilitar la revegetación y crecimiento de plantas. Presentan la ventaja de que el coste del material de construcción es relativamente bajo, y se pueden aprovechar los excedentes del movimiento de tierras en infraestructuras de nueva construcción. No obstante, la ocupación de espacio que precisan y el coste de las expropiaciones que aumentarían el montante total de la obra pueden llegar a desaconsejar su prescripción como medida correctora. Adecuadamente ejecutados, su integración paisajística puede ser óptima, particularmente en zonas rurales.

Pantallas acústicas convencionales: Muros o barreras constituidas por elementos de pared relativamente delgada, verticales o inclinados, que presentan distinto grado de absorción acústica y que ofrecen una gran resistencia a la transmisión del sonido a su través, es decir un índice de aislamiento a ruido aéreo suficiente. Las pantallas pueden adoptar numerosas formas y emplear diversos materiales: elementos metálicos, hormigón, madera, vidrio, materiales plásticos, materiales cerámicos, elementos prefabricados a base de los materiales anteriores y materiales absorbentes (lana mineral, fibra de vidrio, etc.) Son las más usualmente empleadas y más interesantes como equipamiento anti-ruido, propiamente dicho, de las infraestructuras viales.

Construcciones mixtas: son soluciones que resultan de la combinación de algunos de los tipos anteriores (dique de tierra + pantalla acústica en su coronación, semi-dique con elementos de contención de tierra vegetalizables, etc.).

Cubiertas parciales o totales de la calzada o vía de circulación: Evidentemente, desde el punto de vista de la eficacia anti-ruido, son las más interesantes, pero su elevado presupuesto de ejecución las hace generalmente inabordables. Existen soluciones de cubrición total o parcial mediante elementos ligeros similares a los empleados en apantallamiento acústico (paneles modulares, enrejados de baffles, cubiertas translúcidas o transparentes, etc.), pero igualmente su empleo resulta muy limitado en razón de la elevada inversión que suponen.

Pantallas vegetales implantadas en una banda de anchura considerable: No son muy eficaces. Constituidas por masas de vegetación perennifolia y muy densas (se precisa una anchura del orden de 50 m de bosque de pino denso, para obtener una reducción de 2 a 3 dBA), no son eficaces las plantaciones de algunas pocas filas de árboles o arbustos junto a la carretera, ferrocarril, etc.

Asimismo, existen otro tipo de elementos que dificultan la propagación del sonido, desde la fuente al receptor, por absorción acústica de las ondas sonoras que inciden sobre ellos:

Tratamientos absorbentes: Empleados para aumentar considerablemente el grado de absorción acústica de muros de contención, paredes de trincheras, accesos y bocas de túneles, etc. Suelen emplearse materiales análogos a los empleados para la realización de las pantallas acústicas absorbentes, sin que deban aportar un mínimo grado de aislamiento a ruido aéreo; con ellos se realiza un revestimiento de las superficies a tratar. Resultan igualmente muy interesantes como dotaciones anti-ruido de la infraestructura vial.

7. LOS PLANES DE ACCION CONTRA EL RUIDO

Los planes de acción contra el ruido deben ser instrumentos que permitan, una vez conocido el medio ambiente sonoro actual y futuro de una determinada zona, acometer actuaciones concretas destinadas a evitar y disminuir el número y gravedad de las situaciones acústicamente no deseadas.

Las actuaciones, como ya se ha visto anteriormente, pueden ser de muy diversa índole:

-Regulación del tráfico, por ejemplo desviación de la circulación.
-Establecimiento y aplicación de límites de velocidad, promoción del transporte público y del cambio modal (para, por ejemplo, pasar del transporte rodado altransporte por ferrocarril), etc.
-Ordenación del territorio.
-Aplicación de medidas técnicas en las fuentes emisoras, por ejemplo en relación con el revestimiento de carreteras y las vías férreas.
-Selección de fuentes más silenciosas.
-Reducción de la transmisión de sonido (pantallas acústicas, túneles, aislamiento de viviendas, etc.).
-Limitación en las autorizaciones para determinadas actividades.
-Campañas públicas de información y sensibilización.
-Seguimiento del ruido (medición del ruido en uno o varios puntos para comprobar si el ruido percibido o emitido cumple un requisito dado).
-Medidas económicas tales como tasas y sanciones.

En general, un plan de actuación debe centrarse en los siguientes apartados:

-Análisis de la situación actual y prevista
En este apartado se recomienda contar con mapas de ruido que sinteticen los niveles sonoros resultantes en cada uno de los escenarios contemplados en el plan.

-Establecimiento de objetivos de calidad acústica
De acuerdo con las legislaciones vigentes deben establecerse unos objetivos que se pretenden alcanzar con la aplicación del plan. No siempre es posible alcanzar los objetivos más ambiciosos, por lo que no hay que descartar las actuaciones de mejora de la calidad del ambiente sonoro y recuperación de puntos negros que incluyan medidas correctoras interesantes, aún cuando no se alcance la calidad óptima.

-Posibles actuaciones
Decidir sobre aquellas más adecuadas y viables desde el punto de vista técnico y económico.

-Programa de actuaciones
Debe establecerse un calendario de actuaciones lo más detallado posible y un sistema para el control y seguimiento de las mismas.

-Coste y Financiación de las actuaciones
Según lo establecido en la Directiva sobre evaluación y gestión del ruido ambiental los planes de acción o actuación contra el ruido deben incluir como mínimo, los elementos siguientes:

-Descripción de la zona a la que se refiere el plan
*Aglomeración (dimensiones, ubicación, número de habitantes, usos del suelo, principales fuentes de ruido y tipo de edificios y su función).
*Eje viario principal.
*Eje ferroviario principal
*Aeropuerto principal (ubicación, dimensiones, datos relativos al tráfico y al entorno).

-Autoridad responsable e la elaboración y ejecución del plan.

-Contexto jurídico.

-Valores límite para la determinación de la calidad del ambiente sonoro.

-Resumen de los resultados de la labor de cartografiado del ruido.

-Análisis de la situación con respecto a la salud sobre la base de los mapas de ruido y las relaciones dosis-efecto.

-Determinación de los problemas.

-Medidas que ya se aplican con respecto al ruido y acciones en curso.

-Situaciones que deben mejorar.

-Acciones previstas por las autoridades competentes para los próximos años, incluso por lo que se refiere a las medidas para proteger las zonas relativamente tranquilas.

-Presupuesto de las acciones.

-Estrategia a largo plazo.

-Relación de las consultas públicas.

-Evaluaciones coste-eficacia o costes-beneficios.


J. Walter Thompson
El combustible es Shell, el asfalto también.
Shell Bitumen
www.shell.com.ar

FIABILIDAD DE LAS MEDIDAS DEL ESPESOR DE LAS CAPAS DE PAVIMENTOS DE CARRETERAS MEDIANTE GEORRADAR

Por Jorge Muñoz Sanz - Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) del Ministerio de Fomento de España

Trabajo publicado en la revista Ingeniería Civil Nº 126

1-INTRODUCCION

El georradar empleado en la medida de los espesores de las capas que componen el firme de las carreteras es una modificación de los radares de penetración de suelos utilizados en los trabajos de Geofísica.

En 1995, el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) adquirió un equipo para medir espesores; con él se han auscultado más de 4000 km de carreteras de la Red Estatal por encargo de la Dirección General de Carreteras.

Las medidas automáticas de espesor, sin toma de testigos (auscultación no destructiva), a velocidades compatibles con las del tráfico, pueden considerarse como suficientemente fiables para la primera capa detectada; sin embargo, para las capas más profundas detectadas, las medidas automáticas no lo son.

En este artículo se presenta una serie de medidas de espesor correspondientes a la segunda capa del pavimento y se evalúan los errores obtenidos con el equipo de georradar. Finalmente se propone una solución de tipo práctico, que reduce el error obtenido en el post-procesado, con objeto de obviar las múltiples dificultades y errores que provocan las diferentes hipótesis de cálculo, cuando no se dispone de testigos.

2-EQUIPO UTILIZADO

El equipo dispone de un sistema de georradar modelo SIR-10H de GSSI. Este sistema está dotado de un par de antenas biestáticas TEM de tipo bocina para cada una de las rodadas.

En cada par de antenas, una de ellas emite impulsos senoidales con amplitud de 10V y con frecuencia central de 1 GHz y la otra recibe los ecos en una banda de frecuencias comprendida entre 0 y 4 GHz, con un nivel de ruido teórico inferior a 1 mV. Ambas antenas no necesitan estar en contacto con el pavimento y se suelen situar a unos 45 cm de altura sobre la superficie de la capa de rodadura (Fig. 1).

El equipo va montado sobre un vehículo (Fig.2). En la auscultación, la velocidad de desplazamiento puede llegar hasta 80 km/h, midiendo en las dos rodadas del carril, tomando una medida de espesores cada metro recorrido y registrando la distancia al origen, las coordenadas GPS y las marcas de eventos que decida el usuario.

Este equipo permite detectar el despegue progresivo de las capas del pavimento bajo ciertas condiciones, la formación de huecos y la evolución de la humedad.

La profundidad de exploración depende de los materiales que componen el firme y se puede estimar, en el caso de firmes flexibles, alrededor de 70 cm; en cualquier caso, el espesor de las capas a detectar debe ser como mínimo de unos 5 cm.

El software de post-procesamiento utilizado ha sido RADAN, V.1.4. de GSSI.

3-PARTE EXPERIMENTAL

Las medidas se han efectuado en el tramo experimental de Carabias de la Autovía N-I (pk 128,500 a 132,000) que tiene dos calzadas con dos carriles/calzada. El tramo está constituido por 12 secciones en cada una de las dos calzadas y el pavimento está constituido por mezcla bituminosa con diversas características (espesor, fórmula de trabajo, áridos, densidad, contenido de ligante, etc.).

Para este estudio se han seleccionado 10 secciones de firme de estructura diferente; cada sección tiene una longitud próxima a 300 m.

En cada sección se han extraído varios testigos del firme y se han medido los espesores de las diferentes capas; estas medidas se han utilizado como valores de referencia.

La auscultación con el georradar se ha hecho, en las dos calzadas, el mismo día y con el mismo operador, a una velocidad media de 80km/h. El número de pasadas se ha restringido a tres para interferir lo menos posible en el tráfico de carril rápido.

Los valores de velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas a través de las capas del firme, adoptados en el procesamiento de los datos, son calculados de forma automática: las constantes dieléctricas se evalúan en función de las amplitudes de las ondas incidentes y reflejadas.

Las antenas emisoras están orientadas para radiar los impulsos hacia el interior del firme, perpendicularmente a la superficie del pavimento. La detección de las interfaces entre capas se obtiene a partir de las sucesivas señales correspondientes a las reflexiones de los impulsos, originados en esas interfaces y captados por las antenas receptoras durante un intervalo de 20 ns; para ello es necesario que las constantes dieléctricas de las capas adyacentes sean distintas.

El estudio de las ondas reflejadas permite fijar los intervalos de tiempo entre ecos y, si se conoce la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas en las diferentes capas, o su constante dieléctrica, se puede obtener el espesor de cada capa.

En la medida de los espesores de las capas, el problema que se plantea es cómo conocer la celocidad de propagación de las ondas electromagnéticas en cada capa, sin necesidad de recurrir a la toma de testigos.

Es cierto que el número de testigos necesarios para obtener espesores fiables disminuye drásticamente con el uso del georradar (dos o tres por tramo homogéneo).

Para obviar, al menos en parte, la toma de testigos se ha recurrido al uso de grupos de antenas acopladas al pavimento, una emisora y varias receptoras, de forma que los caminos recorridos en una misma capa por las ondas sean conocidos y de ahí obtener la velocidad. Pero es una medida con contacto antena-pavimento, que reduce mucho la velocidad de exploración

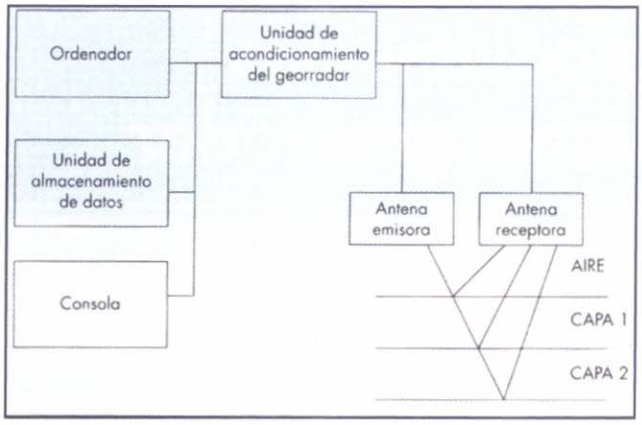


Figura 1. Diagrama de bloques del georradar



Figura 2. Equipo de georradar

e interfiere con el tráfico. La experiencia de medidas con una antena emisora y dos receptoras, montadas al aire y por tanto sin contacto antena-pavimento, no ha producido, al menos con nuestro equipo, resultados fiables.

3.1.Detección de la primera capa

La medida del espesor de la capa superior del pavimento, si es detectada por el georradar como primera capa, se puede obtener de forma automática, de acuerdo con las fórmulas (1) y (2)

$$\varepsilon_a = \left(\frac{A_m + A_a}{A_m - A_a}\right)^2 \qquad (1)$$

siendo

ε_a = Constante dieléctrica relativa de la capa de mezcla bituminosa

A_m A_a = Amplitudes de los picos de reflex ión correspondientes a la placa metálica de calibración (onda incidente) y a la superficie del pavimento.

$$v_a = \frac{c}{\varepsilon_a} \qquad (2)$$

siendo

v_a = Velocidad de propagación de la onda en la capa de mezcla bituminosa

c= Velocidad de la luz en el aire

En la figura 3 se puede observar la correlación entre los espesores obtenidos a partir de los testigos y de las medidas con georradar. En el gráfico se advierte el aumento de la dispersión de las medidas con el aumento de espesor de la primera capa.

El error cuadrático medio de los espesores obtenidos con relación a los valores de referencia (testigos) ha sido inferior al 5%.

Una aplicación interesante de este equipo es su utilización para testificar el espesor de las capas de mezcla bituminosa, al acabar de extenderlas en obra, de forma automática y suficientemente exacta, con una técnica no-destructiva, rápida y de bajo coste.

3.2.Detección de la segunda capa

Si el georradar ha detectado la primera capa, la detección de la segunda presenta una serie de dificultades que deben tenerse muy en cuenta.

En el gráfico de la figura 4 se presentan los valores de una de las 10 secciones.

Al trabajar con el programa en forma automática, la constante dieléctrica de la segunda capa se calcula aplicando las fórmulas (3) y (4):

$$\varepsilon_b = \varepsilon_a \left[\frac{1 - \left(\frac{A_a}{A_m}\right)^2 + \left(\frac{A_b}{A_m}\right)^2}{1 - \left(\frac{A_a}{A_m}\right)^2 - \left(\frac{A_b}{A_m}\right)^2}\right]^2 \qquad (3)$$

siendo

ε_a = Constantes dieléctricas de las capas de mezcla bituminosa

A_m A_a A_b = Amplitudes de los picos de reflexión correspondientes a la placa metálica de calibración (onda incidente), a la superficie del pavimento y a la interfaz de las capas primera y segunda

$$vb = \frac{c}{\varepsilon_b} \qquad (4)$$

siendo

v_b = Velocidad de propagación de la onda en la segunda capa

c = Velocidad de la luz en el aire

En las medidas de espesores con georradar se observa que, para las capas inferiores a la primera, se incrementa el error de exactitud a medida que aumenta el número de capas y el espesor de las mismas.

3.2.1.Pérdidas energéticas de los ecos

En la propagación de las ondas a través de las capas de mezcla bituminosa, las pérdidas energéticas se deben a diversos fenómenos que dependen del propio georradar y del medio en que se propagan las ondas.

Si se optara por el cálculo de las pérdidas, la cantidad de factores que influyen en ellas, en mayor o menor grado, hacen muy difícil un tratamiento analítico. Entre esos factores están la atenuación, las reflexiones múltiples, la dispersión de frecuencias, la presencia de humedad, etc.

El problema se agravaría al intervenir en las fórmulas de cálculo de algunas de las pérdidas (acoplo en la transmisión y atenuaciones) las propias constantes dieléctricas del medio que procederían entonces de una estimación. Por ejemplo, para calcular las pérdidas por atenuación la fórmula de cálculo sería (5):

$$P_a = 8.686 R 2\pi f \frac{\mu_0 \mu_r \varepsilon_0 \varepsilon_r}{2} \{ 1 + tg^2\delta - 1 \} \quad (5)$$

siendo

f : frecuencia

μo: permeabilidad magnética del vacío

μ_r: permeabilidad magnética relativa del medio

ε_0: permitividad absoluta del aire (aprox. del vacío)

ε_r : permitividad relativa del medio (capa de mezcla)

$tg\ \delta$: pérdida tangente del medio (relación entre parte real e imaginaria de er)

Daniels ha estimado las pérdidas de energía en la propagación de las ondas electromagnéticas para una antena similar a la utilizada por este equipo situada a 1m de altura sobre el suelo. En nuestro caso, para un pavimento de mezcla bituminosa, antenas de 1GHz, distancia antena-pavimento de 0,5m, considerando dos capas superpuestas de mezcla bituminosa de 10 cm con una atenuación media de 25 dB/m, se pueden estimar las pérdidas indicadas en la tabla 1.

La pérdida total estimada es de 47 dB, por lo que el valor de la amplitud de la señal recibida será de 44mV. Esto nos indica que, aunque el cálculo no ofrece una solución adecuada, permite indicar que la relación señal-ruido en la detección de la segunda capa es suficiente.

3.2.2.Resultados obtenidos con el procesamiento automático

En la tabla 2 se presentan los valores de las medidas de espesor correspondientes a los testigos y al georradar.

Al observar los datos y los gráficos, se pueden hacer dos consideraciones:

1)Se produce un sesgo que hace que el georradar, trabajando de forma automática, dé espesores mayores de los reales.

2)Al aumentar el número de capas, la detección de las interfaces se hace menos nítida (Fig. 5). Esto también se debe a las características estructurales del propio firme.

En ensayos posteriores se comprueba que, aplicando la corrección correspondiente a la recta de regresión (Fig.6), se reduce el error del 15% al 8%. La corrección empleada ha sido:

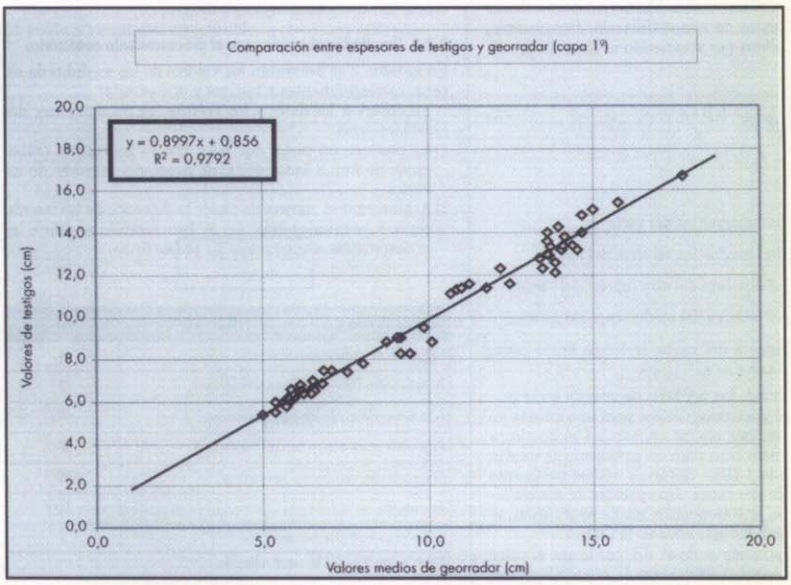


Figura 3. Correlación entre medidas de la 1ª capa

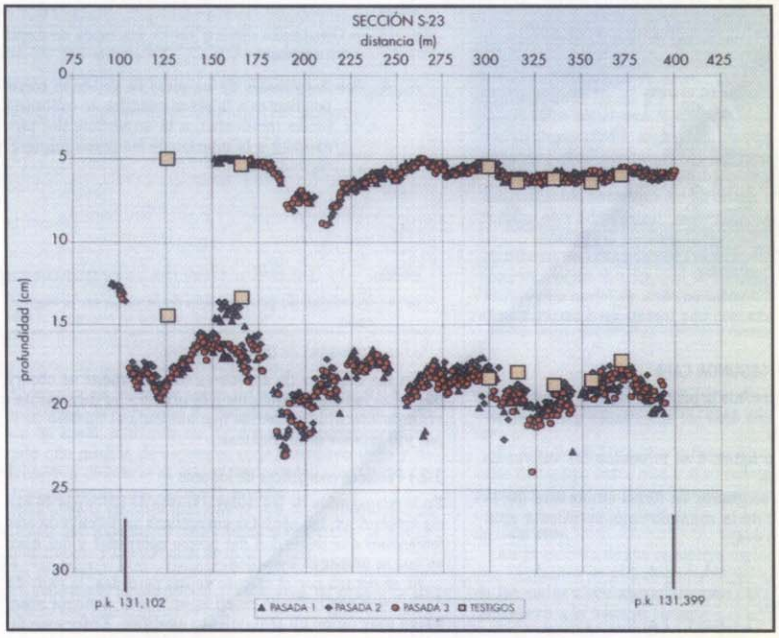


Figura 4.Detección de dos capas

FACTOR DE PÉRDIDA	dB
Eficiencia de antena (par TEM)	4
Acoplo entre antenas emisora y receptora	2
Aire entre antena y pavimento (emisión)	4
Aire entre pavimento y antena (recepción)	2
Dispersión de frecuencias (spreading)	20
Atenuación	10
Reflexiones múltiples (scattering)	5

Tabla 1. Pérdidas en la señal reflejada

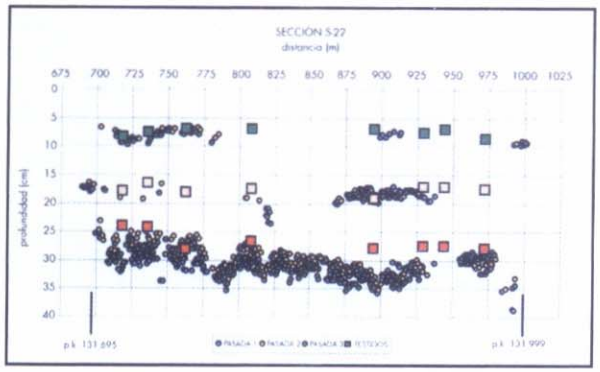


Figura 5. Pérdida de nitidez en las interfaces al aumentar el númerode capas

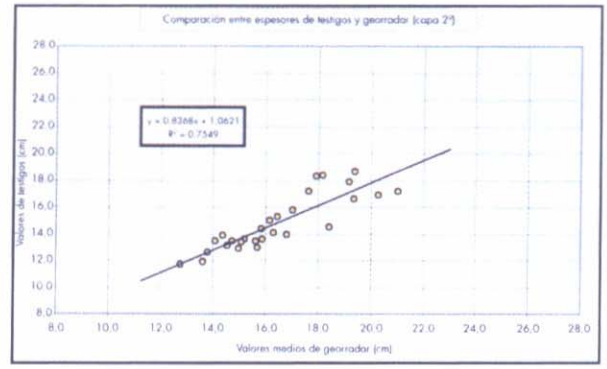


Figura 6. Correlacción entre las medidas de la 2º capa

$$Z = 0.84 + 1.06\, Z_g$$

Siendo

Z= Profundidad corregida de la segunda capa en cm

Z_g= Profundidad de la segunda capa obtenida con el georradar en cm

Por tanto, aunque pudiera parecer un método muy sencillo, produce resultados comparables a otros más refinados.

Por ejemplo, si tenemos en cuenta los valores obtenidos por Wimsat para mezclas las bituminosas que denomina normales (no porosas), los valores de la velocidad de propagación de las ondas están en el rango de 11,5 a 13,5 cm/ns; por tanto, el error cometido al elegir la velocidad media de este rango sería también del orden del 8%, lo que concuerda con los valores obtenidos en este trabajo. La ventaja del métodos propuesto sobre el de Wimsat es que, aceptando esta última estimación, permanece la duda de si la mezcla a estudiar se ajusta o no a ese rango de valores.

	Profundidades de la capa 2ª (cm)				Media (cm)	Desv. Tip. (cm)	Error sistemático		
Sección	Testigos	z_1	z_2	z_3	z	s	C.V. (%)	Absol. (cm)	Relativo (%)
S-13	13.4	14.85	15.4	14.89	15.05	0.307	2.04	1.65	12.289
	13.5	14.26	15.2	14.6	14.69	0.476	3.24	1.19	8.790
	13.6	14.59	16.3	14.64	15.18	0.973	6.41	1.58	11.593
	13.5	15.24	16.1	15.41	15.58	0.455	2.92	2.08	15.432
	15	16	16.57	15.8	16.12	0.400	2.48	1.12	7.489
S-16	11.7	12.8	12.7	12.7	12.73	0.058	0.45	1.03	8.832
	13.6	15.9	15.71	15.9	15.84	0.110	0.69	2.24	16.446
	11.9	13.46	13.56	13.8	13.61	0.175	1.28	1.71	14.342
	15.3	16.5	16.61	16.2	16.44	0.212	1.29	1.14	7.429
	13.5	13.98	14.53	13.65	14.05	0.445	3.16	0.55	4.099
S-23	14.5	18.5	18.4	18.3	18.40	0.100	0.54	3.90	26.897
	13.4	15.15	13.98	16.04	15.06	1.033	6.86	1.66	12.363
	18.3	17.97	17.52	18.18	17.89	0.337	1.88	0.41	2.240
	17.9	19.69	18.62	19.11	19.14	0.536	2.80	1.24	6.927
	18.7	19.81	19	19.27	19.36	0.412	2.13	0.66	3.529
	18.4	18.65	17.92	17.89	18.15	0.430	2.37	0.25	1.341
	17.2	17.72	17.38	17.76	17.62	0.209	1.19	0.42	2.442
S-24	17.2	20.37	22	20.7	21.02	0.862	4.10	3.82	22.229
	14.4	16.17	15.49	15.74	15.80	0.344	2.18	1.40	9.722
	14.1	16.66	15.96	16.26	16.29	0.351	2.16	2.19	15.556
S-7	15.8	17.1	17.7	16.22	17.01	0.744	4.38	1.21	7.637
	16.9	20	20.3	20.5	20.27	0.252	1.24	3.37	19.921
	16.6	19.1	19.6	19.3	19.33	0.252	1.30	2.73	16.466
S-6	14	16.9	16.7	16.74	16.78	0.106	0.63	2.78	19.857
	13	15.5	15.8	15.7	15.67	0.153	0.98	2.67	20.513
	13.1	15	14.51	14.06	14.52	0.470	3.24	1.42	10.865
	14.4	15.7	16.2	15.5	15.80	0.361	2.28	1.40	9.722
S-4	13.9	14.2	14.1	14.7	14.33	0.321	2.24	0.43	3.118
	12.9	14.8	15.4	14.7	14.97	0.379	2.53	2.07	16.021
	12.6	13.69	13.93	13.68	13.77	0.142	1.03	1.17	9.259

Tabla 2. Datos de profundidad de la 2º capa

4.CONCLUSIONES

-Si el georradar detecta dos capas, el cálculo automático del espesor de la primera capa produce un error cuadrático medio inferior al 5%. Sin embargo, este mismo tipo de cálculo aplicado a la segunda capa produce un error del 15%.

-Este último error se puede reducir utilizando la ecuación al 8%. No se obtienen mejores resultados, ni es más fiable el procedimiento analítico de estimación de las pérdidas energéticas de los ecos.

-Una aplicación interesante de este equipo de georradar es su utilización para testificar el espesor de las capas de mezcla bituminosa, al acabar de extenderlas en obra. Es un procedimiento automático, suficientemente fiable, que emplea una técnica no-destructiva, rápida y de bajo coste.

-Sería conveniente hacer un ensayo inter-laboratorios con el fin de determinar de forma más precisa la fiabilidad de los equipos de georradar y el software de procesamiento de las medidas.

5.BIBLIOGRAFIA

d.e.Mesher, C.B. Dawley; J.L. Davis, J.R. Rossiter: Evaluation of new ground penetrating radar technology to quantify pavement structures. 74th Annual Meeting of the Transportation Research Board. Washington D.C., enero 1995.

J.Muñoz. Precisión y repetibilidad de las medidas del espesor de las capas de firmes mediante georradar. 14 th IRF Road World Congress. Paaris, junio 2001.

S.S. Smith, T. Scullion. Development of Ground-Penetrating Radar Equipment for Detecting Pavement Condition for Preventive Maintenance. SHRP-H-772. Octubre 1993

D.J. Daniels. Surface Penetrating Radar. The Institution of Electrical Engineers, London, 1996.

A.Wimsatt, T.Scullion, J. Ragsdale, S.Servos: The use of ground penetrating radar in pavement rehabilitation strategy selection and pavement condition assesment. 77 th Annual Meeting of the Transportation Research Board. Washington D.C., enero 1998.

UTILIZACION DEL DEFLECTOMETRO DE IMPACTO EN LA EVALUACION ESTRUCTURAL DE FIRMES

Jorge Serrano Leal - Centro de Estudios de Carreteras - Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) - España

Trabajo publicado en la revista Ingeniería Civil Nº126

1.INTRODUCCION

La evaluación de la capacidad de soporte de los firmes es un aspecto fundamental a la hora de determinar las necesidades de refuerzo o rehabilitación estructural de un tramo de carretera, así como para diseñar las soluciones a adoptar en estos casos. La capacidad portante de un firme de carretera sólo puede ser determinada in situ, y a través de la medida de las deflexiones (o desplazamiento vertical) que experimenta la superficie del pavimento al ser sometida al efecto de una carga determinada.

A tal efecto fueron desarrollados en los años 50 los primeros equipos de deflectometría. La Viga Benkelman fue el resultado de estos primeros estudios y el primer equipo adoptado de forma extensa para la obtención de deflexiones de una forma normalizada.

Los bajos rendimientos del equipo y las innovaciones tecnológicas abrieron dos vías de desarrollo dentro de los equipos de deflectometría: por un lado, se inició el desarrollo de equipos basados en el mismo principio de la viga Benkelman, pero que permitieran una operación continua y mecanizada, con mejores rendimientos y, por otro, se comenzó a trabajar en los equipos de alto impacto, que aplican un impulso de carga de corta duración para simular el paso de una rueda móvil a alta velocidad. Como consecuencia de la primera vía se desarrolló el Deflectógrafo Lacroix, que permite auscultar de forma continua a velocidades del orden de los 3-4 km/h con mediciones efectuadas cada 5 metros. Un desarrollo más reciente es el curviámetro, equipo con una velocidad de operación de 18km/h en el que el cuenco de deflexión es registrado por geófonos.

Los deflectómetros continuos permiten una densidad de medidas elevada, por lo que resultan muy adecuados para su utilización a nivel de red.

El desarrollo de los equipos tipo impacto, (deflectómetros de impacto, en inglés Falling Weight Deflectometer (FWD)) comenzó a mediados de la década de los 60 en Dinamarca y Holanda. Hasta mediados de los años 70 no se inició su producción a nivel industrial, por parte de las empresas Phönix (hoy Carl Bro), Dynatest y KUAB. En la década del 80 la utilización del deflectómetro de impacto se generalizó en un buen número de países, pasando de ser una herramienta de investigación a ser utilizado por empresas, administraciones y agencias de carreteras para la evaluación de firmes a nivel de proyecto. Hoy en día existen más de 300 deflectómetros de impacto en operación en el mundo.

Se han desarrollado otros dispositivos de deflectometría en los que la solicitación del firme se realiza mediante cargas armónicas (equipos tipo Dynaflect, Road Rater). Asimismo, se encuentran en avanzado estado de desarrollo equipos en los que el cuenco de deflexión es registrado por una batería de sensores láser montados en el propio vehículo de medida (Rolling Wheel Deflectometer americano, RDT sueco). Estos equipos permiten una operación a velocidades más elevadas (superiores a 50 km/h), sin necesidad de recurrir a medidas reguladoras del tráfico.

2.CARACTERISTICAS DEL DEFLECTOMETRO DE IMPACTO

El principio general de funcionamiento del Deflectómetro de Impacto se basa en la generación de una onda de carga sobre el firme. Esto se consigue por medio del impacto provocado por la caída libre de una masa, impacto que es transmitido al firme mediante un sistema de amortiguamiento elástico montado sobre una placa de carga. La masa, el sistema de amortiguación y la altura de la caída pueden regularse para obtener el impacto deseado sobre el pavimento.

La principal ventaja del deflectómetro de impacto frente a los equipos tipo viga es, por una parte, que permite registrar la forma de todo el cuenco de deflexiones y no sólo la deflexión máxima central; y, por otra, que la carga que solicita al firme representa mejor la solicitación ejercida por el paso de un eje pesado a altas velocidades, carga evidentemente dinámica. La mayoría de los deflectómetros de impacto generan una onda de carga con una duración comprendida entre 25 y 60 milisegundos, con una elevada reproducibilidad de la solicitación.

La generación de esta onda de carga se consigue combinando una adecuada altura de caída de la masa con un sistema de amortiguación y de transmisión de la carga al firme adecuados. El sistema de amortiguación está constituido generalmente por una serie de tacos de goma (buffers), cuyo número y características



Figura 1. Viga Benkelman

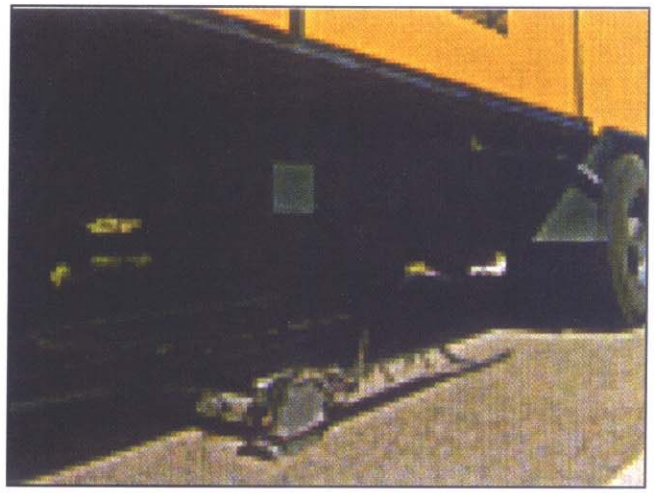


Figura 2. Deflectómetro Lacroix

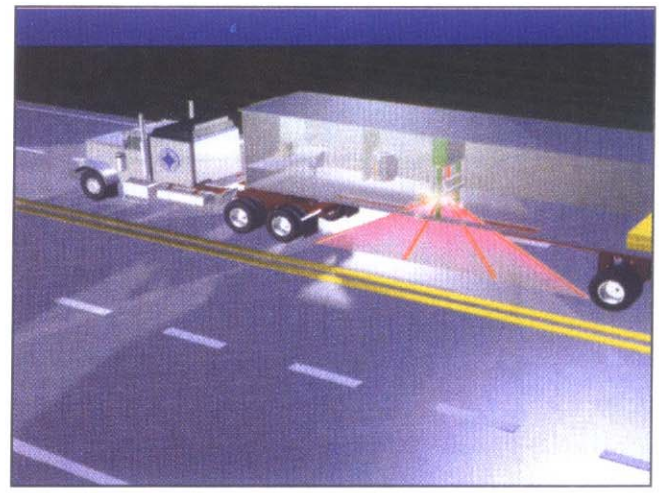


Figura 3. Principio de funcionamiento del Rolling Wheel Deflectometer

elásticas modulan la forma del impulso de carga resultante. La carga se transmite al pavimento mediante una placa que, dependiendo de los equipos, puede estar dividida en varios sectores independientes, con el fin de adaptarse a las irregularidades de la superficie del pavimento y permitir así una distribución de presiones homogénea. Entre la placa de carga y la superficie de ensayo se intercala una almohadilla de goma que está diseñada de modo que permite la instalación de un sensor que registre la deflexión bajo el centro de la misma.

Una serie de sensores mide las deflexiones verticales del firme bajo el centro de la placa de carga y en diversas posiciones radiales a distintas distancias de este centro. Normalmente sólo se registran los valores máximos de la deflexión en cada punto y de la carga aplicada, aunque es posible registrar todo el ciclo temporal de carga y de deflexión en cada sensor. Estos datos de evolución temporal pueden usarse para la calibración del equipo, y también se pueden emplear para realizar un análisis dinámico.

Los deflectómetros de impacto deben disponer de un número de sensores de medida de deflexiones suficiente para proporcionar una buena descripción de la forma del cuenco de las deflexiones, número tan amplio como requiera el objeto de las mediciones (normalmente un mínimo de seis sensores).

La figura 4 permite comprender la contribución de las distintas capas del firme a las deflexiones registradas a distintas distancias radiales. En principio, la deflexión dr registrada por un sensor situado a distancia r del centro de aplicación de la carga es debida a la deformación experimentada por la porción de firme situada dentro de la zona de tensión generada por el impacto. De esta forma, las deflexiones registradas por los sensores más alejados son debidas a la deformación de las capas más inferiores (la explanada normalmente), mientras que la deflexión registrada por el sensor central es debida a la deformación de todas las capas y nos da idea de la capacidad estructural del firme en su conjunto.

Los sensores deben poder situarse a distancia radiales del centro de aplicación de carga comprendidas entre 0 y 2500 mm. La posición ideal de los distintos sensores depende de la rigidez del firme a auscultar y de la contribución relativa de cada una de las capas a la capacidad de soporte global. Si tan sólo se dispone de seis sensores se pueden utilizar las posiciones señaladas en la Tabla 1.

Existen dos tipos fundamentales de sensores de deflexión utilizados por los distintos fabricantes: geófonos (sensores que miden velocidades y cuya señal es necesario integrar para obtener desplazamientos) y sismómetros (sensores que registran desplazamientos). La utilización de acelerómetros es también posible.

Los sensores de medida de deflexión deben tener una resolución de lectura igual o inferior a 1µm.

3. APLICACIONES DEL DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO

El principal campo de aplicación de los datos proporcionados por el deflectómetro de impacto es la evaluación del estado del firme mediante la determinación de su capacidad de soporte. Existen dos metodologías fundamentales de utilización de los datos:

-Utilización directa de las deflexiones

-Determinación de las características estructurales del firme auscultado mediante cálculo inverso

Existen otras aplicaciones específicas, entre las que se puede citar:

-El análisis de la transferencia de carga en grietas o juntas de pavimentos de hormigón.

-La detección de huecos bajo las losas en pavimentos de hormigón.

-La evaluación de la explanada o de las capas granulares durante la ejecución del firme.

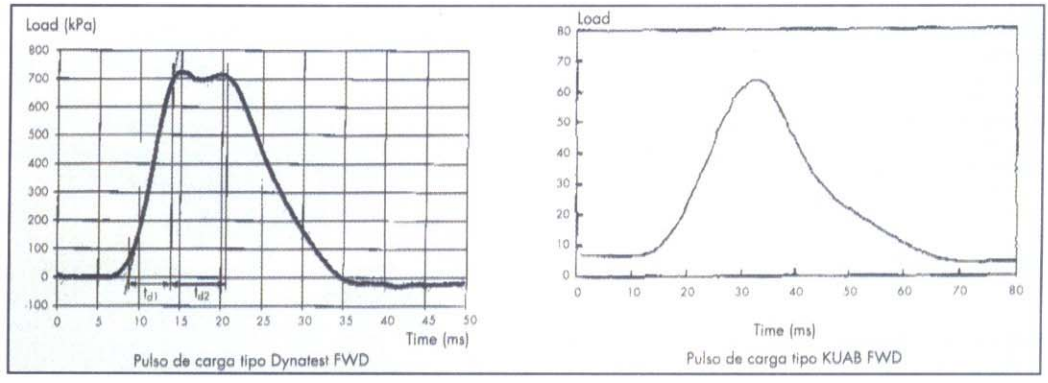


Figura 4. Pulsos de carga generados por distintos equipos de deflectómetro de impacto

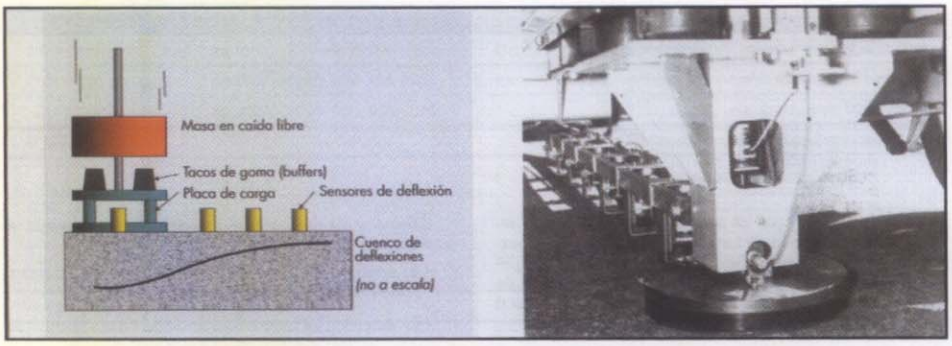


Figura 5. Esquema de funcionamiento del deflectómetro de impacto

r = distancia del sensor al centro de la carga (mm)
δ_r = deflexión a la distancia r (_m)

La figura 11 muestra dos ejemplos de la representación gráfica del módulo de superficie. El primer gráfico muestra una estructura de firme formada por capas de rigidez decreciente con la profundidad (situación habitual), asentado sobre una explanada de módulo de rigidez = 100 MPa. El segundo gráfico representa un firme con una capa intermedia de baja rigidez (inferior a 70 MPa), asentado sobre una explanada de módulo de rigidez algo superior a 150 MPa.

Utilización directa de las deflexiones

Las deflexiones registradas con el deflectómetro de impacto pueden utilizarse directamente con distintos fines:

1.Para realizar comparaciones relativas entre zonas de un tramo, o entre tramos, basadas exclusivamente en las deflexiones medidas.

2.Para determinar la capacidad de soporte del firme y/o las necesidades de refuerzo mediante métodos empíricos o semiempíricos. La metodología propuesta en la Instrucción 6.3 I.C de refuerzo de firmes y en la Orden Circular 323/97 de la Dirección General de Carreteras corresponde a esta categoría.

Esta utilización coincide con las de los equipos clásicos de medida de deflexiones, tales como la viga Benkelman o el Deflectógrafo Lacroix. No obstante, frente a estos equipos que registran tan solo el valor de la deflexión bajo el centro de aplicación de carga, el deflectómetro de impacto permite asimismo establecer comparaciones basadas no sólo en el valor de la deflexión central, sino también en la forma del cuenco de deflexiones, lo que aporta información adicional sobre las características estructurales de las capas inferiores.

Se pueden definir otros parámetros del cuenco de deflexión representativos del aporte estructural de determinadas capas o porciones del firme. En la tabla 2 se recogen algunos de los parámetros utilizados a nivel europeo para la evaluación de firmes flexibles y semirrígidos, y el propósito de su utilización.

Un método sencillo para la realización de una primera estimación de la capacidad de soporte del firme conjunto y de las capas que lo componen, es la interpretación de la variación del "módulo de superficie" obtenido de las ecuaciones de Burmister.

El módulo de superficie a distancia r del punto de aplicación de la carga expresa la rigidez equivalente del conjunto de capas que corresponden a la porción de firme situada dentro de la zona de tensiones generada por el impacto. Por lo tanto, el módulo de superficie para r=0, calculado en función de la deflexión central, representa la rigidez equivalente del conjunto del firme y la explanada; y el módulo de superficie para los sensores más alejados expresa directamente el módulo de rigidez de la explanada.

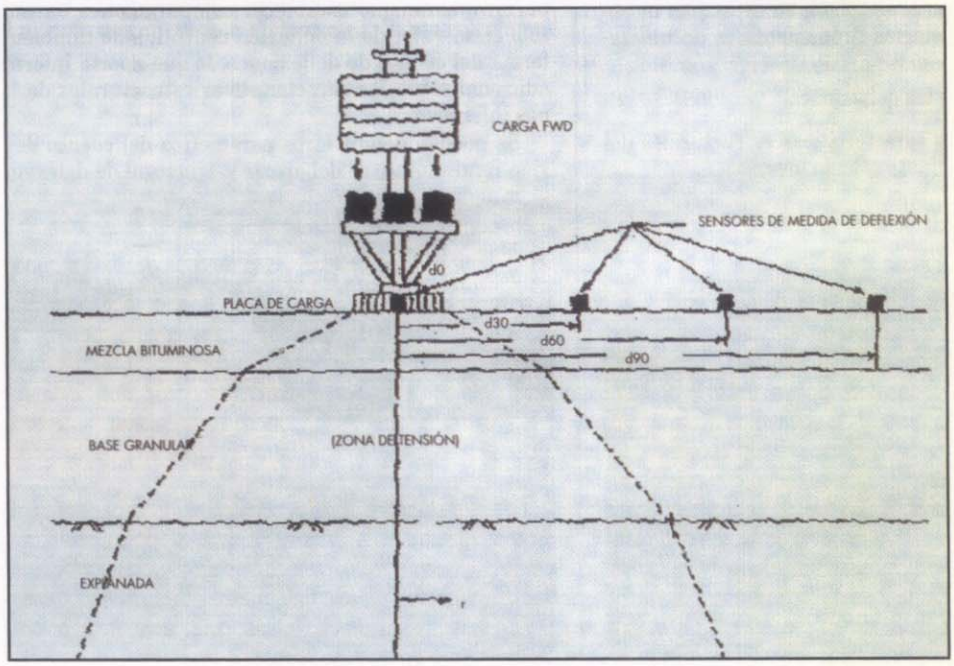


Figura 6. Zona de tensión en el firme, generada por el ensayo con deflectómetro de impacto

El módulo de superficie para r=0 se calcula mediante la expresión:

$$E_0 = 2(1-\upsilon^2)\,\sigma_0\, a/\delta_0$$

El módulo de superficie a distancia r (>2a) se calcula mediante:

$$E_{0\,(r)} = (1-\upsilon^2)\,\sigma_0\, a^2/(r\,\delta_r)$$

donde:

$E_{0\,(r)}$ = módulo de superficie a la distancia r (MPa)
υ = coeficiente de Poisson
σ_0 = presión de contacto bajo la placa de carga (kPa)
a = radio de placa de carga (mm)

Dado que las ecuaciones están desarrolladas dentro del campo elástico lineal, el valor del módulo de superficie para los sensores más alejados debe tender a un valor constante si la explanada es homogénea y tiene un comportamiento lineal. Si a medida que nos alejamos el valor del módulo de superficie crece, puede deberse a la presencia de una capa de elevada rigidez a cierta profundidad, a que los materiales que forman la explanada tienen un comportamiento fuertemente dependiente del nivel tensional, presentando mayor rigidez ante menores niveles de solicitación, o a variaciones en la naturaleza de los materiales con la profundidad.

Cálculo inverso

El cálculo o análisis inverso puede considerarse la aplicación fundamental de los equipos

que como el deflectómetro de impacto registran todo el cuenco de las deflexiones.

Se entiende por cálculo directo de un firme aquel en el que a partir de un modelo definido de la estructura de firme se obtiene su respuesta (deflexiones, tensiones, deformaciones...) ante una carga conocida. El cálculo inverso consiste en el proceso contrario, es decir en la obtención de los parámetros estructurales partiendo de la respuesta.

Aunque el planteamiento genérico de un cálculo inverso permite, una vez definido un modelo de respuesta estructural, determinar cualquier conjunto de parámetros estructurales incógnita a partir de una respuesta dada, generalmente se determinan inversamente los módulos de rigidez a partir de las deflexiones, ya que son los parámetros directamente relacionados con la capacidad de soporte de la estructura.

En definitiva, consiste en determinar una estructura de firme, definida por los espesores de capa y las características estructurales de los materiales que la componen, que al ser solicitada por una carga igual a la generada por el deflectómetro de impacto, tenga el mismo cuenco de deflexiones (o lo más próximo posible) que el cuenco determinado mediante el ensayo de la estructura real. La obtención de la respuesta de la estructura teórica implica la utilización de un modelo de respuesta estructural (por ejemplo modelo multicapa elástico lineal, multicapa elástico no lineal, modelo de elementos finitos...)

Existen varios métodos, y por lo tanto varios tipos de programas informáticos, para llevar a cabo un cálculo inverso de un **firme flexible o semirrígido.**

-Programas de ajustes sucesivos, basados en llamadas iterativas a modelos analíticos de respuesta estructural. Para la evaluación de firmes flexibles y semirrígidos los programas de uso prácticamente general son los que utilizan modelos multicapa elástico lineales estáticos (m.e.l.), basados en las teorías de Burmister y Odemark, para realizar los cálculos directos. La búsqueda de la solución se realiza por un proceso de cálculo directo iterativo, modificando los parámetros estructurales de partida en cada paso, y utilizando métodos numéricos de minimización de una función de error global para lograr una convergencia rápida de los resultados.

-Programas basados en bases de datos de estructuras de firme y sus correspondientes cuencos de deflexión. Las bases de datos han sido generadas de forma previa mediante el cálculo directo. Se busca dentro de la base de datos una estructura con un cuenco con una determinada aproximación al cuenco medido, y cuyas propiedades de capa coincidan con la estructura real. Para ello se formulan ecuaciones de regresión para determinar los módulos, o se utilizan técnicas de interpolación para calcular las deflexiones, evitando por tanto el uso de un esquema de cálculo directo en el proceso iterativo. Se trata de programas muy rápidos, pero muy sensibes a la definición de las condiciones de inicio de la búsqueda.

En la Tabla 3 se señalan algunos de los programas de cálculo inverso con mayor difusión.

En el Centro de Estudios de Carreteras del CEDEX se dispone de una pista de ensayos a escala real, ampliamente instrumentada, en la que es posible medir no sólo las deflexiones, sino también tensiones y deformaciones en general, lo que hace necesario una concepción genérica del cálculo inverso. Así, se ha desarrollado un programa de cálculo inverso (programa CIMA) que, suponiendo un modelo elástico lineal multicapa, permite optimizar cualquier serie de parámetros estructurales del firme (módulos de rigidez, espesores, coeficientes de Poisson o adherencia entre capas) a partir de su respuesta (deflexiones, tensiones o deformaciones) ante una carga conocida.

Los pavimentos de losas de hormigón no son sistemas continuos, por lo que la utilización de modelos de respuesta que suponen capas indefinidas en el plano horizontal implica la simplificación de uno de los aspectos más importantes de su comportamiento específico. La teoría elástica puede representar de forma aceptable el comportamiento en la zona interior de la losa, pero no es válida cuando se quiere evaluar la respuesta en las zonas próximas a las juntas. Es preciso recurrir a modelos más complejos, normalmente de elementos finitos o elementos discretos, si se quiere modelizar la pre-

Deflexión central prevista	Posición de los sensores de medida de deflexión
inferior a 50 centésimas de mm	0 – 300 – 600 –900 –1500 – 2100 mm
entre 50 y 100 centésimas de mm	0 – 300 – 600 –900 –1500 – 1800 mm
superior a 100 centésimas de mm	0 – 300 – 600 –900 –1200 – 1500 mm

Tabla 1. Posicionamiento de los sensores de deflexión



Figura 7. Dynatest FWD



Figura 8. KUAB FWD

DENOMINACIÓN	ECUACIÓN	UNIDAD	USO
Deflexión central	d_0	µm	Evaluación del estado del firme en su conjunto
Deflexión radial	d_r	µm	Evaluación del estado del firme por debajo de la profundidad equivalente r. (de la explanada para los sensores más alejados)
Índice de curvatura superficial (Surface Curvature Index, SCI.)	$d_0 - d_r$	µm	Evaluación del estado de las capas situadas por encima de la profundidad equivalente r (normalmente las capas tratadas)
Índice de deterioro de la base (Base Damage Index, BDI.)	$d_1 - d_r$	µm	Evaluación del estado de la capa(s) de base
Indice de curvatura de la base Base Curvature Index, BCI	$d_{n-1} - d_n$	µm	Evaluación del estado de la capa(s) de subbase o coronación de explanada

Tabla 2. Parámetros del cuenco de deflexión

sencia de juntas en el pavimento.

En este caso, el planteamiento genérico de realizar un cálculo inverso mediante llamadas iterativas al modelo de respuesta estructural no resulta factible dado la complejidad de los modelos, lo que implica un tiempo de computación excesivo con los medios informáticos actuales.

Para la evaluación de **firmes rígidos,** los programas de cálculo inverso más extendidos se basan en la teoría de Westergaard (solución elástica del problema de una placa indefinida apoyada sobre un macizo de Winkler, sometida a una carga estática circular). La realización de estudios comparativos con las soluciones proporcionadas por modelos de elementos finitos ha permitido desarrollar ecuaciones aproximadas aplicables a los casos de carga de borde o esquina de losa, utilizadas para el desarrollo de programas de cálculo inverso iterativos. Otros programas proponen planteamientos cerrados, que se basan en el establecimiento de la relación unívoca que existe entre la forma del cuenco de deflexiones para una configuración dada (radio de la placa de carga y posición radial de los sensores) y el radio de rigidez relativa del sistema placa-macizo de apoyo (loannides, 1990). Esta relación está establecida mediante análisis regresivos o nomogramas basados en series de resultados generados por cálculo directo, normalmente mediante modelos de elementos finitos.

Los parámetros independientes de caracterización del cuenco de deflexiones utilizados son la deflexión central y el parámetro denominado AREA, que representa la superficie encerrada por la línea poligonal de definicieon del cuenco de deflexiones dada por los sensores utilizados. El valor del parámetro AREA y las ecuaciones de correlación o nomogramas aplicados en cada caso han sido desarrollados para una configuració dada de placa-sensores, por lo que varían según el método utilizado. Los modelos más utilizados con los propuestos en EE.UU. por el SHRP (Strategic Highway Research Program) y la guía de diseño de firmes AASHTO. Algunos programas, tales como ILLIBACK permiten elegir entre distintas configura-

$$AREA_{AASHTO} = 6 \cdot \left[1 + 2 \cdot \left(\frac{d_{12}}{d_0}\right) + 2 \cdot \left(\frac{d_{24}}{d_0}\right) + \left(\frac{d_{36}}{d_0}\right)\right]$$

$$AREA_{SHRP} = \frac{4 \cdot d_0 + 6 \cdot d_8 + 5 \cdot d_{12} + 6 \cdot d_{18} + 9 \cdot d_{24} + 18 \cdot d_{36} + 12 \cdot d_{60}}{d_0}$$

d_i = deflexión a distancia radial i pulgadas

Placa de carga de 5,9" (150 mm) de diámetro

$$\ell = \left[\frac{\ln\left(\frac{36 - AREA_{AASHTO}}{1812.279}\right)}{-2.559}\right]^{3.387} \qquad \ell = \left[\frac{\ln\left(\frac{60 - AREA_{SHRP}}{289.708}\right)}{-0.698}\right]^{2.566}$$

ciones del conjunto placa de carga-posición de sensores.

Una vez establecido el radio de rigidez relativa /, la teoría de Westergaard permite calcular el módulo elástico E de la placa y el coeficiente de balasto *k* del apoyo a partir de / y de la deflexión central.

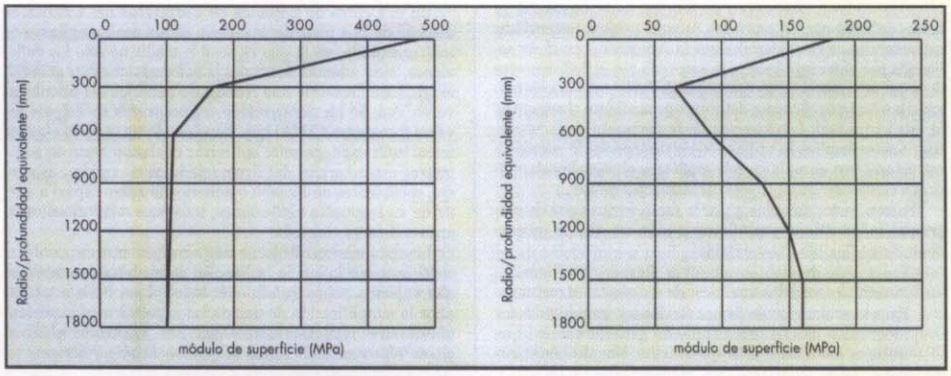


Figura 9. Ejemplos de variación del módulo superficial

Programa	Autor	Tipo de firme	Modelo estructural de respuesta
EVERCALC	WSDOT	Flexible	M.E.L
BOUSDEF	Haipinh Zhou	Flexible	M.E.L
MODCOMP	L. Irwin. Cornell University	Flexible	M.E.L o M.E. no lineal.
ELMOD	Dynatest International A/S	Rígido y Flexible	M.E.L
MODULUS	Uzan, Scullion et al.	Rígido y Flexible	M.E.L Base de Datos
PEDD	W. Uddin	Rígido y Flexible	M.E.L
MICHBACK	Ronald Harichandran. Michigan State University	Flexible	M.E.L
PAVERS	KOAC Pavement Consultants / CROW	Flexible	M.E.L
UCESLAB	KOAC Pavement Consultants	Rígido	Placa/Winkler
ILLI-BACK	loannides	Rígido	Formulación cerrada/ Westergaard
WESDEF, BISDEF	U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station	Rígido y Flexible	M.E.L

Tabla 3. Programas de cálculo inverso

Como se observa, el desarrollo del cálculo inverso está directamente ligado al desarrollo de los modelos analíticos de respuesta estructural de firmes. Los mayores avances se están produciendo a nivel de introducción de modelos analíticos de cálculo directo que tengan en cuenta aspectos específicos del comportamiento de los materiales no considerados en el modelo elástico multicapa lineal (anisotropía, viscoelasticidad de las mezclas bituminosas, comportamiento no lineal de los materiales granulares), o que realicen un análisis dinámico del problema. Este tipo de comportamiento puede abordarse mediante adaptaciones del modelo multicapa elástico lineal que proporcionan consideraciones aproximada, mediante el desarrollo de modelos dinámicos de tipo multicapa elástico lineal o de elementos finitos (estáticos o dinámicos), que permiten una extraordinaria flexibilidad a la hora de definir modelos constitutivos de comportamiento.

Un último campo de desarrollo es la consideración de la naturaleza estocástica de las propiedades del firme y de las solicitaciones a las que se ve sometido.

No obstante, la utilización de programas basados en el modelo de rspuesta multicapa elástico lineal presenta grandes ventajas dada su sencillez de uso, lo extendido de su aplicación que hace que sea el modelo de respuesta incorporado en la gran mayoría de los procedimientos de diseño analítico de firmes, y su economía desde el punto de vista informático, que permite realizar el cálculo de la respuesta de un firme de forma prácticamente instantánea con los medios actuales.

Una vez caracterizada la estructura de firme, el modelo analítico definido puede utilizarse para:

-Calcular la respuesta estructural (tensiones y deformaciones) del firme por la aplicación de la carga de tráfico.

-Establecer la capacidad de soporte del firme en su conjunto.

-Evaluar la contribución relativa de cada una de las capas del firme a la capacidad estructural del conjunto.

-Determinar las características de materiales determinados.

-Determinar discontinuidades, zonas y puntos débiles.

-Estimar la vida de servicio y/o la vida residual del firme.

-Calcular los espesores de refuerzo necesarios.

Para estimar la vida de servicio y/o la vida

residual del firme, las tensiones y deformaciones críticas calculadas deben combinarse con modelos de deterioro y con la caracterización de las solicitaciones originadas por el tráfico soportado por el firme a lo largo de su vida de servicio, o previsto en el futuro. En el caso de firmes flexibles los modos de deterioro considerados casi con exclusividad son la fisuración por fatiga de la mezcla bituminosa y la acumulación de deformaciones verticales no recuperables en los materiales granulares. Existen modelos de deterioro más complejos, por ejemplo de iniciación y propagación de fisuras, o de deformaciones permanentes de la mezcla bituminosa, pero que no están incorporados a la práctica habitual del diseño analítico de firmes. La introducción de nuevos modelos de deterioro, y el estudio de la relación entre los diversos modos de deterioro con el fin de lograr una mejor caracterización de los procesos reales de degradación del firme, es el principal reto ante el que se sitúa el análisis de firmes.

Para el cálculo de refuerzos, los espesores necesarios se pueden determinar mediante cálculo directo, modificando la estructura de partida definida en el proceso de cálculo inverso con la adición de nuevas capas, y ajustando los espesores añadidos en función de la vida de servicio requerida. Los resultados analíticos suelen combinarse con criterios empíricos, dado el gran número de incertidumbres asociadas al planteamiento del problema, y que afectan a la bondad de los resultados obtenidos.

Algunos de los aspectos que afectan a la validez de los resultados son:

-La precisión del cuenco de deflexiones obtenido del ensayo con deflectómetro de impacto.

-La precisión de los espesores asignados a las capas de firme.

-La introducción de factores correctores que tengan en cuenta los efectos climáticos y las variaciones hídricas sobre el comportamiento del firme.

-La precisión del modelo analítico utilizado para realizar los cálculos directos, así como de los métodos numéricos empleados para la obtención de los resultados.

-La correcta modelización de la solicitación generada por el deflectómetro de impacto.

-La modelización de las cargas reales (tráfico) a las que va a estar sometido el firme, cuando se realizan cálculos de vida residual o se determinan espesores de refuerzo.

-Las simplificaciones del modelo de respuesta estructural.

-La bondad de los modelos de deterioro.

Se observa que se trata de una herramienta muy potente, pero que a la vez presenta limitaciones prácticas y una elevada sensibilidad a un gran número de factores, por lo que en su aplicación se hace absolutamente necesario el juicio ingenieril. El ingeniero debe reaccionar ante resultados poco razonables intentando discernir de dónde proviene el error.

Determinación de la transferencia de carga en grietas y juntas de pavimentos de hormigón

Los pavimentos de hormigón se diseñan para que se produzca una eficiente transmisión de cargas a través de las juntas entre losas contiguas. El tráfico y los agentes ambientales al mecanismo de transmisión de esfuerzos en las propias juntas, por lo que esta transferencia de cargas entre losas puede verse reducida, aumentando los niveles tensionales en bordes de losa bajo el efecto de las cargas. Una forma de evaluar la eficiencia de la transferencia de cargas en las juntas es registrar las deflexiones de los bordes de las losas contiguas al cargar el borde de una de las losas. Si la transferencia de carga es completa, las deflexiones a ambos lados de la junta deben ser las mismas. En caso contrario se establece un porcentaje de transferencia determinado por el cociente entre los valores de deflexión obtenidos a ambos lados de la junta, según

$$\%\ \text{de transferencia} = \frac{\text{deflexión en borde de la losa no cargada}}{\text{deflexión en el borde de la losa cargada}} \times 100$$

Se consideran transferencias de cargas altas aquellas por encima del 75% y se estima necesario acometer operaciones de restablecimiento de la transferencia de carga en aquellas juntas que presentan una eficiencia de la transferencia por debajo del 50%.

Detección de huecos bajo losas de hormigón

El deflectómetro de impacto es también una herramienta útil para detectar la existencia de huecos bajo las losas de firmes rígidos. La presencia de huecos conlleva un deterioro de las condiciones de soporte de la losa en la zona afectada, originando un aumento de las tensiones bajo el efecto de las cargas de tráfico que puede provocar la aparición de grietas y deterioros. El mecanismo más habitual que provoca la aparición de huecos es el bombeo de finos en el entorno de las juntas. Esto origina la aparición de huecos bajo la losa posterior (en el sentido del tráfico) en las zonas de esquina de las losas.Por lo general son métodos empíricos o semiempíricos que pueden llegar a ser bastante complicados. Los métodos de mayor difusión son los propuestos en la guía AASHTO para el diseño de Secciones de Firme. Esta guía propone un método simple basado en la comparación de las deflexiones de esquina en las losas anterior y posterior a las juntas de un tramo para estimar un valor de umbral de deflexión por encima del cual es previsible la existencia de huecos. Este valor umbral se establece en función de las deflexiones registradas en las losas anteriores a la junta (Figura 1). La guía propone un segundo método que mediante la aplicación de varios niveles de carga permite estimar el tamaño de los huecos basándose en la proporcionalidad lineal que existe entre carga aplicada y deflexión cuando la losa se encuentra perfectamente apoyada. La abcisa de corte de la recta de unión de las deflexiones registradas bajo distintos niveles de carga en el borde de la losa de ensayo, en una representación gráfica carga aplicada-deflexión, es proporcional al tamaño del hueco (Figura 12).

La detección de huecos permite diseñar y acometer las operaciones preventivas de inyección de losas para mejorar el apoyo y evitar roturas por erosión del soporte y los mismos métodos sirven para evaluar la efectividad de las operaciones de inyección una vez realizadas.

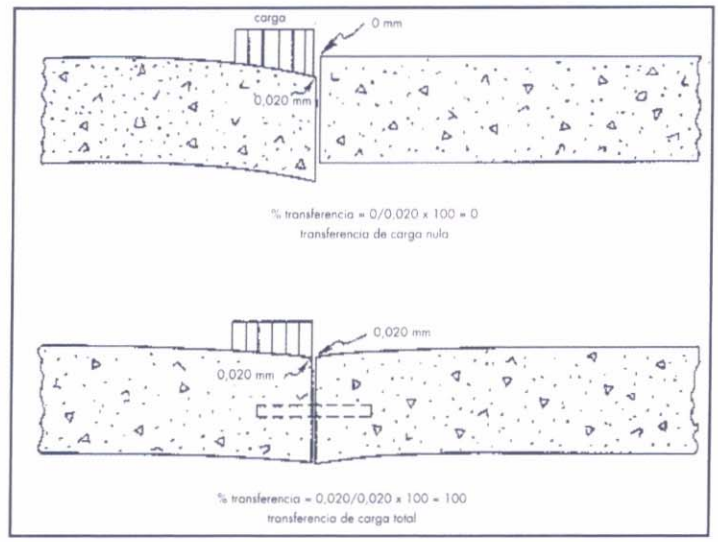


Figura 10. Transferencia de la carga en juntas de pavimentos rígidos

Cimiento del firme. Explanadas y capas granulares

Aparte de la estimación de los módulos de rigidez de las capas granulares del firme mediante cálculo inverso a partir de las deflexiones medidas sobre el firme construido, el deflectómetro de impacto puede utilizarse también directamente sobre el cimiento o capas granulares del firme con el fin de determinar su capacidad portante. El ensayo puede realizarse en obra al final de la extensión y compactación de las sucesivas tongadas o capas de materiales granulares con el fin de controlar su calidad. Se trata de una aplicación que presenta algunos aspectos específicos y constituye un campo de interés ya que el ensayo con deflectómetro de impacto es mucho más sencillo y rápido que los ensayos estáticos utilizados actualmente (placa de carga).

En 1999 la Acción COST 336 "Deflectometría de impacto" redactó un protocolo para la utilización del deflectómetro de impacto sobre capas granulares con el objetivo fundamental de homogeneizar el procedimiento de ensayo y favorecer así el desarrollo de la aplicación de forma efectiva mediante el intercambio de las distintas experiencias adquiridas. Las condiciones de ensayo establecidas para la determinación de la capacidad portante del cimiento se refieren fundamentalmente al tipo de placa de carga utilizada (placa rígida de 450 mm de diámetro sin almohadilla de goma intercalada), el nivel de carga utilizado (presión de contacto de 150 kPa) y al número de impactos a efectuar en cada punto de ensayo (10 impactos, con registro de la deflexión en los dos últimos). La capacidad portante del cimiento se evalúa mediante el valor del módulo de superficie calculado con la deflexión central.

El ensayo con deflectómetro de impacto sobre capas granulares tiene otros usos potenciales aparte de la estimación de capacidades portantes. El ensayo con distintos niveles de carga permite aplicaciones tales como el tarado de leyes de comportamiento no lineal de los materiales. La evolución de la deflexión ante impactos sucesivos en un mismo punto está relacionado con el grado de compactación del material. En el protocolo COST se proponen niveles de carga para el tarado de leyes de comportamiento de tipo k-ϕ, y el cálculo de un coeficiente de asiento para la evaluación del grado de compactación.

4.PROCESAMIENTO DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CON DEFLECTOMETRO DE IMPACTO

En cualquiera de las aplicaciones del deflectómetro de impacto es preciso obtener resultados representativos del comportamiento de los firmes ensayados, y estos resultados han de permitir comparar unas situaciones con otras y definir niveles de intervención o aceptabilidad. Debido al comportamiento de los materiales que componen la estructura del firme (viscoelasticidad de las mezclas bituminosas, comportamiento no lineal de los materiales granulares, etc.) existen factores ambientales ajenos a la propia estructura de firme que afectan al valor de las deflexiones, tales como la temperatura y las condiciones de humedad de la explanada. Las deflexiones registradas en las condiciones de ensayo, o los parámetros calculados a partir de las mismas, tendrán que ser corregidas con el fin de referirlas a unas condiciones estándar.

Debe tenerse también en cuenta que las deflexiones registradas por deflectómetros de impacto de distintos fabricantes pueden presentar valores diferentes, debido fundamentalmente a diferencias en el pulso de carga aplicado. Finalmente, es preciso señalar que los campos de aplicación del deflectómetro de impacto se solapan con los de los demás equipos de deflectometría, y que los valores de deflexión registrados con uno u otro equipo son distintos. En cualquiera de estas situaciones, en las que se trabaje con datos registrados por distintos equipos, se deberá llevar a cabo una labor de normalización o comparación a la hora de interpretar los resultados.

Por otra parte, aunque el desarrollo informático actual puede permitir el procesamiento de todos los cuencos de deflexión medidos en cada punto de ensayo, es todavía práctica habitual el dividir el tramo de ensayo en subtramos homogéneos en cuanto a características y capacidad de soporte, y asignar valores característicos de deflexión a cada uno de estos subtramos homogéneos, con objeto de limitar el número de análisis y soluciones distintas de rehabilitación o refuerzo propuestos, agrupando las situaciones más próximas entre sí.

A continuación se describen estos aspectos.

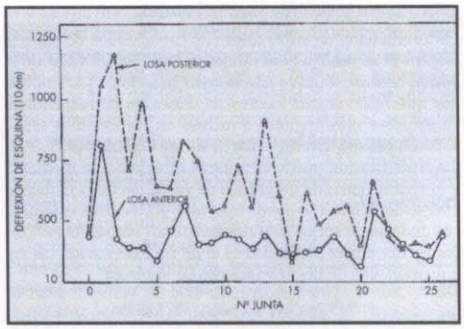


Figura 11. Método simplificado de detección de huecos bajo esquinas de losa

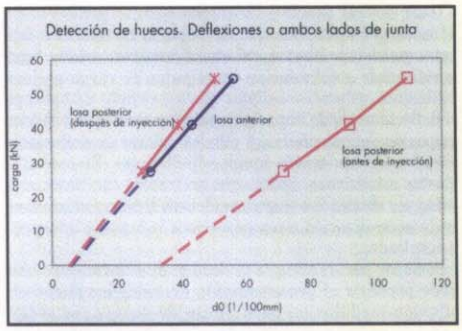


Figura 12.Método de estimación del tamaño de hueco bajo esquina de losa

Tramificación y valores característicos

La determinación de subtramos con capacidades de soporte homogéneas se realiza generalmente a partir del valor de la deflexión central, aunque puede estar basado en parámetros en los que intervengan valores de deflexión correspondientes a sensores más alejados o incluso en los módulos resultado de un cálculo inverso a partir de las deflexiones.

La tramificación puede efectuarse directamente mediante la evaluación visual de un gráfico de variación de la deflexión a lo largo de la traza, o puede apoyarse en técnicas estadísticas de división de series de datos en grupos homogéneos. Uno de los métodos más utilizados es el de representación de las sumas acumuladas de las desviaciones de la media.

$$s_i = d_i - d_m + s_{i-1} \; ; \qquad s_0 = d_0 - d_m$$

donde

s_i = suma acumulada en el punto de ensayo i
d_i = deflexión en el punto de ensayo i
d_m = deflexión media del tramo

Las secciones homogéneas presentan una pendiente constante de la variación de las sumas acumuladas con la distancia. En la Figura 13 se representa un ejemplo.

Una vez realizada la tramificación es preciso elegir la deflexión o el cuenco característico de cada subtramo homogéneo. El valor característico depende de cómo se valore el grado de incertidumbre o nivel de confianza. Estaremos situándonos más del lado de la seguridad si adoptamos como valor característico el valor correspondiente al percentil 85 de la muestra (media + desviación estándar) que si adoptamos el valor medio. En la instrucción 6.3 I.C de refuerzo de firmes se adopta como valor característico de la deflexión central el valor medio + 2 veces la desviación estándar (lo que representa un 95% de nivel de confianza).

Es preferible adoptar un cuenco de deflexión "real" frente a uno calculado a partir de las mediciones registradas. Por ejemplo, en lugar de trabajar con el cuenco como medio resultado de realizar la media de todos los valores correspondientes a cada uno de los sensores, es

preferible utilizar el cuenco registrado más próximo a este cuenco medio teórico.

Comparación entre distintos modelos de deflectómetro de impacto

La rigidez de una capa de mezcla bituminosa depende de la velocidad de aplicación de la carga (debido a su comportamiento viscoelástico). Los materiales granulares pueden presentar también respuestas distintas ante pulsos de carga de características diferentes. Ello significa que la respuesta del firme es función de la forma de la onda de carga aplicada.

Los distintos equipos pueden por lo tanto registrar deflexiones distintas en función de las características del impulso de carga que generan sobre el firme. Las diferencias entre equipos afectan principalmente al sistema generador de carga.

Existen dos firmas que copan la mayor parte del mercado de deflectómetros de impacto en el mundo, Dynatest y KUAB. Existen otras firmas (Carl Bro, Jils...) cuyos equipos tienen características similares a los equipos Dynatest. La principal diferencia existente entre los equipos de ambos tipos se encuentra en el sistema generador de carga. Mientras los equipos Dynatest generan una onda de carga debida al impacto de una única masa sobre los tacos de goma ("buffers") apoyados sobre la placa de carga, los equipos tipo KUAB disponen de un sistema de doble masa, una móvil que impacta sobre unos tacos de goma apoyados en un bastidor que hace el papel de masa fija, que se apoya a su vez sobre el pie y a placa de carga por medio de otro grupo de "buffers" de goma.

La principal diferencia es la forma de la onda de carga resultante (aproximadamente trapezoidal en los equipos tipo Dynatest y senoidal en los equipos tipo KUAB), que se traduce en diferentes duraciones y frecuencias del pulso de carga aplicado (ver Figura 4). Los equipos tipo Dynatest tienen una duración del pulso de carga de 25 ms mientras que los equipos tipo Kuab tienen una duración del pulso de carga de 40 a 60 ms según la configuración elegida (normalmente 60 ms para cargas superiores a 40 kN).

Como consecuencia de ello, las deflexiones registradas por los equipos tipo KUAB sobre secciones de firme con espesores medios o altos de mezcla bituminosa suelen ser algo más altas, a igualdad de valor nominal del pico de carga.

Resulta difícil establecer una correlación general entre las deflexiones registradas por uno u otro equipo, ya que depende sustancialmente de las características del firme ensayado y de las condiciones ambientales.

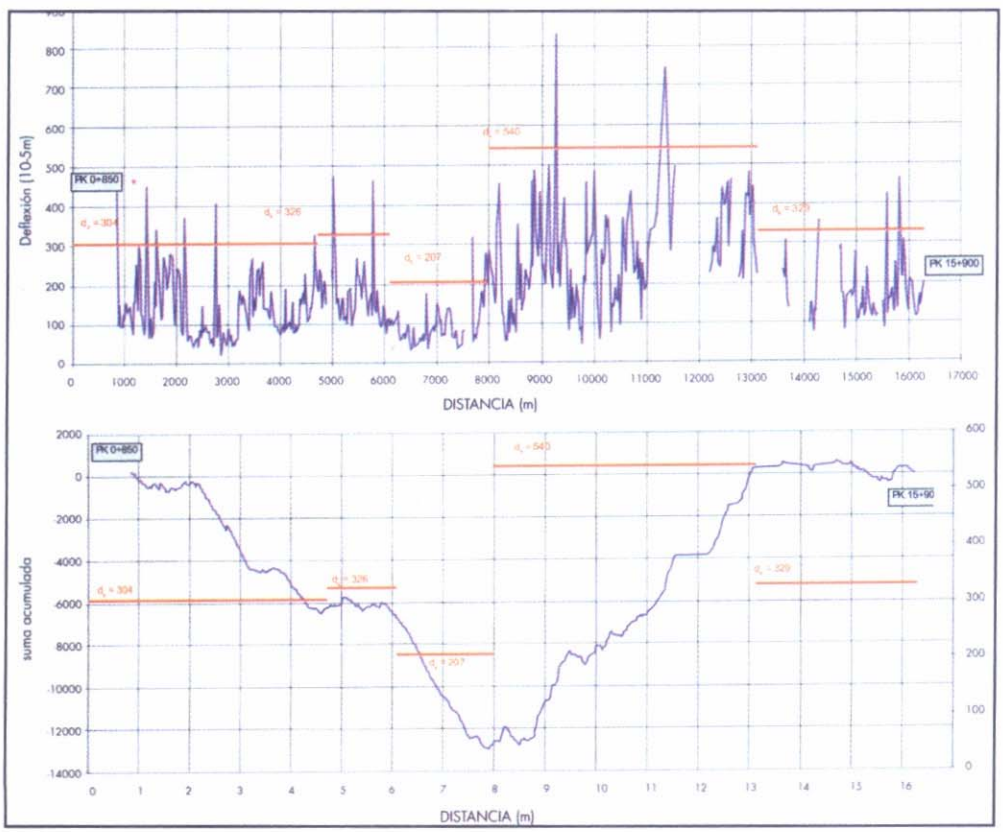


Figura 13. Tramificación en funciónde la deflexión central. Evaluación visual y método de las sumas acumuladas

La relación que se adjunta a continuación fue establecida por el LCPC, a partir de medidas con un sensor de referencia (deflexiones en centésimas de mm), según se recoge en el informe final del grupo COST 325 "Comportamiento de firmes a largo plazo":

$$D_{Dynatest} = 1{,}837\ D_{Kuab}^{\ 0{,}866}$$

En el informe final de la Acción COST 336 "Deflectometría de impacto" se recoge una fórmula de conversión entre las deflexiones a distintas radiales registradas por equipos con una duración de pulso de carga de 25 ms y 60 ms. La relación fue establecida por Van Gurp mediante un análisis regresivo, aplicado a medidas efectuadas en firmes flexibles.

Donde

$$d_{25,i} = a_i + b_i \cdot d_{60,0} + c_i \cdot d_{60,300} + d_i \cdot d_{60,600} + e_i \cdot d_{60,900} + f_i \cdot d_{60,1200}$$

$d_{25,i}$ = deflexión registrada a distancia i mm del centro de carga por un FWD con un pulso de carga de 25 ms (µm)

$d_{60,i}$ = deflexión registrada a distancia i mm del centro de carga por un FWD con un pulso de carga de 60 ms (µm)

Los coeficientes de regresión se muestran en la Tabla 4.

Comparación con otros equipos de medida de deflexiones

Las mediciones efectuadas con viga Benkelman o Deflectógrafo Lacroix han sido tradicionalmente utilizadas como medida patrón de la deflexión tanto en España como en numerosos países europeos. De hecho, el procedimiento propuesto por la Norma 6.3 I.C de refuerzo de firmes, modificado parcialmente por la Orden Circular 323/97 de la Dirección General de Carreteras, está basado en la deflexión máxima central registrada por la viga Benkelman y establece correlaciones con las deflexiones registradas por el deflectógrafo Lacroix de chasis corto, chasis largo y el curviámetro MT-15 (deflexiones en centésimas de mm)

$$D_{BB} = D_{LL} = 1{,}15\ D_{LC} + 15 = D_{CMT}$$

Donde

D_{BB} = Deflexión obtenida con viga Benkelman

D_{LL} = Deflexión obtenida con deflectógrafo Lacroix de chasis largo

D_{LC} = Deflexión obtenida con deflectógrafo Lacroix de chasis corto

D_{CMT} = Deflexión obtenida con curviámetro MT-15

Sin embargo, numerosos estudios, entre los que se encuentran los realizados en el cen-

tro de Estudios de Carreteras (CEDEX) durante el primer y segundo ensayo de la pista de ensayo, muestran que el deflectómetro de impacto registra de forma mucho más precisa la deformación real de la estructura y presenta una repetibilidad y reproducibilidad muy superior a los equipos tipo viga, proporcionando resultados menos dispersos.

Debido al gran número de factores que intervienen, y a la propia precisión de los equipos, las correlaciones establecidas entre las deflexiones registradas con uno u otro equipo presentan índices de correlación relativamente bajos, especialmente si se intenta establecer una relación independiente del tipo de estructura de ensayo. La mejor opción consiste en intentar in situ una correlación adaptada a cada situación, o en intentar calibrar las relaciones existentes con datos de campos. No obstante, se adjuntan a continuación algunos resultados:

-Resultados de los ensayos efectuados en el Centro de estudios de Carreteras (valores medios)

$$\text{Firmes flexibles } \frac{d_{BB}}{dfwd} = 1{,}4 - 1{,}6$$

$$\text{Firmes semirrígidos } \frac{d_{BB}}{d_{fwd}} = 1{,}0 - 1{,}3$$

d_{BB} = deflexión obtenida con viga Benkelman. Semieje de 65 kN (cmx10-3)

d_{fwd} = deflexión obtenida con deflectómetro de impacto, normalizada a 65 kN (cmx10-3)

Se pone de manifiesto de forma clara en los estudio realizados que la relación

$$\frac{d_{BB}}{d_{fwd}}$$

desciende conforme aumenta la rigidez de la estructura.

En Holanda, se ha determinado la siguiente relación a partir de mediciones realizadas in situ sobre firmes flexibles y semirrígidos, con cargas correspondientes a semieje de 50 KN (deflexiones en mm).

$$d_{FWD} = 9{,}505\ d_{BB}^{\ 0{,}58}$$
$$d_{FWD} = 1{,}59\ d_{Lacroix}^{\ 0{,}89}$$

$d_{Lacroix}$ = deflexión obtenida con deflectógrafo Lacroix

Los estudios llevados a cabo por el LCPC, mediante comparación con un sensor de referencia establecen las siguientes relaciones. El deflectómetro de impacto utilizado fue un Dynatest.

Firmes semirrígidos

$d_{FWD} = 1{,}08$ a $0{,}77\ d_{Lacroix}$
Dependiendo del espesor del firme

$d_{FWD} = 1{,}20$ a $0{,}86\ d$ curviámetro
Dependiendo del espesor del firme

Firmes flexibles

$d_{FWD} = 1{,}14\ d_{Lacroix\ (chasis\ corto)}$

$d_{FWD} = d_{curviámetro}$

Influencia de la temperatura

Firmes flexibles y semirrígidos

Ya se ha mencionado que el comportamiento de los materiales bituminosos varía sensiblemente con la temperatura, especialmente su módulo de rigidez. El estado de agrietamiento de la mezcla bituminosa reduce la variación del comportamiento estructural con la temperatura.

Es por tanto necesario conocer las condiciones de temperatura de las distinas capas de materiales bituminosos para evaluar las deflexiones registradas. Cuando las deflexiones se utilizan directamente para la caracterización del comportamiento es preciso normalizarlas a una temperatura de referencia, generalmente 20º C. Si las deflexiones se emplean para la deducción de módulos de rigidez, normalmente se prefiere efectuar las correcciones por temperatura sobre los módulos resultado del proceso.

Las leyes que relacionan deflexiones y temperatura se establecen, bien de forma empírica basándose en campañas de ensayos realizados sobre un número adecuado de firmes y localizaciones, bien de forma analítica a partir de un modelo de comportamiento módulo-temperatura para cada capa del firme modelizado. Los factores que intervienen son numerosos: tipos de estructura, tipos de materiales y características estructurales de los mismos, tipo de equipo utilizado, rango de temperaturas de ensayo, modelo analítico de cálculo...

Por todo ello se trata de relaciones con un marcador carácter específico y se deben emplear con cautela, comprobando que son aplicables a las condiciones locales.

Se pueden mencionar las siguientes relaciones desarrolladas en nuestro país:

-Curvas incluidas en la instrucción 6.3 I.C de refuerzo de Firmes (para medidas con Viga Benkelman). Estas mismas curvas se recogen en la O.C. 323/97.

-Curvas incluidas en la norma NLT-338/97 "Medida de deflexiones en firmes con el deflectómetro de impacto", desarrolladas a partir de los resultados de los ensayos de firmes efectuados en la pista del Centro de estudios de Carreteras (CEDEX)

A nivel internacional se pueden mencionar las siguientes relaciones:

-Curvas incluidas en la Guía AASHTO de

ai - fi = coeficientes de regresión;							
i (mm)	*Coficientes de regresión (-)*						r^2
	a_i	b_i	c_i	d_i	e_i	f_i	
0	20.544	1.080				-0.631	0.998
300	27.268		1.153			-0.675	0.992
600	22.021	-0.390	1.205			-0.223	0.989
900	2.605			0.640			0.983
1200	4.697				0.644		0.985
1500	4.468					0.627	0.987
1800	6.794	-0.350	1.133	-1.323		1.161	0.995

Tabla 4. Coeficientes para la conversión de deflexiones entre equipos con distinta duración del pulso de carga

diseño de firmes (1993)

-Ecuaciones desarrolladas por Van Gurp (Holanda, 1995)

En ambos casos las curvas a utilizar varía en función de los espesores de mezcla bituminosa.

Cuando las deflexiones son utilizadas para la determinación de módulos mediante cálculo inverso, la corrección por temperatura se realiza generalmente sobre los módulos. Las leyes de variación de los módulos de rigidez con la temperatura se determinan en laboratorio y dependen fuertemente de las características de diseño de la mezcla. Existen innumerables métodos y expresiones correctoras. Prácticamente cada programa de cálculo inverso o método de cálculo directo dispone de una relación propia. En la figura 16 se muestran algunas de estas curvas a modo de ejemplo.

Firmes rígidos

En firmes rígidos, aunque la rigidez del hormigón no varía con la temperatura, sí lo hacen las condiciones de apoyo de la losa, por lo que las deflexiones variarán de una situación a otra. Los gradientes térmicos en la losa provocan su combado. Generalmente, a primeras horas de la mañana la superficie de la losa está más fría que la base, por lo que se contrae provocando el combado cóncavo y la pérdida parcial de apoyo de los bordes de la losa. En las horas centrales del día la insolación de la superficie aumenta su temperatura, y la losa se comba hacia abajo, provocando la pérdida de contacto de la zona central de la losa y registrándose deflexiones más altas que cuando el apoyo es perfecto. Estas variaciones se producen diariamente y en situaciones extremas (por ejemplo días fríos pero soleados) pueden hacer que la deflexión en un mismo día se multiplique por dos o por tres. Para la evaluación de las deflexiones es preciso por tanto disponer de gráficos que relacionen la temperatura con la deflexión.

Cuando se ausculta un tramo de firme rígido, se suelen medir las deflexiones en un grupo de losas en intervalos de tiempo regulares a lo largo de todo el día, registrándose simultáneamente el gradiente térmico existente en la losa de la forma más precisa posible. Las relaciones deflexión temperatura obtenidas, se utilizan para corregir el resto de valores registrados en el tramo de ensayo.

En cualquier caso, la medición de las temperaturas de los firmes ensayados forma parte del ensayo con deflectómetro de impacto y se trata de un aspecto importante que debe ser realizado con precisión.

Las correcciones suelen efectuarse sobre los valores característicos de cada tramo homogéneo.

Influencia de la humedad

A efectos del diseño de refuerzos se deben emplear las deflexiones registradas en época de máxima retención de humedad, época en las que el firme presenta una menor capacidad de soporte, y sólo emplear las deflexiones medidas en épocas de explanada seca en caso de necesidad ineludible.

La instrucción 6.3 I.C introduce una serie de factores correctores de la deflexión característica en función del tipo de explanada las condiciones del drenaje según las épocas del año (Tabla 5). No obstante sólo se recomienda utilizar estos factores en ausencia de estudios adecuados de variación de deflexiones con la humedad.

Tipo de explanada:

A: Suelos seleccionados y adecuados
B: Suelos tolerables e inadecuados

Condiciones de drenaje:
1: Buenas condiciones de drenaje
2: Malas condiciones de drenaje

Durante el primer ensayo de firmes del Centro de Estudios de Carreteras se efectuaron comparaciones entre los valores de deflexión registrados en período seco y húmedo sobre secciones flexibles. Se comprobó una mayor influencia de las variaciones de humedad a medida que disminuye el espesor de mezcla bituminosa. Las deflexiones registradas en período húmedo fueron entre un 40 y un 75% superiores a las registradas en período seco.

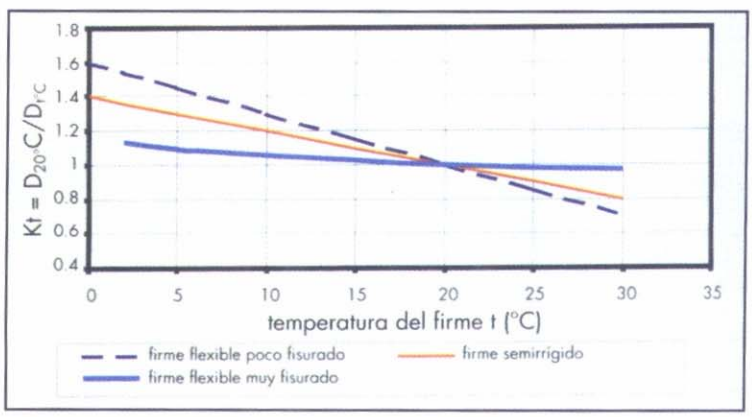


Figura 14. NLT-338/97. Corrección de las deflexiones por la temperatura

5.PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

En 1997 el Centro de Carreteras del CEDEX editó, dentro de sus normas de ensayo para carreteras, la Norma NLT 338 "Medida de deflexiones en firmes con el deflectómetro de impacto". La redacción de dicha norma se apoya en la normativa americana sobre medida de deflexiones (ASTM y AASHTO) y en las conclusiones de los trabajos de armonización a nivel europeo desarrollados por el FEHRL y la Acción COST 336.

En la Norma NLT 338 se establecen criterios relativos al procedimiento de ensayo, tanto en firmes flexibles como rígidos, tales como:

-Características y especificaciones del equipo, incluyendo requisitos de precisión, repetibilidad y reproducibilidad de los sensores.

-Requisitos de calibración

-Datos previos a registrar

-Metodología de medida de la temperatura del pavimento, condiciones de temperatura para la realización del ensayo.

-Recomendaciones sobre la densidad de puntos de medida en un tramo de ensayo en función del objeto de las mediciones (análisis de red, análisis de proyecto, análisis de detalle).

-Establecimiento del carril de ensayo.

-Nivel de carga a emplear.

-Procedimiento de medida en el punto de ensayo (número de impactos, criterios de aceptación...).

-Criterios para la normalización de las deflexiones registradas a condiciones estándar de temperatura y de humedad de la explanada.

-Expresión de los resultados.

-Criterios de interpretación de la representación del módulo de superficie como preevaluación de los resultados.

6.CALIBRACION

Es absolutamente necesario que el ensayo se lleve a cabo con equipos que funcionen correctamente y proporcionen resultados precisos. La evaluación de un firme a partir de datos poco fiables, imprecisos o sesgados puede llevar a conclusiones erróneas sobre el estado estructural de la estructura ensayada, y a estimaciones incorrectas de las propiedades estructurales de las capas de firme. La solución a este problema pasa por la correcta calibración del

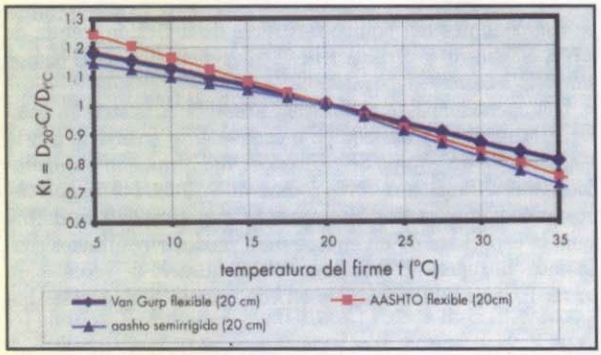


Figura 15. Corrección de las deflexiones por la temperatura

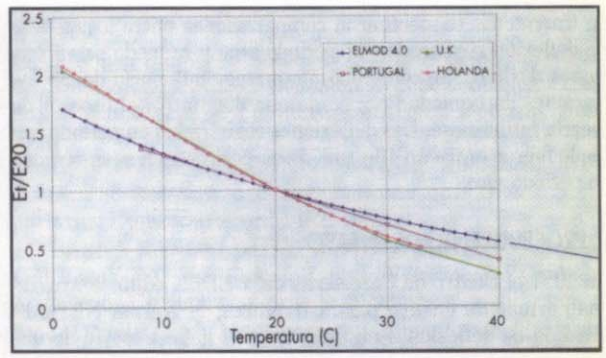


Figura 16. Relaciones Módulo de Rigidez-Temperatura

equipo.

Debido al desarrollo relativamente reciente del deflectómetro de impacto, los procedimientos de calibración del equipo y sus componentes han sido establecidos en los últimos años y no existe una homogeneidad entre los mismos. El establecimiento de procedimientos de calibración estandarizados se ha llevado a cabo en Estados Unidos por parte del SHRP, en Holanda por parte del CROW, y a nivel europeo la Acción COST 336 redactó unos protocolos con el fin de armonizar los procedimientos. Se han distinguido tres niveles de actividades de calibración, según las deba llevar a cabo el fabricante del equipo, un centro de calibración homologado, o el propio usuario. Se deben efectuar calibraciones absolutas y relativas de los componentes del equipo (sensores de deflexión, célula de carga, odómetro) y verificaciones de la repetibilidad del equipo completo a corto y largo plazo.

Las operaciones de calibración absoluta consisten en comparar la respuesta del equipo o componente ensayado con la respuesta de un equipo de referencia, mientras que las operaciones de calibración relativa comparan entre sí las respuestas de varios componentes análogos. La repetibilidad se define como la capacidad de un equipo para producir resultados consistentes al repetir el ensayo un cierto número de veces sobre un mismo punto de ensayo y en condiciones ambientales homogéneas.

7.CONCLUSIONES

El deflectómetro de impacto es actualmente el equipo de auscultación estructural que permite una mejor evaluación de la capacidad de soporte del firme auscultado, especialmente a través de la determinación de los módulos de rigidez mediante cálculo inverso. No obstante, existen todavía limitaciones de la técnica y aspectos susceptibles de desarrollo tales como:

-El aprovechamiento de las series temporales de deflexión-carga, y no sólo de los valores pico.

-La obtención de parámetros estructurales estándar del firme, independientes del equipo utilizado para la medida de deflexiones.

-La correcta caracterización de la influencia de la forma y duración del pulso de carga aplicado sobre las deflexiones medidas.

-La evaluación de la influencia de las fluctuaciones del nivel freático en el grado de saturación de los materiales granulares y sus consecuencias a nivel del comportamiento del firme.

El tratamiento de estos temas pasa fundamentalmente por el desarrollo de modelos de comportamiento de materiales y su integración en modelos de respuesta estructural de firmes que permitan considerarlos de forma adecuada, puesto que actualmente la utilización del modelo multicapa elástico lineal es generalizada.

El establecimiento de la capacidad de soporte no constituye un fin último por sí mismo. Se trata de una información más, de gran importancia, en la evaluación del estado de los firmes y en la predicción de la evolución de su comportamiento estructural, de cara a una optimización de su vida de servicio mediante el diseño y gestión adecuados de las operaciones de mantenimiento o rehabilitación. El desarrollo de modelos de deterioro de firmes para interpretar la información suministrada por los modelos de respuesta estructural es el punto clave de avance de la técnica. Los modelos disponibles actualmente (fatiga de la mezcla bituminosa, deformaciones plásticas en materiales granulares) están basados en caracterizaciones de laboratorio corregidas para adecuarlas al comportamiento en servicio. Por todo ello, en el momento actual los cálculos de vida residual y dimensionamiento de refuerzos a partir de la caracterización del firme con deflectómetro de impacto deben ser realizados e interpretados con cautela.

En cualquier caso, el deflectómetro de impacto proporciona al ingeniero de carreteras una extensa información para la evaluación estructural de firmes y a pesar de que surgió como un equipo para la evaluación del proyecto, se ha extendido su uso a nivel de red. El desarrollo de los deflectómetros continuos que operan a altas velocidades deberá permitir la integración generalizada de las medidas de deflexión como parte de los sistemas de gestión de firmes.

Tipo de explanada y drenaje	Coeficiente corrector C_h		
	Período húmedo	Período intermedio	Período seco
A 1	1	1,15	1,30
A 2 , B 1	1	1,25	1,45
B 2	1	1,30	1,60

Tabla 5. Coeficiente correcti de las deflexiones por humedad de la explanada. Instrucción 6.3 I.C.

VIALIDAD

Nuestro agradecimiento, por compartir **50 años** de ideas, proyectos y trabajo

Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires

Telefax. 0221-421-1161/66 - www.vialidad.gba.gov.ar - revista@vialidad.gba.gov.ar
Avenida 122 y 48 - La Plata (1900) - Provincia de Buenos Aires - República Argentina

GLASS BEADS S.A.

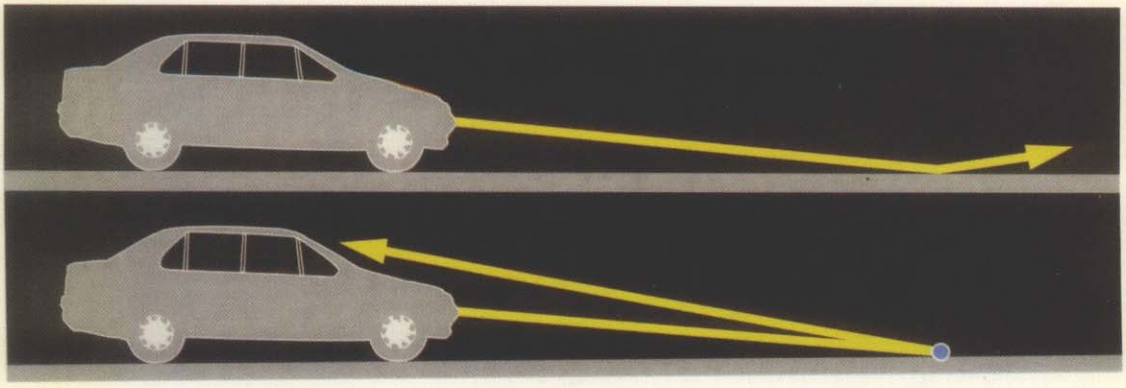
MICROESFERAS SOVITEC CATAPHOTE GLASS BEADS



MICROESFERAS DE VIDRIO
EL FUNDAMENTO DE LA SEGURIDAD VIAL







Rodríguez Peña 431 - 5º "A" (1020) Buenos Aires - Argentina -
Tel/Fax 54-11-4372-8746/8662 - E-mail gssbeads@ba.net