ISSN 0325 0296

CARRETERAS

ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS

AÑO XXXII - N 122 - ENERO - MARZO DE 1987

1940 - 1987

INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO

Promueve y difunde el uso del Cemento Portland

- **ASESORAMIENTO TECNICO A** Reparticiones públicas, Entidades profesionales Arquitectos, Ingenieros, Empresas constructoras
- **LABORATORIOS** Ensayos de morteros y hormigones, mezclas de suelo-cemento, elementos premoldeados y estudios relacionados con la especialidad. Dosificaciones
- **PUBLICACIONES** Revistas, Boletines, Folletos, Informaciones Técnicas.
- **BIBLIOTECA** Técnico-especializada, de carácter público, en su Sede Central.

SEDE CENTRAL
Calle San Martín 1137
1004 - Bs.As.

DEPTO DE INVESTIGACIONES
Capitán Bermúdez 3958
1638 - Vicente López.

10 SECCIONALES
En todo el país.

PROMOVER EL CONSUMO DE CEMENTO PORTLAND

ES CRECER CONSTRUYENDO EL PAIS

ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS

Premio "Ing. Roberto Gorostiaga"

SE AMPLIO EL PLAZO PARA LA PRESENTACION DE TRABAJOS Y ENTREGA DEL PREMIO

LA ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS, EN LA REUNION CELEBRADA POR SU CONSEJO DIRECTIVO EL 26 DE JUNIO DE 1986, HA DISPUESTO ABRIR UN CONCURSO DE TRABAJOS TECNICOS EN LA MEMORIA DE QUIEN FUE SU DIGNO PRESIDENTE, FALLECIDO EN EJERCICIO DE DICHO CARGO, AL HABERSE CUMPLIDO EL DIA 23 DEL MISMO MES Y AÑO EL 20° ANIVERSARIO DE SU DESAPARICION. POR TAL MOTIVO SE HA RESUELTO:

1°) Instituir el Premio "Ing. Roberto Gorostiaga" para el concurso abierto que nuestra Asociación realizará en el año 1986/87.

2°) El trabajo, objeto de este premio, será seleccionado entre los que se presenten a la Asociación Argentina de Carreteras, Paseo Colón 823, 7° piso, antes del 15 de octubre de 1987 y el que versará sobre el tema que se detalla al pie.

3°) Establecer un primer premio de A 1.000 para el mejor trabajo presentado, ajustable con el índice de costo de vida a partir del 30 de setiembre de 1986 hasta el 15 de octubre de 1987.

4°) El jurado que estudiará los trabajos y otorgará el premio estará integrado por un representante del Consejo Directivo de la Asociación Argentina de Carreteras, el representante de la Dirección Nacional de Vialidad en el Consejo Directivo y un docente especialista en la materia, perteneciente a una universidad nacional.

5°) El jurado podrá declarar desierto el premio instituido.

6°) El premio será entregado en el mes de diciembre venidero durante la última reunión del C. D. del año.

7°) El trabajo a presentar deberá ser inédito y de una extensión no mayor de 25 carillas, incluidos cuadros, gráficos y fotografías, en tamaño carta, escrito a máquina a doble espacio, en original y tres copias. Estarán precedidos por un resumen de no más de 300 palabras.

8°) Podrán participar de este concurso todos los profesionales del país.

TEMARIO

Criterios y métodos modernos para el diseño y construcción de puentes y otras estructuras viales.

Entre los temas a considerar se sugieren los siguientes, **sin que éstos sean limitativos ni excluyentes** de otras ideas originales no comprendidos por aquéllos:

1) Actualización de las normas y diseños de Vialidad Nacional.
2) Normalización del diseño de dispositivos de seguridad peatonal y vehicular en puentes carreteros.
3) Construcción de puentes por avance sucesivo, por empuje, etc.
4) Empleo de la técnica de obenques para ejecución de puentes en arco, de grandes luces.
5) Diferencias de criterio en el proyecto y ejecución de puentes, en función de las características de las economías nacionales.
6) Acción dinámica del viento en puentes de grandes luces.
7) Técnicas para lograr en obra hormigones con resistencia característica mayor de 600 kg/cm^2, para puentes pretensados de grandes luces. Durabilidad y mantenimiento de éstos.
8) Cierre en clave de puentes continuos de hormigón pretensado por voladizos sucesivos.
9) Elección del grado de pretensión en puentes carreteros.
10) Criterios para ensayos de recepción de puentes mono y multitramos.
11) Verificación de estabilidad de pilares de puentes fundados en medios aluvionales.
12) Eliminación de juntas, a nivel de calzada, en puentes prefabricados.

la Construcción

SOCIEDAD ANONIMA COMPAÑIA ARGENTINA DE SEGUROS

Paseo Colón 823 — Buenos Aires

Tel. 362-5388-8463-9625

361-2708-2438-9759

La ruta de máxima seguridad.

AL SERVICIO DE TODAS LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS DEL PAIS

CARRETERAS

AÑO XXXII Nº 122
ENERO - MARZO DE 1987
Impresa en la República Argentina

Correo Argentino Central (B) | Franqueo Pagado Concesión Nº 5942 | Interés General Concesión Nº 5426

Revista técnica trimestral editada por la ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS (sin valor comercial) — Adherida a la Asociación de la Prensa Técnica Argentina — Registro de la Propiedad Intelectual Nº 292.322 — Concesión Postal del Correo Argentino Nº 5.942 — (Franqueo Pagado) Interés general, concesión Nº 5.426 — Dirección, Redacción y Administración: Paseo Colón 823, p. 7º (1063) Buenos Aires, Argentina — Teléfono: 362-0898.
DIRECTOR: Ing. MARCELO J. ALVAREZ — SECRETARIO DE REDACCION: Sr. JOSE B. LUINI.
REDACTOR: Sr. MARCELO C. ALVAREZ.

EDITORIAL

Reflexiones del último verano (Los caminos Provinciales)

En este país, al sur del continente, la época en que aparece el primer número de CARRETERAS en el nuevo año se corresponde con el fin de las vacaciones de verano. Se aproximan los vientos templados y subsiguientemente —quizá más tarde o más temprano— la majestad ambiental comienza a teñirse con los puntuales ocres de la temporada.

Con todo, aún queda un momento para repasar las peripecias del tiempo libre pasado, ya precipitadamente en retirada. El recuerdo se decanta y, por deformación profesional, entre tantas imágenes se rescatan las impresiones de aquel viaje realizado por conocidos y desconocidos (que dejaron de serlo) caminos del interior: por aquellas rutas que en el mapa acompañante se distinguen por un trazo o un color diferente.

Para organizar el pensamiento: esta figura pretende describir los caminos provinciales, a los que la legislación argentina considera como integrantes de la red secundaria que sirve de enlace y principal alimentador de las carreteras nacionales.

En cada una de las provincias se ha definido y consecuentemente estructurado un sistema vial ocupando regiones de las más diversas características físicas, económicas, sociales y culturales, vinculantes por tanto de poblaciones heterogéneas, estaciones ferroviarias de segunda línea, caminos municipales y vecinales, y complementándose con los sistemas homólogos de las jurisdicciones vecinas en una vasta red que —por incluir los extensos recorridos que salvan del aislamiento las distancias de Patagonia— alcanza hoy por hoy un total aproximado de 240.000 kilómetros con diferentes características según el sesgo determinado por las posibilidades financieras de cada provincia.

El inevitable desempeño en términos de activo protagonismo asumido por estos caminos a través de toda la historia de la vialidad argentina ha sido opacado por la importancia acordada eventualmente al sector nacional, subestimándose **el espacio de tránsito exclusivo o de primera alternativa que representa para múltiples, diversas y dispersas comunidades humanas en el interior del país**, *al mismo tiempo que resultan creadores de un tipo especial de usuarios.*

Desde estas perspectivas es una ocasión para reivindicar sus trayectorias —en ambas dimensiones: temporal y espacial— y, reuniendo tanto la visión de aquellos que son construidos y mantenidos con verdadera preocupación y eficiencia como de los que languidecen al flanco de las imposibilidades de todo tipo, otorgar a los caminos provinciales la atención que se acreditan por mérito de imprescindible comunicación respondiendo a los urgentes reclamos de los organismos competentes de cada provincia, que por sí y a través del Consejo Vial Federal han insistido con permanente y persistente actividad para mejorar la situación financiera que afecta a este importante sector vial del país.

De modo conjunto y solidario, la puesta de acuerdo de todos los promotores involucrados en una acción planificadora que priorice la superación del frente financiero sumará a futuro los objetivos primordiales que dan curso a estos caminos: entre ellos, facilitar acceso a los centros regionales de producción y consumo, corregir los desequilibrios territoriales, coordinar la relación de las carreteras nacionales y por supuesto —en homenaje al último verano— garantizar los accesos a nuevas áreas turísticas. Las preocupaciones del nuevo año irán apresando, poco a poco, aquellos inventarios de vivencias que dieron origen a estas reflexiones de equinoccio.

SUMARIO

	Pág.
PREMIO "ING. ROBERTO GOROSTIAGA"	1
EDITORIAL: REFLEXIONES DEL ULTIMO VERANO (LOS CAMINOS PROVINCIALES)	3
PRESUPUESTO DE RECURSOS VIALES AÑO 1987	4
HOMENAJE A EMPRESAS	6
EN LOS EE.UU. LA CANTIDAD DE ACCIDENTES EN RUTAS SE HA REDUCIDO EN LOS ULTIMOS AÑOS	6
DECRETO PROMISORIO PARA LA ACTIVACION DEL PLAN VIAL	7
DIRECCION DE VIALIDAD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES	8
SEMINARIO SOBRE EL USO DE LAS MICROCOMPUTADORAS EN LA ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO VIAL	11
ASOCIACION INTERNACIONAL PERMANENTE DE LOS CONGRESOS DE LA RUTA (A.I.P.C.R.)	11
CONEXPO 87	11
PAVIMENTOS DE HORMIGON COMPUESTO. Por el Ing. Raúl A. Colombo	12
OPTIMIZACION ECONOMICA EN EL REFUERZO DE CALZADAS PAVIMENTADAS. Por el Ing. Félix J. Lilli	18
INFORMACIONES DE VIALIDAD NACIONAL	22
LA ELIMINACION DE LOS PASOS A NIVEL URBANOS ¿A QUIEN LE CORRESPONDE PAGAR? Por el Ing. Juan P. Martínez	30
NUEVAS CONSIDERACIONES PARA EL PROYECTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE. Por el Ing. Boris Dorfman	34
VISITA DE PROFESIONALES ESPAÑOLES	42
SE MODIFICARA PARTE DEL TRAZADO DE LA RUTA 2	42
COMENZO LA REPAVIMENTACION DE LA AVENIDA GENERAL PAZ	42
IVº CONGRESO IBERO-LATINOAMERICANO DEL ASFALTO	42
VIALIDAD EN EL MUNDO. ACTUALIDAD INFORMATIVA	43

NUESTRA PORTADA:

Ruta 226: Camino Multitrocha. Tramo: Mar del Plata - Acceso a Sierra de los Padres. Obra recientemente inaugurada por la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires.

PRESUPUESTO DE RECURSOS VIALES AÑO 1987

GESTIONES DE LA ASOCIACION

A principios del presente año con motivo de la confección por parte del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Nación y de la Secretaría de Hacienda del presupuesto de recursos para 1987 para la Dirección Nacional de Vialidad, la Asociación Argentina de Carreteras elevó al señor subsecretario de Transporte, Lic. Rodolfo Huici, la nota cuyo texto transcribimos a continuación, remitiéndole a la vez copia de la misma al señor subsecretario de Presupuesto de dicha Secretaría, Lic. Ricardo Carciofi.

Esta nota tuvo amplia repercusión en los medios gráficos de nuestro país, en particular en editoriales como el del diario La Nación del 11 de febrero último que reproducimos seguidamente.

También algunas entidades civiles apoyaron nuestras gestiones ante las autoridades nacionales como FADEE AC en la nota dirigida al señor subsecretario de Transporte, que también transcribimos.

Señor Subsecretario de Transporte, Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Nación, Lic. Rodolfo Huici, S.D. De nuestra mayor consideración:

Nos permitimos dirigirnos al señor Subsecretario previendo que en estos momentos se ha de tener en estudio por parte de ese Ministerio y del de Hacienda, el proyecto del presupuesto de recursos por el año 1987 para la Dirección Nacional de Vialidad.

Entendemos que dicho presupuesto a valor de diciembre/86 ascendería a ₳ 800 millones, cálculo que hemos confeccionado en base a los magros y retaceados recursos específicos que por diversos conceptos (impuesto a los combustibles, cubiertas, aceites, ley de autopistas, etc.) le corresponden al área vial.

Resultaría obvio pretender justificar la necesidad de tal inversión, ante el panorama desalentador que presentan nuestras rutas al que nos hemos referido en reiteradas oportunidades, cuando estudios imparciales preparados por la Dirección Nacional de Vialidad acusan, para el año 1985, en mal estado el 43% y en regular estado el 21%. Este alarmante panorama nos ha llevado a estimar como imprescindible una contribución adicional mínima por parte del Tesoro de ₳ 600 millones durante un período de 10 años, destinada exclusivamente a recuperar el estado calamitoso de nuestra red vial. Esta partida adicional extraordinaria debe entenderse por sobre el presupuesto normal que se confeccione en base a los recursos específicos, los que ya no alcanzan ni para una restringida evolución de la Dirección Nacional de Vialidad.

Cabe considerar que cualquier reducción del presupuesto vial que se proyecte efectuar reiterando el lamentable aporte a Rentas Generales, ya practicado en los ejercicios de los años 1985 (por ₳ 63,5 millones) y 1986 (por 75 millones de igual moneda) recaerá plenamente en la partida destinada a obras. Para ser más claros, dentro del supuesto presupuesto global de ₳ 800 millones existe una parte de 500 millones fijos, inalterables y comprometidos con destino a coparticipación federal, planillas de personal, amortización de deuda externa, intereses, etc. Si sobre el total del proyecto de presupuesto se aplicara una exacción del 10%, ésta se volcaría totalmente sobre las inversiones reales en obras viales asumiendo en tal caso una reducción del 27%.

Por las razones expuestas, venimos en tiempo y forma a oponer nuestra reserva a cualquier reducción del presupuesto comentado habida cuenta de que muy por el contrario el mismo debe ser excepcionalmente sobre elevado de acuerdo con lo expuesto más arriba.

Saludámosle con la más alta consideración. — Ing. JOSE MARIA RAGGIO, Presidente.

Señor Subsecretario de Presupuesto, Lic. Ricardo Carciofi, Ministerio de Hacienda de la Nación, S.D. Ref.: Presupuesto de la D.N.V. para año 1987. De nuestra mayor consideración:

Sumamente preocupados por la situación vial argentina, nos permitimos adjuntarle copia de la nota presentada en la fecha al Señor Subsecretario de Transporte del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Nación en la cual destacamos la imperiosa necesidad de respetar totalmente los recursos específicos con destino al área vial y aún destacar la conveniencia de incrementar la partida para evitar caer en un colapso estructural irreparable.

Agradeciéndole tenga a bien prestar concienzuda atención a los términos de la misma, saludámosle muy atentamente. — Ing. JOSE MARIA RAGGIO, Presidente.

NOTA DE FADEEAC AL SEÑOR SUBSECRETARIO DE TRANSPORTE DE LA NACION

Buenos Aires, 27 de enero de 1987.

Señor Subsecretario de Transporte, Lic. Rodolfo Huici, S/D. Ref.: 3525. Obj.: Hacer nuestros los términos de la nota de la Asociación Argentina de Carreteras.

De nuestra mayor consideración:

La Asociación Argentina de Carreteras nos ha hecho llegar una reproducción textual de la nota que con fecha 30/12/86 remitiera al señor subsecretario referida a la necesidad de evitar la reducción del presupuesto vial, tal como ocurriera en los años 1985 (A 63,5 millones) y en 1986 (A 75 millones).

Parece innecesario, señor subsecretario, que esta central reitere ante usted y ante todas las instancias respectivas la inconveniencia política, social y ética de tal procedimiento.

Los recursos que el automotor genera por las leyes y disposiciones creadas especialmente para una finalidad determinada, no deben ni pueden ser derivados a otros fines so pena de convertir tal actitud en una defraudación a la fe pública.

El estado general de la red vial, deteriorada en cifras alarmantes; el aumento progresivo de los costos operativos de explotación de los vehículos destinados al servicio público de transporte de cargas para terceros y la situación harto apremiante de la mayoría de los prestatarios de esos servicios —sin mayores posibiildades de recuperación en el corto plazo— imponen a los operadores y a quienes tienen la obligación de carácter moral y ética de velar por los intereses de la sociedad en su conjunto, de extremar los recaudos y adoptar todas y cada una de las medidas que correspondan para que la misión y funciones de cada prestatario se desarrolle dentro de pautas racionales y económicas que permitan una subsistencia digna y una contribución positiva al duro momento que en la actualidad soporta el país.

Desviar recursos creados con una finalidad específica; retacear recursos legítimos que el sector necesita y afectar con ello los intereses de la comunidad, son actos erróneos que no solo deben ser evitados sino que, lamentablemente, contribuyen al alto grado de descreimiento que ya opera en muchos de los prestatarios de servicios y que, con ello, pretenden justificar su propia falta de cumplimiento de otras obligaciones emergentes.

Paralelamente, señor subsecretario, la reducción arbitraria de los recursos viales, además de las derivaciones a Rentas Generales Fondo Nacional de la Energía y Ferrocarriles Argentinos, robustece la opinión de ciertos profesionales que aseguran que el automotor de cargas no solventa la infraestructura vial que utiliza.

Por todo ello, señor subsecretario, y por otras razones que consideramos inoportuno señalar, es que nos permitimos hacer saber a usted que compartimos plenamente lo expresado por la Asociación Argentina de Carreteras, a la que sumamos nuestra propia inquietud, y no tenemos ninguna duda que el señor subsecretario agotará las instancias pertinentes para evitar que en el año en curso no se reediten las reducciones practicadas inconsultamente de los recursos correspondientes a las vialidades nacional y provinciales.

En la seguridad de que el señor subsecretario le prestará a la presente nota adhesión su habitual deferencia, nos complacemos en expresarle las mayores consideraciones de nuestro especial respeto.

(Fdo.) ROGELIO CAVALIERI IRIBARNE, Presidente.

LA NACION

Buenos Aires, miercoles 11 de febrero de 1987

Fundado por Bartolomé Mitre el 4 de enero de 1870

"LA NACION será una tribuna de doctrina" (Núm. 1, Año 1)

Director: DR. BARTOLOME MITRE

Recursos para los caminos

Una vez más, la Asociación Argentina de Carreteras solicitó de los poderes públicos la solución de las deficiencias que afectan a buena parte de los caminos argentinos.

El pedido fue elaborado sobre la base de la necesidad imprescindible de una contribución mínima adicional por parte del Tesoro del orden aproximado de los 600 millones de australes, durante diez años. Estaría destinada exclusivamente, según lo afirmó aquella entidad, a recuperar "el estado calamitoso" de la red vial.

No se trata de la primera vez que el tema es abordado en estas columnas. En realidad, es una observación repetida periódicamente, habida cuenta del progresivo agravamiento de las principales vías de comunicación del país.

Hace no mucho tiempo se advirtió que si no se toma conciencia de la magnitud de esta cuestión y de la urgencia de por lo menos comenzar a buscarle soluciones viables se corre el riesgo de que en un plazo no muy lejano -acaso menos de un lustro- el territorio nacional se encuentre con el aniquilamiento virtual de su red caminera.

Hay un deterioro gradual que se refleja en las estadísticas elaboradas por la Dirección Nacional de Vialidad y por entidades privadas. En 1983, el 45 por ciento de las rutas nacionales se encontraba en buen estado, el 22 por ciento en estado regular y el 33 en mal estado; en 1984, dichos porcentajes fueron, respectivamente, de 36, 20 y 44, mientras que en 1985 se apuntó que el 43 por ciento se hallaba en mal estado, el 21 regular y el 36 en estado bueno, con estimaciones más o menos similares para los caminos provinciales. Pese a alguna leve mejoría la progresión resulta elocuente, máxime si se tiene en cuenta que el capital invertido en la red vial asciende, aproximadamente, a los 50.000 millones de australes.

La suma solicitada, según apuntó la Asociación, deberá agregarse a los recursos contemplados en el presupuesto para el año actual, cuyo monto no es suficiente, de acuerdo con las mismas fuentes, ni siquiera para una evolución restringida de la Dirección Nacional de Vialidad.

El pedido debe ser analizado en profundidad, puesto que abundan las razones para convalidarlo. Los recursos para la conservación y expansión vial provienen de algunas fuentes específicas, tales como los impuestos a los combustibles, aceites, ley de autopistas, etcétera, cuyo volumen apenas alcanza para devengar fondos magros. Además, tales ingresos son mermados aún más por la desviación a rentas generales de una significativa proporción. En 1985 fueron deducidos 63,5 millones de australes y, el año último, 75 millones.

No sólo no se encaran las obras imprescindibles para la modernización de la red vial, cuya adecuación a los requerimientos tecnológicos avanzados es casi nula. Tampoco se dispone de los fondos apropiados como para llevar adelante planes de reconstrucción que vayan más allá de los requerimientos mínimos para mantener estacionaria la situación actual.

Ello es grave, pues el país cuenta con algo más de cinco millones de automotores en circulación; el 88,4 por ciento de sus cargas es transportado por vía terrestre, y el 87,8 por ciento de pasajeros se moviliza mediante el empleo de automotores.

Tales son las razones inmediatas que tornan exigible el replanteo de la política vial, largamente requerido por las entidades privadas vinculadas con el sector.

Hay también otras motivaciones, igualmente importantes. La Argentina, por su extensión territorial, depende fundamentalmente de la posibilidad de una adecuada intercomunicación. Toda nación carente de un eficiente sistema de transportes está condenada a un desarrollo escaso o nulo.

Esa certeza guió la acción de los hombres que organizaron y engrandecieron a la República, convencidos de que el aislamiento era la barrera más importante que se alzaba contra cualquier posibilidad de progreso.

Más tarde, coyunturas económicas desfavorables y políticas erróneas condujeron a la desalentadora realidad actual. Los caminos argentinos están, en general, en condiciones deficientes de utilización, detalle visible fácilmente por los usuarios, cuya percepción directa de la situación es inmejorable y no necesita guiarse por estadísticas.

HOMENAJE A EMPRESAS

El Ing. José M. Raggio usando de la palabra. Sentados: los Ings. Carlos J. Priante, José M. Adjiman, el señor Ricardo Del Val y el Ing. Carlos A. Bacigalupi.

El 17 de diciembre último la Asociación Argentina de Carreteras, en el almuerzo efectuado con motivo de las fiestas de fin de año, homenajeó a las siguientes empresas asociadas con mayor antigüedad en nuestra entidad:

Asociación Fabricantes de Cemento Portland; Balpala Construcciones S.A.; Comisión Permanente del Asfalto; Construcciones Civiles José M. Aragón; E.A.C.A. S.A.; Ingacor S.A.; La Construcción S.A. Compañía Argentina de Seguros; Lázaro Costa S.A.; Polledo S.A.; Touring Club Argentino y Vialco S.A.

Usó de la palabra el Presidente de la Asociación, Ing. José M. Raggio, quien después de agradecer la presencia de los Presidentes y principales autoridades de dichos organismos hizo una detallada exposición de la labor efectuada por la institución durante el año 1986. A continuación el Ing. Pablo R. Gorostiaga habló en nombre de las empresas agradeciendo el homenaje brindado.

Además en esa oportunidad se hizo entrega al Ing. Castor López el 2º premio "Ing. César M. Polledo" otorgado por la Asociación por su trabajo titulado "La problemática del transporte de los materiales viales en las obras de rehabilitación y reconstrucción de calzadas pavimentadas en la República Argentina".

EN LOS EE.UU. LA CANTIDAD DE ACCIDENTES EN RUTAS SE HA REDUCIDO EN LOS ULTIMOS AÑOS

El boletín del U.S. Highways del U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, en su última publicación de fines del año 1986 trae en forma destacada una información que consideramos de interés para nuestro usuario vial, como futuro promisorio a poco que se adopten los recaudos necesarios. La noticia dice así:

"Los casos fatales durante 1985 estuvieron al más bajo nivel en la historia de acuerdo con estadísticas del National Highways Traffic Safety Administration.

"A pesar del aumento del 3% en el tránsito durante el último año (1985), el número de muertes por 100 millones de vehículos-milla bajó al 2,48, menor en un 4% del 2,58 del año 1984, y más del 25% por debajo del 3,4 censado para 1980.

"Un total de 43.800 muertos por accidentes fueron causados en 1985. De ellos 5.423 murieron en accidentes que afectaron a unidades combinadas de camiones (773 ocupantes de los camiones y 4.650 ocupantes de otros vehículos).

"Más de la mitad de esos muertos (22.680) ocurrieron en accidentes originados por el alcohol. Sin embargo el número de conductores fatalmente afectados que estaban legalmente intoxicados al momento de la colisión declinó a 9.890, o sea un 25% menos que en 1980".

INTERNATIONAL ROAD FEDERATION

TERCERA REUNION REGIONAL DEL MEDIO ESTE

RIYADH – ARABIA SAUDITA

13 al 18 de febrero de 1988

CONSULBAIRES

Ingenieros Consultores S. A.

Servicios profesionales para proyectos de:

- TRANSPORTES
- ENERGIA
- INGENIERIA SANITARIA
- INGENIERIA HIDRAULICA

- Inspección de obras; supervisión de la construcción.
- Asistencia para la obtención de financiación para proyectos de inversiones públicas.
- Preparación de planes y programas de obras.
- Estudios de diagnóstico; prefactibilidad técnico-económica.
- Anteproyectos y proyectos ejecutivos

Maipú 554 - Buenos Aires
Teléfonos : 392-2377/7357/5048/1925

Cables: BAICONSULT
Télex: 24398 Baico Ar.

DECRETO PROMISORIO PARA LA ACTIVACION DEL PLAN VIAL

Decreto Nº 2.368

Buenos Aires, 18 de diciembre de 1986.

Visto el expediente Nº 6.300/86 del registro de la Dirección Nacional de Vialidad y el decreto Nº 983 de fecha 31 de mayo de 1985, modificado por el decreto Nº 2.256 del 25 de noviembre de 1985, y considerando:

Que por los citados actos se establecen normas de restricción atinentes a erogaciones que se consideran prescindibles para el cumplimiento de las funciones a cargo del Estado.

Que la Dirección Nacional de Vialidad, organismo descentralizado en la órbita del Ministerio de Obras y Servicios Públicos, tiene como misión específica la construcción y mantenimiento de la red vial nacional.

Que, a tales efectos, requiere, permanentemente, la elaboración de los pertinentes proyectos de obra.

Que dicha función venía desempeñándose por personal de la planta permanente del citado organismo, cometido que, en la actualidad, no puede cumplimentarse en la medida en que las necesidades lo requieren, en razón de la insuficiencia de agentes que puedan llevarla a cabo, lo cual torna ineludible apelar a la contratación de dichas tareas profesionales, con firmas especializadas de la actividad privada, supliendo de este modo el déficit que acusan los cuadros de esa repartición en el sentido indicado.

Que por todo ello, encuentra su regulación específica en lo previsto por la ley Nº 13.064 - artículo 4º penúltimo párrafo.

Que dicha actividad debe considerarse excluida de la restricción impuesta por los citados decretos de contención de gastos.

Que compete al Poder Ejecutivo Nacional el dictado del presente en uso de las atribuciones conferidas por el artículo 86 inciso 1º de la Constitución Nacional.

Por ello, el Presidente de la Nación Argentina decreta:

Artículo 1º – Considérase exceptuada de la restricción impuesta por el punto c) del artículo 1º del decreto Nº 983 de fecha 31 de mayo de 1985, modificado por el decreto Nº 2.256 de fecha 25 de noviembre de 1985, la contratación de los proyectos y presupuestos de obras que efectúe la Dirección Nacional de Vialidad, de conformidad con lo previsto por el artículo 4º de la ley Nº 13.064.

Artículo 2º – Comuníquese, publíquese, dese a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese. — Alfonsín, Juan Vital Sourrouille, Mario S. Brodersohn, Pedro Agustín Trucco.

DIRECCION DE VIALIDAD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

IMPORTANTE PLAN DE OBRAS EN EJECUCION

La Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires tiene en ejecución 607 km de caminos entre obras de pavimentación y repavimentación, los que adicionados a los 473 km terminados en los últimos tres años, 445 km recientemente licitados a iniciarse de inmediato y los 295 km a ser licitados próximamente suman 1.820 kilómetros que representan un 23% de la longitud total de la red vial provincial pavimentada que es de 7.931 km.

En el rubro conservación Vialidad insumió en el año 1986 un monto del orden de los ₳ 43.000.000, lo que representa un 480% respecto de lo invertido en el mismo rubro en 1984.

En materia de obras urbanas en los últimos tres años se terminaron 1.102 cuadras y se hallan actualmente en ejecución 640, previéndose iniciar en los próximos meses 293 más, lo que totalizan en conjunto 2.035 cuadras.

En las zonas de emergencia por inundaciones se ejecutó un volumen de 3.383.000 m³ de terraplenes, mientras que se suscribieron 77 convenios con Municipios para la conservación de los caminos de tierra, quedando afectados bajo este régimen 8.055 km de un total de 27.000 km, insumiendo un gasto anual de ₳ 3.866.400.

A continuación transcribimos la información suministrada por la mencionada Repartición en la que se detallan las principales obras en ejecución, las obras licitadas próximas a iniciarse y las obras a licitarse próximamente.

Asimismo se informa sobre las obras a licitarse por sistema de pagos diferidos, como de las obras terminadas durante los años 1984, 1985 y 1986.

OBRAS PRINCIPALES EN EJECUCION

a) Pavimentaciones

1. R.P. 60-Tr. Olavarría-R.P. 85-Sec. III (G. Lamadrid)
2. R.P. 60-Olavarría-R.P. 85-Sec. IV (Gral. Lamadrid)
3. R.P. 30-Chivilcoy-Moll-Sec. II "A" (Chivilcoy)
4. R.P. 30-Chivilcoy-Moll-Sec. II "B" (Chivilcoy)
5. R.P. 20-Gral. Paz (Ranchos)-Chascomús (Gral. Paz-Chascomús)
6. Cno. Palemón Huergo-Cnel. Mom (Alberti-Chivilcoy)
7. R.P. 11-Miramar-Mar del Sur (Gral. Alvarado)
8. Cno. 082-07-Tr. Guerrico-La Violeta (Pergamino)
9. Acceso a Cazón desde R.N. 205 (Saladillo)
10. R.P. 45-Rojas-La Angelita (Rojas)
11. R.P. 50-Arenales-La Trinidad (Gral. Arenales)
12. R.P. 50-Lincoln-C. Casares-Tr. I (Lincoln-C. Casares)
13. R.P. 76-Bordenave-17 de Agosto (Puán)
14. R.P. 76-Darregueira-Lte. La Pampa (Puán)
15. R.P. 41-Cruce R.N. 5 y Acceso Mercedes (Mercedes)
16. R.P. 58-Tr. Estación Canning-R.P. 6 (E. Echeverría-S. Vicente
17. R.P. 53Tramo R.P. 215-R.P. 6 (Cnel. Brandsen)
18. Avda. Fair-Valette (E. Echeverría)
19. Acceso a Mones Cazón desde R.P. 86 (Pehuajó)
20. R.P. 86-Tramo R.P. 60-Ayo. El Huascar (Gral. La Madrid-Daireaux)

b) Repavimentaciones, ensanches, remodelaciones y refuerzos

1. Aceso a Gándara de R.N. 2 (Chascomús)
2. Avda. Savio, Moreno y Viale (San Nicolás)
3. R.N. 226-Mar del Plata-El Dorado (Gral. Pueyrredón)
4. Avda. Juan XXIII y 10 de Sept. (Cno. Negro) (Lomas de Zamora)
5. R.P. 85-Guaminí-Salliqueló-Sec. II (Guaminí)
6. R.P. 53-Tr. Vías F. Belgr.-R.P. 6 (F. Varela-La Plata)
7. R.P. 50-Ayacucho-Rauch (Ayacucho)
8. R.P. 4-Burzaco-Llavallol (C. Cintura) (Alte. Brown-E. Echeverría)
9. R.P. 21-R.N. 3-R.P. 4 y Autop. Richieri (La Matanza)
10. R.P. 24-Gral. Rodríguez-Sanat. Sommer (Gral. Rodr.)
11. Avda. Circunvalación de La Plata-Tr. Avda. 31 y 45 a Avda. 72 y 26 (La Plata)
12. R.P. 29-Brandsen-Ranchos (Cnel. Brandsen-Gral. Paz)

OBRAS PRINCIPALES LICITADAS DE INMINENTE INICIACION

a) Pavimentaciones

1. R.P. 30-Tr. Lobería-Acc. Esc. Agraria (Lobería)
2. R.P. 72-R.P. 51-Cnel. Dorrego-II Tramo (C. Dorrego)
3. R.P. 61-Tr. Gral. Alvear-R.N. 205 y Acc. a Gral. Alvear (Gral. Alvear)
4. R.P. 30-Tr. R.N. 205-Acc. N. de la Riestra y Pedernales) (Roque Pérez-25 de Mayo)
5. R.P. 50-Tr. Lincoln-El Triunfo (Lincoln)
6. R.P. 43-Suipacha-Rivas (Suipacha)
7. R.P. 68-Tr. Roberts-Pasteur y Acc. a Pasteur (Carlos Tejedor)
8. C°Quenumá-Maza (Salliqueló-Adolfo Alsina)
9. Acceso a Tortuguitas desde Acceso Norte (Gral. Sarmiento-Pilar)

b) Repavimentaciones, ensanches, remodelaciones y refuerzos

1. R.P. 30-Tr. Chivilcoy-Chacabuco-Secc. I (Chivilcoy-Chacabuco)
2. R.P. 80-Tr. R.P. 86-Juan N. Fernández (Necochea)
3. R.P. 36-C° Costa Sud-Tr. II y III (Magdalena)
4. Cno. Bordenave-Azopardo (Puán)
5. R.P. 51-Tr. Saladillo-25 de Mayo (Salad.-25 de Mayo)
6. R.P. 25-Tr. Escobar-Río Luján-Paraná de las Palmas (Escobar)
7. Avda. 520 (R.P. 13)-Ayo. El Gato-Calle 143 (La Plata)
8. Avda. Constituyentes (Gral. San Martín-Vicente López y San Isidro)
9. Avdas. Mosconi y Zapiola (Quilmes y Avellaneda)
10. Avda. Crovara (La Matanza)

OBRAS PRINCIPALES PROXIMAS A LICITAR

a) Pavimentaciones

1. 25 de Mayo-Islas (25 de Mayo)
2. Lobería-Las Nutrias (Lobería)
3. R.P. 215-Saladillo-Polvaredas (Saladillo)
4. Remodelación Avda. Circunvalación Bahía Blanca y Acc. por calle Sarmiento (Bahía Blanca)
5. R.P. 70-Seré-Carlos Tejedor y Acc. a Seré (Carlos Tejedor)
6. Interconexión R.N. 33 y R.P. 85-Thompson-Tres Lomas (Pellegrini)
7. Circunvalación Laguna de Chascomús-I Etapa (Chascomús)
8. J. B. Justo e/calle Baradero y Río de la Plata (Avellaneda)
9. R.P. 40-Tr. Lobos-Carboni (Lobos)
10. Mechongué-San Agustín (Balcarce)
11. R.P. 215-Polvaredas-Beguerie (Saladillo y R. Pérez)
12. Olavarría-R.N. 3 por La Providencia (Olavarría)
13. R.P. 80-Claraz-Fernández-Tramo I (Juárez)

b) Repavimentaciones, ensanches, remodelaciones y refuerzos

1. R.P. 52 e/R.N. 205 y Estación Canning y Distribuidor de Tránsito (Esteban Echeverría)
2. R.P. 65-Junín-Gral. Arenales-Tramo I (Junín)
3. R.P. 73-Tres Arroyos-Claromecó-Tr. I (Tres Arroyos)
4. R.P. 41-San Andrés de Giles-San Antonio de Areco (San Andrés de Giles)
5. R.P. 51-Ramallo-La Violeta (Pergamino)
6. R.P. 26-Dique Luján-Ing. Maschwitz (Escobar)
7. R.P. 36-F. Varela-Alpargatas (Florencio Varela)

PROYECTOS EN ELABORACION. OBRAS A LICITAR POR SISTEMA DE PAGOS DIFERIDOS

a) Pavimentaciones

1. R.P. 60-Olavarría-Sección V (Gral. La Madrid-Olavarría)
2. R.P. 50-Colón-Pearson (Colón)
3. Maipú-Labardén (Maipú)
4. Bahía San Blas-J. B. Casas (Patagones)
5. R.P. 31-Carmen de Areco-San Antonio de Areco-Sección I (San Antonio de Areco)
6. Cam. Isleño-Río Luján-Paraná de las Palmas (Tigre)
7. Acceso a Ayacucho desde R.P. 29 (Ayacucho)
8. Acceso a Dársena de Inflamables en Dock Sud (Avellaneda)

b) Repavimentaciones, ensanches, remodelaciones y refuerzos

1. R.P. 41-Baradero-S. A. de Areco-Sección I (ambos Partidos)
2. R.N. 200 Partidos de Navarro, Gral. Las Heras, Marcos Paz, Merlo
3. R.P. 74-Ayacucho-Las Armas y Las Armas-Gral. Madariaga (Ayacucho-Maipú-Gral. Madariaga)
4. R.N. 210-San Vicente-Calle Pasco de Témperley (San Vicente-Alte. Brown-Lomas de Zamora)
5. R.P. 65-Junín-Gral. Viamonte (ambos Partidos)
6. R.N. 202-San Fernando-Empalme R.N. 9 y Don Torcuato-Campo de Mayo (San Fernando-Tigre-General Sarmiento)
7. Avda. Cabildo (Avellaneda)
8. Camino La Emilia-Autop. San Nicolás-Rosario (San Nicolás)
9. R.P. 88-Avda. Circunval.-Mar del Plata-Avda. Champagnat (Gral. Pueyrredón)
10. Aceso a Gouin (Carmen de Areco)
11. R.P. 6-Varios tramos (Cañuelas-Las Heras-Gral. Rodríguez-Luján)
12. Avda. H. Irigoyen-Pte. Pueyrredón-Avda. Antártida (Avellaneda-Lomas de Zamora-Lanús)

OBRAS TERMINADAS AÑOS 1984-1985-1986

a) Pavimentaciones

1. R.P. 4-Tr. R.N. 8-J. L. Suárez (San Martín)
2. Cno. Ing. White-Acceso Sud y Acc. a Puerto Galván (B. Blanca)
3. Avda. Avellaneda (San Fernando)
4. Acceso Pte. Dardo Rocha (Necochea)
5. R.P. 86-Gral. Lamadrid-R.P. 60 (Gral. Lamadrid)
6. R.P. 85-Tr. R.P. 33-R.P. 60 (Guaminí)
7. R.P. 72-Saldungaray-Sierr. de la Ventana (Tornquist)
8. Intersec. R.P. 6-R.N. 205-R.N. 3 (Cañuelas)
9. R.P. 70-Rivadavia-R.P. 50-Sec. I (Rivad.-C. Tejedor)
10. R.P. 60-Olavarría-R.P. 85-Sec. II (Gral. Lamadrid)
11. Cno. 17 de Agosto-Villa Iris (R.N. 35)-(Puán)
12. R.P. 68-Balsa-Arenaza (Lincoln)
13. R.P. 68-Arenaza-Roberts (Lincoln)

b) Repavimentaciones, ensanches, remodelaciones y refuerzos

1. R.P. 65-Tr. R.N. 33-Laguna Alsina (Guaminí)
2. R.P. 50-Rauch-Ayacucho-Tr. II-A° Langueyú (Rauch)
3. R.P. 51-Tapalqué-Gral. Alvear-Tr. II (Gral. Alvear)
4. R.P. 75-Tr. R.N. 3-De La Garma (González Chávez)
5. R.P. 215-Tr. R.P. 29-R.P. 41 (Brandsen-Cañ.-Monte)
6. Distrib. Valeria del Mar (Pinamar-V. Gesell)
7. Avda. Montevideo (Berisso)
8. R.P. 30-Rauch-Las Flores I Tramo (Rauch)
9. R.P. 4-Burzaco-R.P. 14 (Quilmes-F. Varela-A. Brown)
10. R.P. 29-Brandsen-Gral. Paz (Gral. Paz)
11. Desv. de emergencia R.N. 33 (T. Lauquen-Rivadavia)
12. Avda. Circunvalación La Plata-Tr. Avda. 32 y 26-31 y 45 (La Plata)
13. Av. Agüero y Arredondo-Avellaneda 19-Tr. I (Avell.)
14. Avda. Savio de R.N. 188 a Calle Falcón (San Nicolás)

RED VIAL PROVINCIAL

al 30 de setiembre de 1986

	Pavimento	Mejorado	Tierra	Total
RED PRIMARIA	**6.687**	**125**	**4.399**	**11.211**
RED SECUNDARIA	**1.244**	**—**	**22.433**	**23.677**
TOTALES	**7.931**	**125**	**26.832**	**34.888**

Ing. Tosticarelli y Asoc. S.A.

Estudios y Servicios de Ingeniería

- TECNOLOGIA DE AVANZADA EN MATERIALES Y PAVIMENTOS
- ANALISIS DE PROBLEMAS ESPECIFICOS DE OBRA Y DE PROYECTO
- COMPUTACION APLICADA A TECNOLOGIA VIAL
- ESTUDIOS ESPECIALES Y CONTROL DE CALIDAD
- LABORATORIO ESPECIALIZADO. - ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS
- ENSAYOS DE CARGA EN ESTRUCTURAS Y PUENTES

Riobamba 230
(2000) Rosario

Teléfonos: 820531/7950
Télex: 41984 PBTH AR

SEMINARIO SOBRE EL USO DE LAS MICROCOMPUTADORAS EN LA ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO VIAL

La Asociación Argentina de Carreteras y el Consejo Vial Federal, en los salones del Instituto del Cemento Portland Argentino, llevarán a cabo este Seminario con la participación del señor Michael Doran, de EE.UU. de América.

Este Seminario, que se desarrollará durante los días 28 y 29 de abril venidero por la mañana, abarcará los siguientes puntos:

1. Introducción.
2. Desarrollo sobre conceptos y metodologías en la administración del mantenimiento vial.
3. Demostración del "software" en microcomputadoras.
4. Usos y beneficios de este sistema.
5. Relación entre las disciplinas en la administración del mantenimiento vial y en la administración de pavimentos.

ASOCIACION INTERNACIONAL PERMANENTE DE LOS CONGRESOS DE LA RUTA (AIPCR)

Ya en imprenta este número, comunicamos que el 30 de marzo último se llevó a cabo en los salones de la Dirección Nacional de Vialidad la asamblea para la constitución de la Asociación Internacional Permanente de los Congresos de la Ruta (AIPCR) en la Argentina.

A dicho acto concurrieron numerosos delegados de instituciones, entidades diversas y profesionales.

En el panel principal estaban presentes el Administrador General de la Dirección Nacional de Vialidad, Ing. Saúl P. Martínez; nuestro Presidente, Ing. José María Raggio; el Ing. Enrique Balaguer Camphuis, Presidente de la AIPCR de España y de la PIARC mundial, y el Subadministrador General de la Dirección Nacional de Vialidad, Ing. Cándido A. Loncharich Franich, quine dirigió el debate.

En el próximo número daremos mayores detalles sobre el particular.

"CONEXPO 87"

Entre los días 21 al 26 de febrero último tuvo lugar en Las Vegas, EE.UU., la exposición internacional de equipos de construcción, "Conexpo 87", que congregó a más de 300 expositores de maquinarias y servicios para la construcción.

A la muestra concurrió una delegación argentina compuesta por funcionarios viales provinciales, teniendo activa participación en la organización de la visita la Asociación Argentina de Carreteras y la International Road Federation.

Al mismo tiempo se organizó una serie de reuniones en la ciudad de Washington con funcionarios del Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, Eximbank y la Administración Federal de Caminos, a las que asistieron parte de dicha delegación.

PAVIMENTOS DE HORMIGON COMPUESTO

Por el Ing. RAUL A. COLOMBO

Trabajo presentado al Simposio sobre "Trazado geométrico y pavimentos en caminos de montaña" organizado por la Escuela de Ingeniería de Caminos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Juan y realizado en esa ciudad entre los días 18 y 22 de agosto de 1986.

Utilización de hormigones pobres

En los últimos años se ha estudiado y llevado a la práctica la utilización de hormigones pobres, reemplazando parcialmente a los convencionales, para la construcción de pavimentos.

La utilización creciente, con carácter general, del hormigón en pavimentos tiene su justificación en la actual escasez y alto costo de la energía consumida para la obtención de la materia prima, especialmente la derivada del petróleo, utilizada para la construcción del pavimento.

El uso de hormigón pobre tiene además otras ventajas, a saber:

— permite la utilización de agregados locales subnormales (que no reúnen necesariamente las especificaciones convencionales sobre granulometría, desgaste, etc.) de menor costo que los naturales o triturados de primera calidad, que pueden reservarse para otras estructuras donde no son reemplazables;

— disminuye el contenido de cemento en relación con los hormigones convencionales;

— facilita la utilización de procedimientos constructivos de gran rendimiento, como el denominado **hormigón compactado con rodillo.**

De acuerdo con lo expuesto se llega a la conclusión que pueden obtenerse apreciables economías con la utilización de los hormigones pobres, aún cuando el pavimento resulte de mayor espesor, para una determinada carga de diseño, en relación con los hormigones convencionales.

Estos son los motivos que han originado el creciente uso de los hormigones pobres en las estrucutras de pavimentos, tanto en Estados Unidos como en Europa. Estos usos se refieren a:

— subbases para pavimentos de hormigón convencional;

— base con cubierta superficial de concreto asfáltico,

— banquinas pavimentadas en pavimentos de hormigón; y

— base con cubierta superficial de hormigón convencional adherido, también denominado **pavimento de hormigón compuesto.**

En lo que sigue nos referiremos exclusivamente al pavimento de hormigón compuesto, algunas veces denominado "pavimento monolítico de hormigón compuesto" y en especial a su diseño estructural.

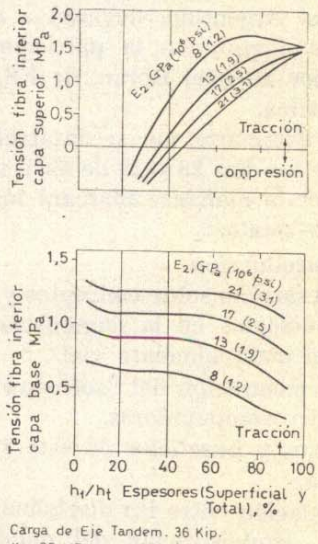
Bases y condiciones para el diseño del pavimento

En este tipo de pavimento lo normal es construir la capa superficial de hormigón convencional con el mínimo espesor que aconseja la técnica, con el fin de obtener las máximas economías.

Este espesor está generalmente comprendido entre el 25% y el 30% del espesor total que se asigne al pavimento compuesto. Para hormigones pobres y convencionales con módulos de elasticidad típicos, se consignan en la figura 1 las tensiones en las fibras inferiores de la capa de base (hormigón pobre, espesor h_2) y de la capa de superficie (hormigón convencional, espesor h_1) en función de la relación h_1/h_t, siendo h_t el espesor total del pavimento (Ref. 1). Como puede apreciarse, para relaciones h_1/h_t entre 20% y 40%, las tensiones en las fibras inferiores de la capa de base, después de disminuir, a partir de la pirmera relación, se mantienen prácticamente constantes, y las que corresponden a las mismas fibras de la capa superior no alcanzan valores importantes, aún para valores bajos del módulo de elasticidad (E_2) del hormigón pobre.

De acuerdo con lo expresado, para los pavimentos de caminos con tránsito normal mixto los espesores h_1 de la capa superficial suelen estar comprendidos entre 5 cm (2") y 7,5 cm (3"), con carácter general (Ref. 2), valores que se consideran adecuados desde el punto de vista constructivo.

Otro aspecto fundamental que debe observarse cuidadosamente durante la construcción del pavimento compues-



Carga de Eje Tandem. 36 Kip.
K = 28 MPa/m = 100 pci.
E_1 = 28 GPa. (4 x 10^6 psi.) h_t = 25 cm (10")

FIG. 1 - Tensiones en las capas Superior e Inferior del pavimento de Hº Monolítico Compuesto.-

to es la adherencia entre las capas de ambos hormigones, pobre y convencional.

Como puede observarse en la figura 2, para los datos allí consignados, las tensiones en la fibra inferior de la capa base en el borde del pavimento puede variar sustancialmente con el grado de adherencia logrado entre ambas capas (Ref. 2). Obsérvese en la citada figura que para un módulo elás-

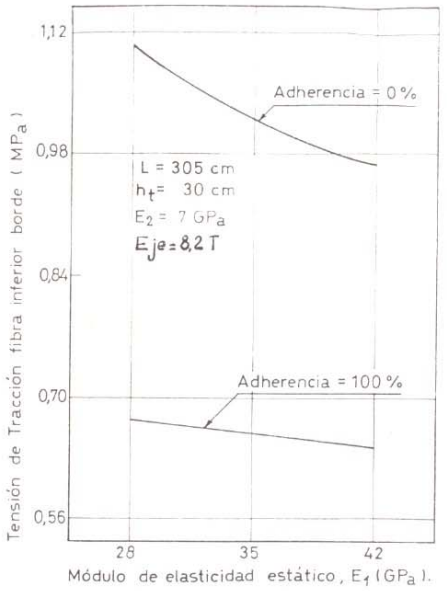


FIG. 2 - Influencia de la adherencia entre capas del pavimento.

tico . $E_1 = 28$ G Pa (280.000 kg/cm²) la tensión, en la fibra que se analiza, cuando hay adherencia entre capas, es un 60% de la que se registra cuando no existe esa adherencia. Esta adherencia entre capas está estrechamente ligada con la respuesta del pavimento compuesto a la acción de las cargas del tránsito. La interacción entre los dos hormigones disminuye sensiblemente cuanto mayor es la diferencia entre sus resistencias mecánicas. Por lo expuesto no es aconsejable emplear para la capa inferior hormigones muy pobres, o bases granulares tratadas con cemento. Algunos autores estiman un contenido de cemento no inferior a 120 kg/m³ (Ref. 4) y otros a 85 kg/m³ (Ref. 3).

Las propiedades de los materiales que afectan la capacidad de carga de estos pavimentos son su resistencia a la flexotracción (módulo de rotura), su módulo de elasticidad y sus características en relación con su resistencia a la fatiga.

Se ha llegado a establecer experimentalmente relaciones entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura (fig. 3) de diversos hormigones y para considerar los de más baja calidad se han introducido valores obtenidos con suelo cemento (Ref. 1).

También se ha logrado relacionar, en forma similar, los módulos de ro-

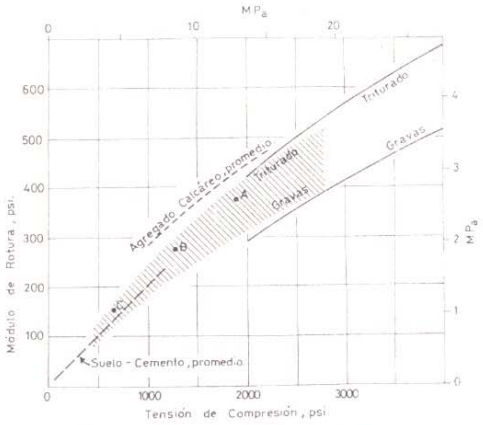


FIG. 3 - Relación entre el Módulo de Rotura y la Resistencia a la Compresión.-

tura con los módulos estáticos de elasticidad, tal como se indica en la fig. 4; relaciones que se utilizan para un método de diseño del pavimento monolítico de hormigón compuesto (Ref. 1).

En cuanto a las características de resistencia a la fatiga de los hormigones pobres, el problema pudo ser encarado en forma similar a la empleada para los hormigones convencionales, refiriendo el número de solicita-

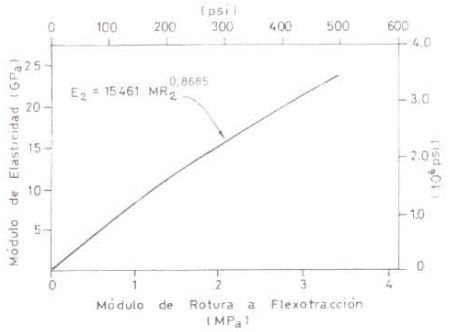


FIG. 4 - Relación entre el Módulo de Elasticidad Estático y el Módulo de Rotura.

ciones permitido de una determinada carga hasta la falla, a la relación entre la tensión que produce esa carga (tensión de trabajo) y el módulo de rotura de esos hormigones. En la figura 5 (Ref. 1) se dan las curvas que vinculan ambas variables, para hormigones

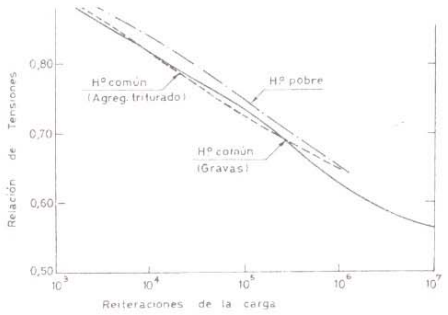


FIG. 5 - Curvas de fatiga, PCA.

pobres y hormigones convencionales, estos últimos elaborados con agregados triturados y gravas naturales (criterio de la PCA).

Otro criterio para considerar la resistencia a la fatiga es el empleado por la Universidad de Illinois (Ref. 2) establecido por Darter y Baremberg en un Interim Report sobre "pavimentos de conservación cero" Nº FWHA-RD-76-105 April 1976, preparado para la Federal Highway Administration de los Estados Unidos de América.

Para pavimentos de hormigón convencional simple, con separación en-

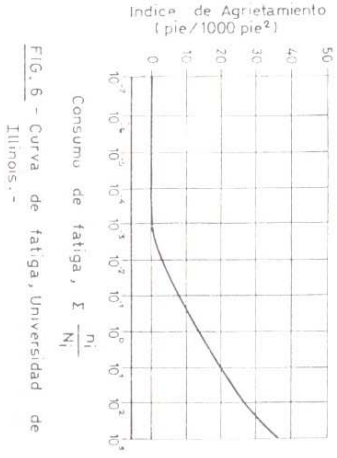


FIG. 6 - Curva de fatiga, Universidad de Illinois.-

tre juntas transversales comprendidas entre 3,60 m y 6,00 m se desarrolló la curva que muestra la figura 6, la que se considera aplicable a los pavimentos de hormigón compuesto, que vincula un índice de agrietamiento del pavimento (longitud de grietas en pies por cada mil pies cuadrados de superficie del pavimento) con el consumo de resistencia a la fatiga o daño acumulado, que se basa en la relación

entre la tensión que produce la carga (de trabajo) y la resistencia a la flexión o módulo de rotura del material.

Para establecer el número N_i de reiteraciones de la carga que produce la falla por fatiga se recomienda la ecuación: $\log N_i = 16{,}61 - 17{,}61\ R_i$, en la que $R_i = \sigma\ T/MR$ es la relación entre la tensión σ T producida por la carga y el módulo de rotura MR del hormigón del pavimento, módulo que debe obtenerse con una probabilidad del 85%.

Con ambos procedimientos, el de la Portland Cement Association o el de la Universidad de Illinois, se ha adoptado, con carácter general, el criterio de Miner para considerar la fatiga total o daño acumulado. Teóricamente el criterio de Miner establece que en el momento en que la suma de los valores de fatiga producidos por las cargas alcanza a 1,0 (uno) la estructura falla por fatiga y prácticamente termina su período o vida de diseño. Estas consideraciones son adoptadas por la Portland Cement Association en sus métodos de diseño de pavimentos de hormigón convencional (Ref. 5).

La Universidad de Illinois, como se ha expresado, ha considerado más significativo para establecer la falla de la estructura el momento en que el denominado índice de agrietamiento (longitud de grietas en pies por cada 1.000 pies cuadrados de superficie de pavimento) alcanza determinados valores (fig. 6).

Para el diseño del pavimento se puede seleccionar un valor para la fatiga acumulada de modo de mantener el agrietamiento dentro de ciertos límites (establecido el agrietamiento admisible para el período de diseño, fijar la fatiga máxima admisible).

Para altos volúmenes de tránsito se recomienda la adopción de bajos valores del índice de agrietamiento. Valores mayores de este índice pueden permitirse para pavimentos con bajo volumen de tránsito.

Se aconseja, para volúmenes de tránsito alto, medio y bajo, la adopción de los siguientes valores límites de fatiga acumulada:

Volumen alto	10^{-4}	(Tránsito medio diario > 20.000 veh.)
Volumen medio	10^{-2}	(" " " de 2.000 a 20.000 veh.)
Volumen bajo	1,0	(" " " < 2.000 veh.)

En los métodos de diseño que analizamos se considera como tensión crítica la producida en la fibra inferior de la capa de base de hormigón pobre, cuando la carga apoya cerca del borde externo de la losa en la zona media entre juntas (fig. 7).

A los fines del diseño, el método de la Universidad de Illinois considera, de acuerdo con las modalidades de

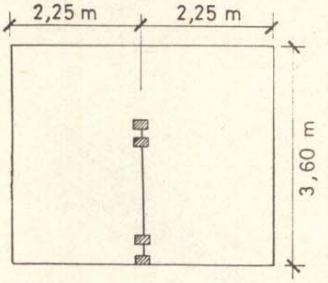


FIG. 7 - Posición de la carga de eje simple en el borde externo.-

tránsito de los conductores de vehículos comerciales, que solo una porción de las cargas (32%) ocupa esa posición. El método de la Portland Cement Association no establece qué porción de las cargas del tránsito ocupa esa posición.

Otro aspecto a considerar en este tipo de pavimento es la separación entre juntas transversales, para la que se aconseja un máximo de 4,50 m, separación con la cual las tensiones producidas por el alabeo restringido, debido a acciones higrotérmicas, son despreciables.

Rigen los mismos criterios empleados en los pavimentos de hormigón convencional en cuanto a dispositivos para la transferencia de cargas (pasadores) en las juntas transversales, cuando las condiciones del tránsito lo justifican, y para las barras de unión, en juntas longitudinales.

Para la determinación de los espesores de este tipo de pavimento monolítico de hormigón compuesto rigen los conceptos generales empleados para el diseño de los pavimentos de hormigón convencional referidos a la limitación de las tensiones de flexotracción, producidas por las cargas del tránsito, por debajo de las admisibles para los materiales empleados.

PROCEDIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE LOS ESPESORES DEL PAVIMENTO

Método de la Universidad de Illinois

Para los datos que se consignan a continuación se desarrolla un ejemplo de diseño de espesores.

1. Subrasante y subbase. Considerando que las cargas que transitan son pesadas y frecuentes, el pavimento se construirá sobre una subbase granular de 0,10 m de espesor. El módulo de reacción de la subrasante a considerar es de 36 MPa/m (3,6 kg/cm³-130 psi).

2. Hormigón. Capa superficial de hormigón convencional con módulo de elasticidad $E_1 = 42$ GPa (420.000 kg/cm² - 6 x 10^6 psi).

Capa inferior de hormigón pobre con módulo de elasticidad $E_2 = 7$ GPa (70.000 kg/cm² - 1 x 10^6 psi) y módulo de rotura (28 días) MR = 2,35 MPa (23,5 kg/cm² - 336 psi).

3. El tránsito se ha previsto considerando una vida de diseño de 40 años. Se indica el número de ejes simples y tándem que transitan por el borde externo del pavimento (32% del total).

4. Espesor total tentativo adoptado $h_t = h_1$ -/- $h_2 = 25$ cm (10"). Con estos datos se han calculado:

5. El número de solicitaciones N_i permitidas para las distintas cargas con la función dada en este método:

$\log N_i = 16{,}61 - 17{,}61\ \sigma_T/MR$, en la que σ_T es la tensión que produce la carga en la fibra externa de la capa inferior y MR el módulo de rotura del hormigón de esa capa.

La figura 8 permite establecer la tensión σ_T en función del espesor total h_t, del módulo k correspondiente a la

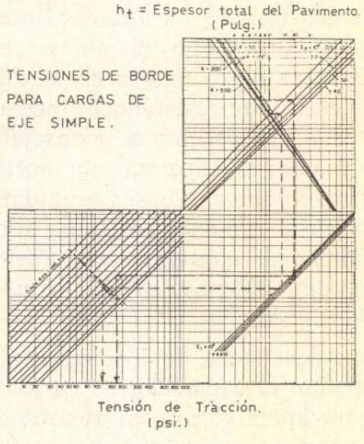


FIG. 8 - Diseño Pavimentos de Hº Compuesto. - CARGAS DE EJE SIMPLE - (Universidad de Illinois)

subrasante-subbase sobre la que apoya el pavimento, y los módulos de elasticidad de los hormigones de ambas capas, para cada carga de eje simple considerada (Ref. 2). Establecida la tensión σ_T para una carga tipo, por ejemplo la de eje simple de 18 kip, las que corresponden a otras cargas Pi pueden determinarse multiplicando aquella tensión por la relación $P_i/18$, ya que el sistema es estructuralmente lineal. De este modo: $\sigma_{Ti} = P_i\ (\sigma_{T18}/P_{18})$, en la que $\sigma_T\ 18 = 120$ psi.

Igualmente la figura 9 permite determinar la tensión σ_T en función de las mismas variables para la carga de eje tándem considerada (Ref. 2). Si en forma similar tomamos una carga tipo de 36 kip por eje tándem determinamos σ_{T36} se verificará la relación $\sigma_{Ti} = P_i\ (\sigma_{T36}/P_{36})$, siendo $\sigma T\ 36 = 100$ psi.

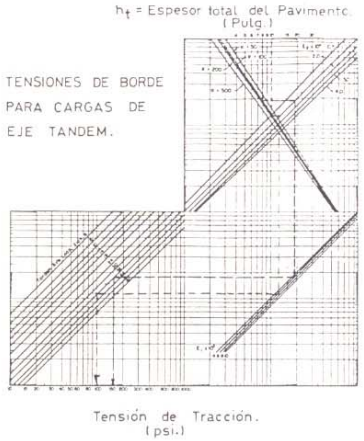


FIG. 9 - Diseño Pavimentos de Hº Compuesto. - CARGAS DE EJE TANDEM - (Universidad de Illinois)

De este modo se han calculado los valores que figuran en el ejemplo de diseño desarrollado en la planilla de este trabajo (columna 3).

Conociendo σ_T y el módulo de rotura (MR) se está en condiciones de establecer el número de solicitaciones permitidas N_i para las diferentes cargas que han de transitar sobre el pavimento (columna 7).

En función del tránsito medio diario de las distintas cargas del período de diseño considerado y del porcentaje de cargas que transitan por el borde del pavimento, se puede calcular el número de solicitaciones reales (ni) que soportará el mismo (columna 6).

La relación ni/N_i da, para cada carga del tránsito, el consumo de fatiga que experimenta el pavimento y la suma de las relaciones n_i/N_i nos proporciona el consumo total de fatiga o daño acumulado del pavimento, el que debe acercarse a los valores consignados anteriormente en función del índice de agrietamiento (columna 8).

En el ejemplo considerado el consumo de fatiga acumulado resulta ser de $1{,}53 \times 10^{-2}$, prácticamente el aconsejado para un volumen de tránsito medio de 2.000 a 20.000 vehículos por día, siendo de 5.660 el correspondiente a este ejemplo.

Como resultado final de este análisis el espesor tentativo adoptado de 25 cm (10") es adecuado para las cargas del tránsito, período de diseño considerado y demás valores adoptados para el ejemplo desarrollado.

El espesor de la capa superficial de hormigón convencional se establece por razones constructivas en 7,5 cm (3"), quedando, en consecuencia, el de la capa inferior de hormigón pobre en 17,5 cm (7").

Como puede apreciarse, el procedimiento de diseño comienza con la adopción de un determinado espesor total y mediante un proceso de cálculo en el que intervienen las condiciones de carga, soporte de la subrasante y subbase y propiedades de los hormigones a utilizar, se establece el consumo de fatiga, que deberá ser inferior o cercano a los valores límite establecidos.

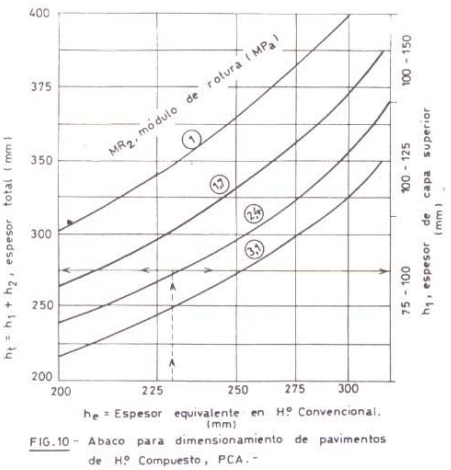


FIG. 10 - Abaco para dimensionamiento de pavimentos de Hº Compuesto, PCA.-

Método de la Portland Cement Association

Se utiliza el gráfico desarrollado por esta Asociación (fig. 10) (Ref. 1), que permite establecer los espesores del pavimento de hormigón compuesto, en función del espesor h_c de hormigón convencional equivalente, para las condiciones de tránsito establecidas, y del módulo de rotura del hormigón pobre a emplear.

Para los datos establecidos en el ejemplo anterior, a saber:

— Soporte de la subrasante y subbase = 36 MPa/m (3,6 kg/cm³).

— Módulo de rotura del hormigón convencional MR = 4,5 MPa (45 kg/cm²).

— Módulo de rotura del hormigón pobre MR = 2,35 MPa (23,5 kg/cm²).

— Las cargas consideradas anteriormente con el número de solicitaciones que corresponden a un período de diseño de 40 años, no afectadas por el coeficiente 0,32 que establece las cargas que transitan por el borde del pavimento.

El pavimento de hormigón convencional para estas condiciones necesita un espesor de 23 cm (espesor equivalente h_c) (véase el ejemplo desarrollado en la página 16 de la referencia 6).

Del gráfico citado (fig. 10) para $h_e =$

1	2	3	4	5	6	7	8
Cargas por eje		Tensión fibra inf. ext. capa base σ_T	Relación de tensiones R_i $R_i = \sigma_T/MR$	NUMERO DE SOLICITACIONES Por día	En 40 años $n_i = 40 \times 365 \times$ col 5 0,32	Admisibles $\log N_i = 16{,}61 - 17{,}61\ R_i$	Consumo de fatiga n_i/N_i
t	kip	psi	—	Nº	Nº	Nº	—
EJES SIMPLES							
14,000	30,800	205,3	0,61	1	4.672	$7{,}377 \times 10^5$	$0{,}64 \times 10^{-2}$
13,000	28,600	190,7	0,57	3	14.016	$3{,}735 \times 10^6$	$3{,}75 \times 10^{-3}$
12,000	26,400	176,0	0,52	3	14.016	$2{,}837 \times 10^7$	$4{,}94 \times 10^{-4}$
11,000	24,200	161,3	0,48	100	456.250	$1{,}436 \times 10^8$	$3{,}18 \times 10^{-3}$
10,000	22,000	146,7	0,44	200	934.400	$7{,}271 \times 10^8$	$1{,}29 \times 10^{-3}$
8,200	18,000	120,0	0,36	300	1.401.600	$1{,}864 \times 10^{10}$	$7{,}52 \times 10^{-5}$
7,000	15,400	102,7	0,31	400	1.868.800	$1{,}416 \times 10^{11}$	$1{,}32 \times 10^{-5}$
6,000	13,200	88,0	0,26	450	2.102.400	$1{,}075 \times 10^{12}$	$1{,}96 \times 10^{-6}$
5,000	11,000	73,3	0,22	600	2.803.200	$5{,}442 \times 10^{12}$	$0{,}52 \times 10^{-6}$
4,000	8,800	58,7	0,17	800	3.737.600	$4{,}133 \times 10^{13}$	$0{,}90 \times 10^{-7}$
2,000	4,400	29,3	0,09	1.000	4.672.000	$1{,}060 \times 10^{15}$	$4{,}41 \times 10^{-9}$
EJES TANDEM							
24,000	52,900	146,9	0,44	0,5	2.336	$7{,}271 \times 10^8$	$0{,}32 \times 10^{-5}$
23,000	50,700	140,8	0,42	2	9.344	$1{,}636 \times 10^9$	$5{,}71 \times 10^{-6}$
22,000	48,500	134,7	0,40	10	46.720	$3{,}686 \times 10^9$	$1{,}27 \times 10^{-5}$
21,000	46,300	128,6	0,38	50	233.600	$8{,}283 \times 10^9$	$2{,}82 \times 10^{-5}$
20,000	44,100	122,5	0,36	80	373.760	$1{,}864 \times 10^{10}$	$2{,}01 \times 10^{-5}$
19,000	41,900	116,4	0,35	100	467.200	$2{,}796 \times 10^{10}$	$1{,}67 \times 10^{-5}$
18,000	39,600	110,0	0,33	130	607.360	$5{,}479 \times 10^{10}$	$1{,}11 \times 10^{-5}$
16,300	36,000	100,0	0,30	150	700.800	$2{,}123 \times 10^{11}$	$3{,}30 \times 10^{-6}$
14,000	30,800	85,6	0,25	190	887.680	$1{,}613 \times 10^{12}$	$5{,}50 \times 10^{-7}$
12,000	26,400	73,3	0,22	230	1.074.560	$5{,}442 \times 10^{12}$	$1{,}97 \times 10^{-6}$
10,000	22,000	61,1	0,18	210	981.120	$2{,}756 \times 10^{13}$	$3{,}56 \times 10^{-8}$
8,000	17,600	48,9	0,15	300	1.401.600	$9{,}300 \times 10^{13}$	$1{,}51 \times 10^{-8}$
5,000	11,000	30,6	0,09	350	1.635.200	$1{,}060 \times 10^{15}$	$1{,}54 \times 10^{-9}$
						CONSUMO TOTAL DE FATIGA	$1{,}53 \times 10^{-2}$

METODO DE DISEÑO DE LA UNIVERSIDAD DE ILLINOIS

Ejemplo de planilla de cálculo para determinar el consumo de fatiga o daño acumulado del pavimento.

$=23$ cm y $MR_2=2{,}35$ MPa corresponde un espesor total $h_t=h_1$ -/- $h_2=27{,}5$ cm con un espesor para la capa superficial de 7,5 a 10 cm, adoptándose $h_1=7{,}5$ cm. Resumiendo, el diseño del pavimento es el siguiente:

Espesor total de hormigón compuesto ..... 27,5 cm

Espesor capa inferior de hormigón pobre ..... 20,0 cm

Espesor capa superior de hormigón convencional ..... 7,5 cm

Método empírico-experimental

Los primeros intentos para establecer espesores en este tipo de pavimento tuvieron una base experimental y utilizaron factores de equivalencia de espesores entre pavimentos de hormigones pobres y convencionales, considerando sus propiedades elásticas.

La ecuación $h_e = h_1$ -/- $C\,h_2$ en la que:

h_e = espesor del pavimento de hormigón convencional equivalente al de hormigón compuesto, para las cargas del tránsito consideradas.

h_1 = espesor de la capa superficial de hormigón convencional.

h_2 = espesor de la capa base de hormigón pobre.

C = factor de equivalencia que toma los siguientes valores en función del módulo de elasticidad E_2 del hormigón pobre (capa base).

Módulo de elasticidad E_2	Valores C
7 GPa (70.000 kg/cm²)	0,53 a 0,50
14 GPa (140.000 kg/cm²)	0,68 a 0,66
21 GPa (210.000 kg/cm²)	0,77 a 0,78

considerando un módulo de elasticidad del hormigón de la capa superficial $E_1 = 39$ GPa (390.000 kg/cm²).

Con los datos empleados en los ejemplos desarrollados con los métodos anteriores y considerando el espesor equivalente $h_e = 23$ cm, un módulo $E_2 = 7$ GPa y adoptando un valor $C = 0{,}53$ la igualdad $h_e = h_1$ -/- $C\,h_2$ se satisface para valores de $h_1 = 19$ cm y $h_2 = 7{,}5$ cm.

Como conclusión puede decirse que para los datos consignados los procedimientos considerados para el diseño de espesores de pavimentos de hormigón compuesto dan valores prácticamente similares.

Tramos experimentales con pavimento de hormigón compuesto

A comienzos de 1977, el Departamento de Transporte del Estado de Florida abrió al tránsito un tramo experimental de 10,6 km en el que se utilizó el hormigón pobre o "econocrete", como suele denominárselo en Estados Unidos, como base cubierta por capas asfálticas o de hormigón convencional adherido.

Las secciones con bases de hormigón pobre se construyeron en la ruta US 41 en Fort Myers, y las de hormigón compuesto tienen las siguientes características:

En estas secciones se tomaron las precauciones necesarias para lograr la adherencia entre hormigones mediante un escarificado ligero de la capa base y la colocación inmediata del hormigón de la capa superficial.

La capa base fue construida sin juntas (solo de construcción) y la superficial lleva juntas separadas normalmente, 4,50 m y algunas 6,00 m, en ángulo recto o inclinadas con respecto al borde del pavimento.

Después de más de 2,5 años y haber soportado un tránsito de cargas de eje equivalentes a 8,2 t (18 kip), mayor que el que soportaron los pavimentos del camino de ensayo de la AASHO, en los dos años de tránsito controlado que duró ese ensayo, todas las secciones experimentales de Florida observaron un comportamiento excelente (Ref. 4).

Las últimas observaciones realizadas en estos tramos confirman el buen comportamiento observado a los 2,5 años de construidos (Ref. 7).

Tramo	Longitud	Ancho	Contenido de cemento capa base	Espesores de capa base y superficial
1	1,3 km	7,30 m	130 kg/m³	22,9 cm (9
2	1,8 „	7,30 „	160 „	22,9 „ 7,5 „
3	1,3 „	7,30 „	202 „	22,9 „ 7,5 „

REFERENCIAS

1. Robert G. Packard. Portland Cement Association. Structural design of concrete pavement with lean concrete lower Course. Proceedings Second International conference on Concrete pavement design. Purdue University. Abril 1981.

2. Starr D. Kohn y Michael I. Darter. Structural design of composite concrete pavements. Proceedings Second International Conference on concrete pavement design. Purdue University. Abril 1981.

3. Marcio Rocha Pitta y Marcos Lutra de Carvalho. Associação Brasileira de Cimento Portland. Dimensionamiento de pavimentos de concreto composto.

4. W. A. Yrjanson y R. G. Packard. Performance of pavements designed with low-cost materials. Transportation Research Record 741. Transportation Research Board. 1980.

5. Portland Cement Association. Thickness design for concrete pavements. Concrete Information H B 35. 1966.

6. Raúl A. Colombo. Pavimentos urbanos de hormigón de cemento portland. Folleto N° 50 del Instituto del Cemento Portland Argentino. 1977.

7. B. E. Ruth y T. J. Larsen. Save money with composite pavement systems. Concrete International. Mayo 1983.

Optimización Económica en el Refuerzo de Calzadas Pavimentadas

(1ra. Parte)

Por el Ing. FELIX J. LILLI *

Trabajo presentado a la XXIVª Reunión del Asfalto, realizada en Mar del Plata entre los días 11 y 14 de noviembre último, el que por su extensión se publica en dos partes.

RESUMEN

Rehabilitación y refuerzo serán las palabras claves en la vialidad de los países en desarrollo durante la próxima década. Ello requerirá volcar cada vez mayor cantidad de recursos a la conservación de las carreteras a riesgo de que una red en mal estado impida el crecimiento y reduzca la capacidad productiva de la mayoría, sino todos los sectores de la economía.

En el presente trabajo se realiza un exhaustivo análisis de los costos del usuario en relación a la degradación de las calzadas pavimentadas y su incidencia en la toma de decisiones sobre el momento óptimo en que deben realizarse los refuerzos o rehabilitaciones.

El estado superficial de un pavimento origina diversos costos para el usuario, incide en los gastos directos de funcionamiento y en el tiempo de viaje, aspectos que pueden cuantificarse monetariamente para distintos tipos de vehículos en relación a la velocidad de circulación, al grado de deterioro y a las características y modalidades operativas del tránsito circulante.

No se incluyen en el presente análisis los costos extras motivados por cambios de velocidad en ruta ni los resultantes de detenciones, aspectos que son independientes de las características superficiales de los pavimentos. Tampoco los condicionantes geométricos de diseño, que también afectan los costos y cuya cuantificación resultaría favorable para los objetivos buscados.

Desde el punto de vista estructural se adopta como modelo de deterioro de los pavimentos flexibles el resultante del ensayo experimental AASHO aplicándoselo a un amplio rango de estructuras caracterizadas por sus valores S, SN, R y nivel terminal P_2, variándose los volúmenes de tránsito, su composición, tasas de crecimiento, condiciones de las calzadas, espesores de refuerzo y los costos de las mezclas asfálticas utilizadas para las rehabilitaciones. Mediante una tasa de descuento o actualización se expresan los valores monetarios a una fecha fija. El rango de valores analizados para cada factor cubre con amplitud situaciones esperables en la República Argentina.

Se presentan leyes y expresiones que permiten manejar con sencillez las variables mencionadas, demostrándose que es técnica y económicamente rentable realizar las inversiones en refuerzos y rehabilitaciones cuando los pavimentos no han agotado totalmente su vida de servicio y que dejar transcurrir tiempos adicionales convierte la operación del sistema en antieconómica.

Se concluye definitivamente que la inversión en rehabilitaciones y refuerzos no es inflacionaria para la economía global o de conjunto y que resulta ampliamente conveniente mantener las redes pavimentadas en estados o niveles de servicio razonables.

I. INTRODUCCION

1. La actividad futura en el sector de la Vialidad

Mantenimiento, rehabilitación y refuerzo son y seguirán siendo las palabras clave en materia de inversiones carreteras en la presente y en la próxima década. Esto es así porque en la mayoría de los países en desarrollo la construcción de obras nuevas que tuvo lugar en la década del 60-70 no ha sido acompañada de inversiones comparables en el campo de la restauración y rehabilitación de las calzadas. Agravando el problema de la debilidad de las redes actuales ocasionada por la falta de inversiones adecuadas, los volúmenes de tránsito se han incrementado más rápido, y las cargas pesadas han crecido a mayor ritmo que lo que pudieron anticipar los proyectistas en su momento.

Como resultado de esto más de la mitad de todas las carreteras pavimentadas de los países en desarrollo demandan reparaciones significativas a breve plazo y alrededor de un cuarto de la totalidad de ellas están en tan malas condiciones que requerirán indudablemente una reconstrucción intensiva o total.

La escasa prioridad tradicionalmente acordada a los trabajos de mantenimiento y conservación de carreteras se debe en parte al hecho de que muchos gobiernos presionados por los bajos recursos y considerando al transporte como un sector de servicios más que como un sector productivo tienden a sacrificar los procedi-

* CONSULBAIRES Ings. Consultores S.A. Facultad de Ingeniería U. N. La Plata.

mientos de conservación permanente en favor de otros proyectos que ofrecen retornos inmediatos o más atractivos.

En realidad las buenas carreteras han demostrado ser un requisito para el crecimiento económico, dado que su deterioro puede guiar a los clásicos problemas de transporte, congestiones, desvíos, velocidades de operación inadecuadas, que inevitablemente reducen la capacidad productiva de la mayoría, sino todos los otros sectores de la economía. Por ello debe inferirse que la actividad futura en el sector vial se tratará de orientar hacia la mejora de las actuales redes existentes antes que a la construcción de nuevas facilidades. La magnitud de las inversiones necesarias podrá variar en un amplio ámbito desde simples reparaciones parciales hasta rehabilitaciones completas pero en cualquier caso incrementarán sensiblemente la accesibilidad del usuario a la carretera y reducirán los costos operativos de los vehículos.

Con presupuestos restringidos que fuerzan a los gobiernos a seleccionar sus inversiones cuidadosamente, se requiere una apropiada tecnología para identificar las áreas prioritarias en el campo de las carreteras y los tiempos propicios para realizarlas. Los resultados de un simple análisis económico, teniendo en cuenta que los costos de las operaciones vehiculares en promedio comprenden más del 90% del costo total del transporte, implicarán un cambio en la decisión y favorecerán la rehabilitación y cuidado de las redes pavimentadas, hoy en franco estado de deterioro.

2. La situación argentina

La red pavimentada argentina se encuentra en estado crítico. No ha existido una inversión permanente, sistemática y programada de las obras de infraestructura y sobre todo ha faltado oportunidad en la conservación y rehabilitación de las calzadas pavimentadas, circunstancia que ha incrementado los costos del transporte por un lado y el valor de las obras necesarias por el otro.

Existen en la actualidad (1986) unos 57.000 km de calzadas pavimentadas, nacionales y provinciales, con un valor de reposición del orden de los 15.000 millones de australes, patrimonio vial producto del esfuerzo de muchas generaciones, a punto de perderse, por negligencia o por insensibilidad de los poderes públicos. Las inversiones resultan insuficientes y tardías, y requieren en muchos casos reconstrucciones integrales más que refuerzos o rehabilitaciones. Las actividades productivas de la Nación se ven así seriamente restringidas por una red carretera en deficiente estado, cuya influencia se refleja en el precio de los productos para el consumo interno y para la exportación.

En forma similar a otros países, es probable que la construcción de nuevas carreteras en el futuro no continúe al mismo ritmo que en los pasados 25 años, pero lo que queda claro es que la inversión ya realizada debe ser protegida a través de acciones correctivas porque de otra manera ese patrimonio puede perderse totalmente si los pavimentos colapsan o se deterioran a niveles irrecuperables.

Un estudio realizado por Consulbaires en 1982 ("Evaluación técnico-económica de la Red Nacional de Calzadas Pavimentadas") demostró que un 50% de la red nacional (sobre aproximadamente 28.000 km) se encontraba destruido, deteriorado seriamente o en deficitario estado, y que el 50% restante, si bien en estado regular o bueno, requeriría refuerzos de magnitud variable durante los años 1983-1988, para evitar inversiones excesivamente tardías que derivaran en reconstrucciones totales.

Del citado estudio surgió que en el período 1983-1988 deberían rehabilitarse en un sentido u otro unos 13.500 kilómetros de la Red Nacional, o sea con un promedio de aproximadamente 2.250 km/año, dejándose para 1989-1992 los restantes 14.500 km. El costo medio de reforzar una calzada puede estimarse a setiembre de 1986 en unos 85.000 A/km. Resulta evidente que las previsiones del programa propuesto no se han cumplido.

En la tabla I se califica el estado de la red a tal fecha, según su estado de deterioro.

El mismo estudio demostró que solamente en el rubro combustibles y debido al estado de las calzadas se pierden anualmente alrededor de 200 millones de australes (nación + provincias) sobre un consumo total de unos 1.600 millones (12,5%), dejando de lado sumas mayores que se malgastan por otros insumos de la circulación de los vehículos por no mantener los tramos en condiciones de óptima transitabilidad y mínimo costo operativo.

Devolver a las calzadas pavimentadas sus condiciones de transitabilidad iniciales, en términos de seguridad, confort y bajos costos de operación, es, por lo tanto, un imperativo de la hora.

II. ENFOQUE Y ALCANCE DEL TRABAJO

1. Variables en juego

Frente a la situación planteada se choca con la escasez generalizada de fondos para propósitos de mantenimiento y refuerzo; no obstante aún con restricciones presupuestarias debe ser analizado, deducido y aplicado un criterio de optimización racional para la acertada toma de decisiones de inversión.

El presente trabajo describe los estudios realizados y sugiere un método para predecir y fundamentar el momento óptimo de la vida de servicio de los pavimentos en que deben ser reforzados o rehabilitados. Dos son los parámetros fundamentales que se analizan, las inversiones necesarias para mantener adecuada calidad de servicio de las calzadas (rehabilitaciones y refuerzos) y los costos extras del usuario por circular en pavimentos con variado grado de deterioro.

En el trabajo se contemplan integradamente aspectos tecnológicos tratados generalmente en forma dispersa:

a) Requerimientos del usuario, tránsitos y cargas que la calzada deberá absorber.
b) Requerimientos estructurales acordes con tales necesidades (diseño de estructuras apropiadas).
c) Conservación de la calzada orientada a que los usuarios experimenten un razonable nivel de seguridad, confort y bajo costo de operación tanto en sus aspectos monetarios como en los ahorros de tiempo resultantes.

El esquema se basa en la comparación de políticas alternativas orientadas a minimizar los costos totales. La investigación realizada es una contri-

bución orientada a resolver los aspectos arriba mencionados y una determinación del espectro de casos en que ellos son cumplidos. Para estos últimos se identifican aquellas estructuras cuya composición es conocida, cuyo tráfico presente y futuro se dispone y cuya condición o calidad puede ser evaluable o mensurable. Se excluye la reconstrucción total de los pavimentos porque esto implica disminuir los mínimos niveles de deterioro para las cuales las operaciones de refuerzo son aconsejables.

El criterio que se presenta es aplicable a un amplio rango de calzadas e incluye el tratamiento de un conjunto de variables tanto de diseño como económicas: estructura de la calzada (SN-S-N), subrasante (CBR), condiciones climáticas (R), tránsito medio diario anual (TMDA), su composición pesada (F), su tasa de crecimiento (α), tasas de descuento (d), costos operativos (Cu), velocidades de circulación (V), período de análisis (t) y costos de las mezclas a utilizarse (CR).

Para la integración de estos elementos tan diversos se utilizan técnicas de análisis y evaluación conocidas y normalizadas. Se incluyen diferentes niveles para las variables y se analiza la sensibilidad de cada una de ellas en las conclusiones obtenidas.

Las inversiones en rehabilitaciones y refuerzos de las redes pavimentadas constituyen en la actualidad un importante componente de los presupuestos viales. Cualquier esfuerzo destinado a definir el efecto de las políticas y épocas más apropiadas para realizar dichas inversiones con referencia al costo total para la comunidad (costo total de transporte) resulta altamente justificable.

En esta investigación se contempla un amplio rango de estructuras, climas, condiciones del pavimento y volúmenes de tránsito afines con la realidad argentina. Se pueden determinar así las mejores políticas que minimizan el costo total (refuerzo más usuario) y su incidencia respecto de los parámetros que intervienen.

Los resultados del estudio indican fundamentalmente que en el momento óptimo para la rehabilitación se disminuyen significativamente las necesidades de fondos requeridos.

TABLA I

CLASIFICACION DE LA RED SEGUN SU ESTADO DE DETERIORO

PSI	Mejora a implementar	Longitud (Km)	%	%	Nº de Obras
0	Reconstrucción inmediata	783,4	2,9		10
(0,5)	Reconstrucción en 2/3 años o refuerzos importantes de inmediato, con 10 % de bacheo	1265,9	4,6		43
(1)		1933,7	7,0	48,8 (13491 Km)	57
(1,5)	Reconstrucción en 3/4 años o refuerzos importantes -- con bacheo (8 %)	2397,7	8,6		64
(2,0)		1846,4	6,7		67
(2,5)	Reconstrucción en 4/5 años o refuerzo dentro de los - 2 años con 5 % a bachear	1245,1	4,5		46
(3,0)		4018,5	14,5		126
(3,5)	Refuerzo dentro de los 3 - años (bacheo 3 %)	3279,8	11,9		96
(4,0)	Refuerzo en 3-5 años (ba-- cheo 3 %)	2273,8	8,2		67
(4,5)	Mantenimiento normal (se-- llados o pequeños refuer-- zos)	3723,1	13,4	51,2 (14192 Km)	105
(5,0)	No requiere mejoras	4915,1	17,7		138
	TOTALES	27682,5	100	100	827

2. Tecnología disponible

Los pavimentos se diseñan para proveer capacidad estructural a las cargas del tránsito y condiciones de rodamiento adecuadas para el usuario que demanda razonables niveles de calidad o servicio. Si bien existe una gran cantidad de información en lo que hace al diseño estructural de las calzadas, no existe la misma información en lo referente a los costos del usuario y su interrelación con el estado del pavimento.

En cualquier método de diseño se asume una vida finita, expresada en años, y se prevé que el pavimento debe ser reforzado al final de su vida útil de servicio para continuar sirviendo al tránsito durante sucesivos períodos futuros. El objetivo último de un proyectista es proveer calzadas que mantengan razonables niveles de servicio a lo largo de su vida útil, brindando simultáneamente al usuario el mejor servicio posible al más bajo costo.

El pavimento incide sustancialmente en los costos totales de la construcción de una carretera; con los importantes dineros invertidos en la estruc-

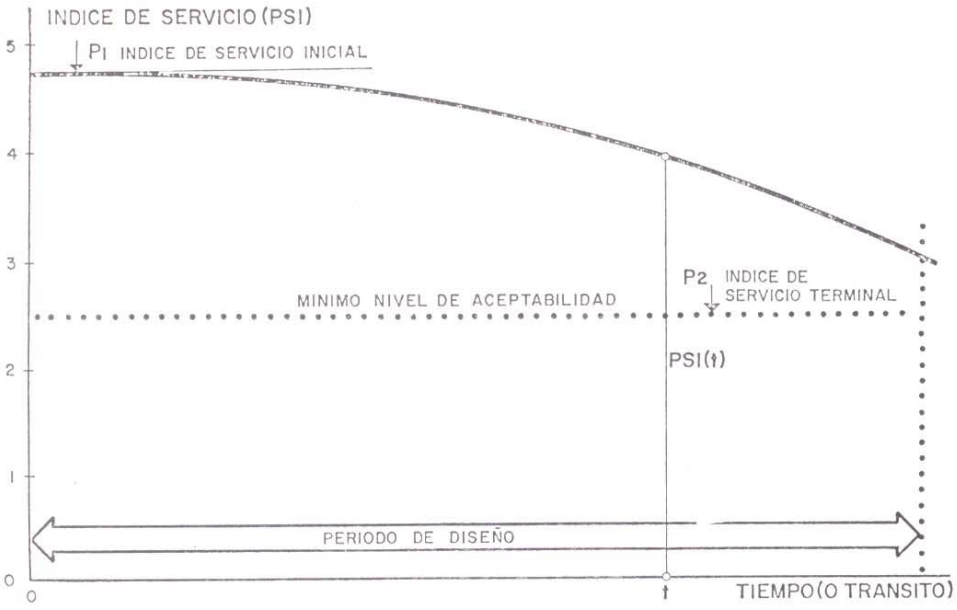
tura de la calzada aún mejoras marginales en la optimización de la inversión y en la tecnología utilizada constituyen fuentes de ahorro trascendentes.

A la luz de la moderna tecnología del diseño se aprecia que la idea de proyectar nuevos pavimentos para vidas prolongadas (20 años) es en alguna medida ficticia; la mayoría de esas calzadas provee un servicio adecuado durante los primeros 10-12 años, a veces menos, sin requerir refuerzos o mantenimientos de importancia. A esta época la mayoría deben ser reforzados, a veces en más de una oportunidad, extendiendo su ciclo de vida y proveyendo servicio por un total de 20-25 o 30 años. Todos los conceptos involucrados se consideran en la actualidad en el denominado "diseño integral" unificando criterios y proveyendo estrategias sobre bases económicas (1).

La definición de "performance" o servicio desarrollada en el año 1959-1960 en el AASHO Road Test y en estudios de Canadá proveyeron el punto de partida para la previsión anticipada del comportamiento y régimen de deterioro de una calzada; sin este concepto sería imposible manejar todos los elementos en forma unificada. En el gráfico 1 se visualiza una curva típica de performance donde el pavimento se construye a un nivel inicial P_1, decrece su calidad con el tránsito (o con el tiempo) y alcanza en algún momento de su vida de servicio un mínimo nivel de aceptabilidad para el usuario.

La evaluación permanente de los pavimentos existentes es hoy condición indispensable para poder manejar estos nuevos conceptos; medir su rugosidad, su confort al rodamiento, su capacidad estructural, su ahuellamiento, etc., es común en la tecnología del diseño moderno.

La condición del pavimento (su índice de servicio) varía con el tiempo, por eso debe ser considerado en la época actual y en el futuro; por razones que se verán más adelante, suele resultar también útil la historia de la condición del pavimento desde que fue construido, o por lo menos desde que fue reforzado por útlima vez.



CONCEPTO DE SERVICIO-PERFORMANCE DERIVADO DEL AASHO ROAD TEST

Gráfico 1

Las decisiones para mejorar o reforzar un pavimento son la resultante conjunta de una necesidad de mejorar o ampliar su capacidad estructural, una falla excesiva, un nivel inaceptable de servicio, de seguridad o de apariencia, un costo de mantenimiento inaceptable y/o costos del usuario excesivos. La mayoría de las veces las decisiones se basan en los primeros aspectos considerados; no obstante, en este trabajo los costos del usuario son el criterio válido para la necesidad de establecer mejoras.

El índice o nivel de servicio afecta los costos del usuario en lo que concierne a operación, tiempo de viaje, accidentes, aceptabilidad de la carretera, etc., costos que se incrementan sensiblemente a medida que un pavimento se acerca a su nivel de servicio terminal.

Uno de los aspectos que deben decidirse es el mínimo nivel de calidad aceptable según la importancia de la ruta; un nivel de 2,5 o 2,0 puede definirse como el límite de aceptabilidad, por debajo del cual se requiere una rehabilitación. Es común en la Argentina realizar los refuerzos cuando el pavimento está por debajo de esos niveles (1,5 a 1,0).

III. LA EVALUACION ECONOMICA

1. Análisis

Se va imponiendo en la actualidad una definida tendencia a reconocer la importancia de emplear criterios lógicos para la toma de decisiones basados en principios económicos para la selección de alternativas de diseño, de construcción, de mantenimiento o de rehabilitación de las calzadas.

Un apropiado análisis económico asegura un correcto e inteligente uso de los dineros destinados a ser invertidos en la vialidad; por otro lado, sin estas consideraciones o evaluaciones mucho de lo que se ha adelantado en la tecnología y en la investigación puede diluirse por no concretarse en su faz práctica.

No obstante, a pesar de las ventajas del análisis técnico económico pocas administraciones viales usan esas técnicas en forma rutinaria de forma tal que el ingeniero vial de hoy no sabe a ciencia cierta si realmente está haciendo el mejor uso de los limitados recursos de que dispone.

En el campo de los pavimentos la comparación económica entre alternativas de decisión es simple cuando los diseños proveen servicios futuros equivalentes, pero lo más común y más difícil de analizar es cuando dife-

(Continúa en la página 24)

INFORMACIONES DE VIALIDAD NACIONAL

ENERO - MARZO DE 1987

NUEVAS AUTORIDADES EN LA DIRECCION NACIONAL DE VIALIDAD

El 25 de febrero último asumieron sus funciones el nuevo Administrador General de la Dirección Nacional de Vialidad, Ing. Saúl P. Martínez, en reemplazo del Ing. José M. Adjiman, y el Subadministrador General, Ing. Cándido A. Loncharich Franich. Con la presencia de los ministros de Obras y Servicios Públicos y de Salud y Acción Social, Dr. Pedro Trucco y Conrado Storani, respectivamente; del Secretario de Transporte, Lic. Horacio G. Díaz Hermelo; del Subsecretario de Transporte, Lic. Rodolfo F. Huici; otras autoridades nacionales y provinciales en el acto llevado a cabo en dicha Repartición, el Dr. Trucco con breves palabras puso en posesión de dichos cargos a los mencionados profesionales. Posteriormente el Ing. Martínez expresó:

Señoras y señores:

Al agradecer a través de las autoridades presentes la confianza renovada por el señor presidente de la Nación, Dr. Raúl Alfonsín, al designarme para esta honrosa gestión, no puedo dejar de señalar el significado de mi aceptación a este destino.

Mi decisión es un humilde gesto de respuesta y convocatoria a la esperanza de todos los viales, a la esperanza de los jóvenes y a la esperanza de los que han brindado el tributo generoso de toda su vida al servicio del quehacer vial.

A la esperanza de los profesionales y de los técnicos que quieren, también aquí, modernizar nuestras tareas penetrando el futuro.

A la esperanza de los simples y de los esforzados trabajadores viales de todas las categorías que aspiran a engrandecer la Repartición para servir mejor al país.

A la esperanza de todos ellos, que anhelan con justicia ver crecer, porque lo merecen su esfuerzo y su dedicación, los salarios de que hoy disponen, para hacer más eficiente y retribuida su tarea... Y porque sé que son capaces de hacerlo, hago este voto a esa esperanza silenciosa que adormecida se esconde en el corazón de cada trabajador vial, dando características singulares y haciendo generosa su labor.

Pero es necesario que esa esperanza compartida sea presidida por un gesto y un ejemplo de honradez argentina.

El Ing. Saúl P. Martínez usando de la palabra. Sentados, el ministro de Obras y Servicios Públicos, Dr. Pedro Trucco, y el subadministrador general, Ing. Cándido A. Loncharich Franich.

Habré de cumplir en la amplitud de mis compromisos, los anhelos de la vialidad argentina, manteniendo intactas las mejores tradiciones de su historia, que han arraigado tan hondamente en la esencia y el espírtiu de su personal.

Juntos preservaremos a la Repartición de influencias extrañas a su función y a sus objetivos trascendentes.

Cumpliremos con las expectativas depositadas y promoveremos la capacitación técnica permanente de todo nuestro personal.

Responsable de la encumbrada dignidad que asumo, no me desviaré por consideración alguna del recto camino trazado por el Gobierno que represento, que me impone solemnes deberes y sumas responsabilidades, y por ello estará presente en toda mi gestión el sentido ético que preside la República, y que nos lleva a comprender que al asumir una función pública asumimos la responsabilidad del manejo de negocios públicos, lo que implica necesariamente renunciar a ocuparnos de nuestros negocios privados.

OBRAS ADJUDICADAS POR LA D.N.V. ENTRE EL 3 DE FEBRERO y EL 9 DE MARZO

Fecha Adjudic.	Obra	Empresa	Importe Presupuesto A
3/2/87	R. 123 - CORRIENTES: Tr. Emp. R. 119-Río Corrientes, Secc. Km. 109,100-152,000	Necon S.A.	3.500.505,88
3/2/87	R. 20 - SAN JUAN: Tr. Caucete-San Juan	Carlos A. Moyano S.A.	530.516,81
3/2/87	R. 9 - JUJUY: Tr. León-Volcán, Pte. s/A° del Medio	José Cartellone Const. Civ. S.A.	502.944,20
3/2/87	R. 127 - ENTRE RIOS: Tr. Sauce de Luna-Federal, Secc. Sauce de Luna-Conscripto Bernardi	Ingacor S.A.	5.807.241,28
11/2/87	R.A. 001 - BUENOS AIRES: Tr. Av. Libertador-Pte. La Noria, Secc. Km. 0,00-Km. 24,00	Balpala S.A.	3.289.045,36
11/2/87	SANTA CRUZ: Const. 5 viviendas en la ciudad de Río Gallegos	Tauro S.A.	278.707,00
11/2/87	CHUBUT, SANTA CRUZ y TIERRA DEL FUEGO: Señalamiento horizontal	Transtotal	669.169,01
11/2/87	R. 9 - CORDOBA: Tr. Río Segundo-Córdoba	José Cartellone S.A.	10.394.195,40
11/2/87	SANTA FE: Señalamiento horizontal	Cleanosol Arg. S.A.	1.235.322,00
16/2/87	R. 146 - MENDOZA: Tr. Monte Comán-La Horqueta, Secciones I y II	Ottonello-Santoro S.A.C. y Vialbaires S.A.	4.970.000,00
16/2/87	CORDOBA y CATAMARCA: Señalamiento horizontal c/material termoplástico reflectante, R. varias	Transtotal de José H. Caparrós	963.377,00
17/2/87	R.N. 11 - SANTA FE: Tr. ejido urbano de Granadero Baigorria, Secc. Km. 314,44-Km. 318,64	Temporelli S.A.	1.534.102,63
18/2/87	R. 36 - CORDOBA: Tr. Almafuerte-Córdoba, Secc. Emp. Ruta Prov. C-45-Córdoba	Benito Roggio e Hijos S.A.	4.811.466,53
18/2/87	Rutas 8 y 188 - BUENOS AIRES: Tr. Pergamino-Colón, Ensanche Pte. s/A° Pergamino	Vezzato S.A.	129.526,17
20/2/87	R. s/N° - BUENOS AIRES: Tr. R.N. 5-Acceso a Gorostiaga	Vadelco S.A.	629.537,61
19/2/87	R. 74 - LA RIOJA: Tr. Los Colorados-Nonogasta, Secc. Catinzaco-Nonogasta	Neuen S.A.	6.098.980,59
26/2/87	Av. de Circunv. de CORDOBA: Tr. R. 9 (N)-R. 9 (S)-R. 20, Sección II, Distr. c/R. Prov. 5 en prog. 12.818,60	Constr. de Ingeniería Paschini y De Petris S.R.L.	3.554.398,01
26/2/87	Señalamiento horizontal en MENDOZA y NEUQUEN	Equimac S.A.	668.907,33
26/2/87	Av. de Circunv. de S. M. DE TUCUMAN: Tr. R. 9 (S)-Canal S. Cayetano-Av. Gob. Del Campo	Sollazo Hnos. S.A.	4.195.394,14
3/3/87	R. 281 - SANTA CRUZ: Tr. Pto. Deseado-Antonio de Biedma	Neuen S.A.	688.300,20
5/3/87	R. 33 - BUENOS AIRES: Tr. Tornquist-Pigüé	Vial del Sur S.A.	7.997.491,36
5/3/87	R. 9 - CORDOBA: Tr. Bell Ville-Villa María, Secc. Acceso Este a Villa María	Afema S.A., Boetto y Buttigliemgo S.A.	1.058.198,36
9/3/87	R. 148 - CORDOBA: Tr. Lte. con San Luis-Villa Dolores	César A. Maggiora e Hijos S.A.	501.089,64

Este gesto significa trabajar todos unidos para planificar el país y la vialidad del futuro, para cambiar un presente que no nos satisface, no por una nostalgiosa vuelta al pasado sino por la creación de la vialidad del futuro que nos enorgullezca a todos por su eficiencia, por su modernización, por la eficacia de las técnicas y los logros, de los cuales todos seamos partícipes y beneficiarios. Pero teniendo además presente permanentemente que la construcción y la conservación de caminos es una realización compartida en armonía entre la actividad privada y la administración pública, y que de esa conjunción armónica surge la obra vial, riqueza que nosotros entregamos generosamente a todos los argentinos, para que la usufructen en libertad, porque los caminos que construimos, como el Himno y la Bandera, son patrimonio de todos los argentinos.

(Viene de la página 21)

rentes estructuras se conciben para proveer diferentes niveles de calidad y tiempos de servicio; por ello las alternativas no deben contemplar solamente los costos iniciales de construcción sino también la incidencia de otros parámetros de costo que se activan a lo largo del tiempo. Esto implica reconocer que el dinero tiene un valor temporal, lo que se traduce, en otras palabras, en que una cantidad gastada en la construcción inicial no es equivalente en valor a la misma cantidad invertida varios años después. Por ello deben actualizarse costos e inversiones de diverso tipo a través de un factor de actualización o tasa de descuento cuidadosamente analizada para no penalizar ni premiar inversiones en el corto o en el largo plazo.

Con este concepto, si la comparación de alternativas se hace sobre la base de su valor presente y sus costos anuales son referidos a un tiempo conocido, los resultados pueden ser comparables y analizables.

2. Definición de alternativas

En estudios de evaluación técnico económica es necesario:

1. Definir las alternativas de diseño o de procedimiento que quieran compararse o analizarse competitivamente.
2. Identificar los factores que influyen en los costos eliminando aquellos que permanezcan constantes independientemente de los casos estudiados.
3. Convertir todos los costos a un valor común considerando el valor temporal del dinero sobre la base del concepto de interés compuesto.

Todas las alternativas deben consirarse sobre la misma base y sobre el mismo período. Los beneficios deben exceder a los costos si el proyecto o la decisión a tomar es económicamente factible. No solamente costos y beneficios deben ser determinados sino que además debe considerarse el tiempo o época de la inversión.

En un estudio de evaluación integral todas las propuestas posibles deben ser analizadas y dado que en general existen limitaciones presupuestarias muchas de las alternativas deben ser postergadas aún si sus beneficios exceden los costos.

En el caso de calzadas pavimentadas los beneficios los provee el usuario si éste mejora sus condiciones de transitabilidad respecto de las condiciones preexistentes. El usuario experimenta cambios en su tiempo de viaje, en el costo de operación de su vehículo, en la disminución de accidentes y en la mejora de su confort.

La situación propicia u óptima para las mejoras es aquella que produce el mínimo costo total de transporte.

A los efectos de este trabajo las alternativas que se plantean son el análisis de las épocas más propicias para reforzar determinadas estructuras sometidas a diferentes tránsitos, que crecen con distinto ritmo, en condiciones climáticas diferentes y en condiciones de servicio o calidad distintas.

Se prescinde en el presente análisis de los costos iniciales ya que el fenómeno se lo analiza desde el punto de vista de una red construida y en operación sobre la que deben volcarse con el mejor criterio las inversiones en refuerzos o rehabilitaciones optimizando su época, su valor y el diseño que corresponda.

En este trabajo se ilustra sobre el uso de estos principios en lo referente a la optimización de rehabilitaciones o refuerzos de calzadas pavimentadas. Los principios básicos que permiten llegar a tal evaluación, en sus diferentes alternativas se apoyan en criterios tradicionales en la materia: cuantificar los costos y los beneficios en cada caso. Del análisis surge también el instante en que debe realizarse la inversión.

3. La tasa de descuento

Para expresar valores monetarios futuros al presente resulta obligado utilizar una tasa de descuento o actualización. Su importancia ya ha sido señalada.

La tasa de descuento (que no debe confundirse con la tasa de interés) lleva los valores monetarios a un valor temporal de referencia con relación a las épocas en que ellos son efectuados. Desde varios puntos de vista se ha sugerido que las tasas de descuento utilizadas en evaluación de carreteras deben estar uno o dos puntos por encima del costo del dinero en préstamos de instituciones, bancos, etc. Esta tasa es aproximadamente la que corresponde al costo de oportunidad del capital menos la tasa de inflación, con lo que la incertidumbre sobre esta última puede reflejarse en el valor del descuento asignado.

Su valor es muy sensible respecto de costos, inversiones y beneficios producidos a mediano o largo plazo, que son extremadamente dependientes del valor asignado, por lo que se debe ser muy cauteloso y utilizar tasas realistas y apropiadas. Altas tasas asignan menor peso a los costos y beneficios futuros en relación a los de origen o los producidos durante los primeros años.

En vista de esto, en el presente trabajo se han utilizado tres niveles, 0.04, 0.07 y 0.09, considerándose las dos últimas altas respecto de la realidad monetaria del presente.

Con todos estos elementos:

— Los costos y los beneficios de un proyecto se expresan actualizados, a través de un único valor.

— Se pueden comparar alternativas de distinta vida útil o decidir la inversión por etapas.

4. Costos del usuario

El estado superficial de un pavimento origina diversos costos para el usuario, incide en los gastos directos de funcionamiento y en el tiempo de viaje, aspectos que pueden cuantificarse monetariamente para distintos tipos de vehículos en relación a la velocidad de circulación, al grado de deterioro y a las características y modalidades operativas del tr;nsito circulante.

Dentro del propósito de este estudio no interesan tanto los costos individuales como las diferencias entre sus mínimos valores (calzada en perfecto estado, obra recién construida), y los resultantes de distintos niveles de deterioro, o sea que los costos del usuario se asumen como costos extras respecto de los que implica circular en calzadas en óptimas condiciones. Se han estimado sobre la base de relaciones entre costos unitarios por tipo de vehículo y las velocidades rea-

les de circulación que dependen del nivel de servicio o estado de las calzadas.

5. Componentes de los costos del usuario

Son los gastos de operación que demandan el consumo de combustibles, lubricantes, cubiertas, reparaciones y repuestos, depreciación, tiempo, etc., de la que existe variada y confiable información para su determinación. No se han computado costos extras por cambios de velocidad en ruta, detenciones, y aspectos geométricos que inciden sobre dichos valores (curvas, pendientes, obstrucciones, cruces, restricciones, etc.), que son independientes de las características superficiales de los pavimentos, ni tampoco los accidentes.

Dada la influencia de los volúmenes de tránsito sobre el costo de operación de los vehículos, se han considerado caminos rurales de dos trochas cuyos niveles de servicio no agotan la capacidad (vehículos por hora) y que por lo tanto circulan en razonables condiciones de flujo libre.

A los efectos de la determinación de los costos operativos en condiciones ideales (el mejor nivel de servicio disponible) se han considerado tramos rectos y horizontales con altitudes sobre el nivel del mar no superiores a 100 m.

Más adelante se realizará un exhaustivo análisis de los costos del usuario en relación con la degradación de las calzadas pavimentadas. La metodología de cálculo empleada en este trabajo complementa y perfecciona la que se presentara en (2) (1982) (Apéndice).

IV. METODOLOGIA EMPLEADA EN EL TRABAJO

El proceso implementado consiste en analizar la condición de la calzada a lo largo de su vida de servicio analizando su deterioro gradual con el transcurso del tiempo en función de los volúmenes y composición del tránsito actuante y tomando en consideración el costo del usuario (operación y tiempo) y la inversión en las mejoras que resultan necesarias en cada instante (refuerzos). Seguidamente se comparan económicamente las épocas más propicias para realizar las inversiones en términos de valores actualizados, beneficios netos u otros indicadores.

Para ello se deben disponer de criterios para el cálculo de:

- — El tránsito en cada año del período, a partir de los valores iniciales y de las tasas de crecimiento por cada tipo de vehículo estudiado.
- — El costo de los refuerzos (previa determinación de sus espesores y definición del material a utilizar) en cada instante del análisis que se requiera.
- — Un modelo o criterio de deterioro que permita cuantificar las condiciones superficiales de la calzada, en cada instante, en función del diseño inicial, las características de la subrasante, el clima y el volumen y composición del tránsito para dicho tiempo.
- — El costo de operación del usuario sobre la calzada, en función de su condición de servicio, las velocidades de operación, los vehículos-tipo analizados y la participación de cada uno de ellos en el tránsito total.
- — Un modelo de evaluación que analiza y compara los factores mencionados para cada juego de variables posibles produciendo indicadores económicos (costos totales, valores netos presentes, tasas de retorno, etc.) que califican la bondad de las inversiones realizadas.

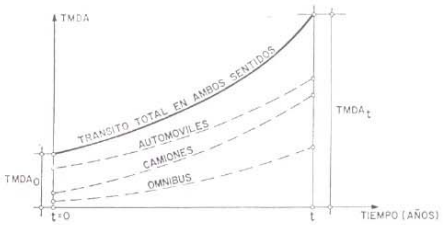
Los costos de conservación, aunque variables según el estado de las calzadas, no se consideran en este estudio dada su escasa influencia para análisis comparativos.

Se explicitan seguidamente los criterios aplicados.

1. Tránsito

Debe computarse para cada año del análisis el volumen del tránsito circulante y el número N de ejes standard equivalentes. Se considera solamente el tránsito existente sobre el tramo, no contemplándose derivación de otras rutas por motivo de la mejora (refuerzo). Puede obtenerse a partir del tránsito de origen (cuando se construyó el camino) o del que actúa a un cierto tiempo (punto de partida del análisis), debiendo ambos ser conocidos. Las tasas anuales de crecimiento, por tipo de vehículo, se establecerán mediante adecuadas predicciones económicas;

TRANSITO MEDIO DIARIO ANUAL QUE OPERA SOBRE LA CALZADA



TIPO DE VEHICULO	PORCENTAJE	TASA ANUAL DE CRECIMIENTO
automoviles	% 1	α 1
omnibus	% 2	α 2
camiones livianos	% 3	α 3
camiones pesados	% 4	α 4
	100	

$$TMDA_t = \sum_{1}^{4} TMDA_{1,0}(1+\alpha_L)^t$$

Gráfico 2

pueden ser fijas o variables dentro del período en análisis.

En el gráfico 2 se representa el crecimiento exponencial del tránsito, con tasas anuales y diferentes para cada tipo de vehículo, para cualquier tiempo t en que deba ser calculado, partiendo de sus valores iniciales $TMDA_0$, o de cualquier otro que sea conocido o que pueda ser medido. Para el cálculo de los costos operativos interesa el tránsito en ambos sentidos; para el cálculo de los ejes de diseño de los refuerzos se considera el que actúa en la trocha más cargada.

2. Modelo de predicción de performance

Para poder invertir los escasos recursos disponibles en forma racional, en tiempo y forma se requiere disponer de modelos de predicción de comportamiento que puedan anticipar el deterioro de las calzadas y con ello valorar el monto y la oportunidad de las inversiones.

El criterio que permite manejar estos conceptos integradamente es el de performance del pavimento, un indicador que expresa las cualidades de rodamiento de una calzada que experimentan los usuarios al circular por ellas: el índice de servicio mide esta condición y la curva que lo representa, en función del tiempo o del tránsito, expresa el ciclo de vida del pavimento, desde que es construido hasta que alcanza su nivel mínimo aceptable al final de su vida de diseño. Cuando más se avance sobre la curva de per-

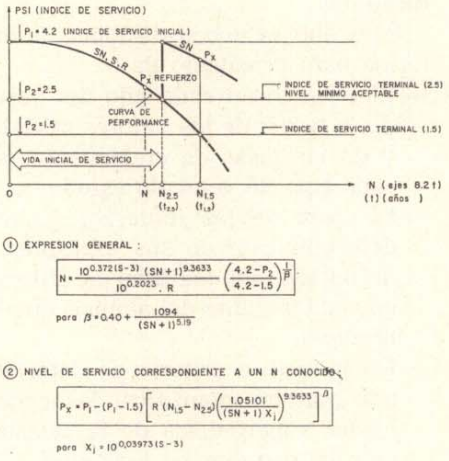
formance o de servicio, más costosa es la mejora o refuerzo que retorne al pavimento a sus condiciones iniciales; en los pavimentos flexibles cada ciclo de vida implica construir una calzada a un nivel de servicio inicial, seguir su ciclo de deterioro, rehabilitarlo y continuar sirviendo al tránsito. El ciclo estructural se corresponde con un ciclo económico donde juegan las inversiones conjuntamente con los costos del usuario, o sea los costos que el usuario paga en relación con la calzada, directa o indirectamente, y que están fuertemente influidos por la condición del pavimento. Cualquier alternativa que se analice debe incluir el costo total del transporte, inversiones más usuario.

Resulta indispensable como primer punto utilizar un modelo de deterioro de pavimentos que permita predecir el funcionamiento de las variables que intervienen en este tipo de análisis. Se ha elegido el modelo de deterioro resultante del ensayo experimental AASHO por entenderlo, al presente, el más confiable y experimentado de todos los disponibles (TRRL, Kenia, HDM, etc.). En particular el modelo de Kenia no resulta apropiado cuando se utilizan bases flexibles, y por su lado el AASHO predice generalmente el deterioro en forma más rápida (caso más desfavorable) que cualquiera de los otros.

A través del modelo de deterioro seleccionado se vinculan adecuadamente las características del diseño inicial, el número de ejes equivalentes que han circulado hasta el momento y las condiciones superficiales de la calzada (índice de servicio) con los costos del usuario, que se ven fuertemente influidos por las condiciones de la superficie. Con el criterio de Indice de Servicio del AASHO, el deterioro se expresará como una combinación de la rugosidad longitudinal, el ahuellamiento transversal y el tipo y magnitud del fisuramiento.

El deterioro de la calzada es una función del valor estructural del diseño, sus materiales constituyentes, sus espesores, condiciones climáticas, valor portante de la subrasante y número de ejes acumulados actuantes. Para cada N, o para cada tiempo "t" se puede determinar el índice de servicio correspondiente (gráfico 3).

OBTENCION DEL NUMERO ACUMULADO DE EJES EQUIVALENTES PARA UN CIERTO NIVEL DE SERVICIO Y UNA DADA ESTRUCTURA



① EXPRESION GENERAL :

$$N = \frac{10^{0.372(S-3)}\,(SN+1)^{9.3633}}{10^{0.2023}\cdot R}\left(\frac{4.2-P_t}{4.2-1.5}\right)^{\frac{1}{\beta}}$$

para $\beta = 0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}$

② NIVEL DE SERVICIO CORRESPONDIENTE A UN N CONOCIDO

$$P_x = P_1 - (P_1 - 1.5)\left[R\,(N_{1.5} - N_{2.5})\left(\frac{1.05101}{(SN+1)\,X_j}\right)^{9.3633}\right]^{\beta}$$

para $X_j = 10^{0.03973(S-3)}$

Gráfico 3

3. Factor de carga "F"

Se utiliza el concepto de eje standard o equivalente obtenido a partir de factores determinados para cada eje; los factores de carga expresan el número de repeticiones de una dada carga que produce el mismo daño que una pasada del eje tomado como referencia. Se toma el eje de 8,2 t (18.000 libras) y los factores resultan de la relación:

$$F_i = (P_i/8{,}2)^{4.5}$$

El factor de carga para cada vehículo es entonces la suma de los factores para cada eje y el F del tránsito total refleja la participación ponderada de su composición pesada. Se muestran diversos criterios para la determinación de "F". Se asume que los factores de carga permanecen invariables y son independientes del valor estructural de la calzada y por consiguiente de su estado de deterioro.

En el gráfico 4 se muestra la obtención del factor de carga F según el criterio utilizado por Vialidad Nacional, cuando se disponen conteos de cargas por eje detallados por tipo de vehículo. Se presentan los F para ejes equivalentes de 10 t y 8,2 t, conjuntamente con un ejemplo de aplicación.

En el gráfico 5 se han calculado los factores $F_{8,2}$ en función del "número clave" determinado por el Dr. Ruiz, en relación al porcentaje de camiones en el tránsito total, de gran utilidad cuando no se disponen censos de clasificación. Se aprecia que F es la inversa del número clave. Multiplicando el Tránsito en la trocha de diseño por F se obtienen los ejes equivalentes de 8,2 t que actúan y deterioran la calzada.

4. Número de ejes equivalentes

Aceptado un modelo de deterioro para un pavimento flexible, el número de ejes equivalentes que puede admitir en cada instante de su vida es relacionable con el nivel de servicio de la calzada; interesan fundamentalmente aquellos niveles de degradación en los que resulta razonable realizar las inversiones en refuerzos (PSI = 2,5 – 2,0 – 1,5, etc.).

En base al crecimiento exponencial del tránsito se presentan criterios o fórmulas simples y conocidas que per-

OBTENCION DEL FACTOR DE CARGA F

TIPO DE VEHICULO	DISTRIBUCION DE LOS EJES	Nº DE EJES POR VEHICULO	PARTICIPACION DE % VEHICULO	FACTOR F(10 t)	FACTOR F(8,2 t)	FACTOR DE CARGA UNITARIO
AUTOMOVILES ; JEEPS ; Y PICK UPS	1.1	2	0,71	0,01	0,022	0,03124
OMNIBUS	1.1	2	0,07	0,07	0,154	0,02156
CAMIONES SIN ACOPLADO	1.1	2	0,08	0,60	1,32	0,21120
	1.2	3	0,02	0,38	0,84	0,05040
CAMIONES CON ACOPLADO	1.1 – 1.1	4	0,01	0,60	1,32	0,0528
	1.1 – 1.2	5	0,05	0,39	0,86	0,2150
	1.2 – 1.1	5	—	0,47	1,03	—
	1.2 – 1.2	6	—	0,32	0,70	—
SEMI – REMOLQUES	1.1.1	3	0,02	0,54	1,19	0,0714
	1.1.2	4	0,03	0,45	0,99	0,1188
	1.2.2	5	0,01	0,35	0,77	0,0385
			$\Sigma = 1.00$			$\Sigma = 0.8109$

Gráfico 4

OBTENCION DEL FACTOR DE CARGA F EN FUNCION DEL NUMERO CLAVE DE RUIZ

PORCENTAJE DE CAMIONES	Nº CLAVE (10 t)	$F_{10\,t}$	$F_{8.2\,t}$ *
<15	6.0	0,166	0,367
15-20	5.0	0,200	0,442
20-25	4.5	0,222	0,491
25-30	3.8	0,263	0,581
30-32	3.6	0,277	0,612
32-34	3.4	0,294	0,650
34-36	3.2	0,312	0,689
36-38	3.0	0,333	0,736
38-40	2.7	0,370	0,812
40-42	2.5	0,400	0,884
42-44	2.3	0,435	0,961
44-46	2.1	0,476	1,052
46-48	1.9	0,526	1,162
48-50	1.6	0,625	1,381
50-55	1.1	0,909	2,010
<55	1.0	1,000	2,210

* $N_{8.2} = \left(\frac{10}{8.2}\right)^4 = 2.21$

Gráfico 5

miten calcular en cada instante el número de ejes equivalentes de 8,2 t que ha experimentado la calzada desde que fue construida o desde que fue reforzada por última vez. Se computa el total de ejes equivalentes, para cada año, como suma de los correspondientes a cada tipo y proporción de vehículos en función de los factores por eje. El factor F resultante multiplicado por el Tránsito medio anual permite obtener N para dicho año y mediante los algoritmos que se muestran en el gráfico 6 se calculan los ejes acumulados que han circulado hasta ese instante. De la misma forma puede calcularse el tiempo "t" conocido el número N de ejes.

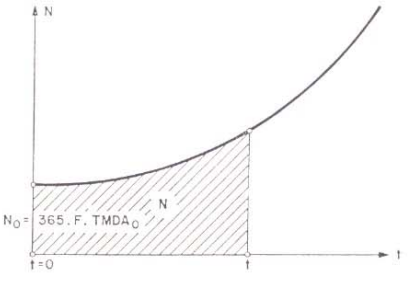
5. Número estructural SN

De acuerdo al método AASHO se requiere para caracterizar la resistencia de la calzada y su performance o comportamiento; se parte de la base que dos pavimentos con igual SN se comportan idénticamente sometidos al mismo régimen de cargas. Con este criterio, SN involucra la calidad de la subrasante, el clima y los espesores y tipos de materiales utilizados, en base a sus "coeficientes estructurales". En el trabajo se utiliza alternativamente (para el cálculo de los espesores de refuerzo) el criterio del Asphalt Institute, espesor total de material granular equivalente que se integra de:

$$T = 2\,h_1 + h_2 + 0{,}75\,h_3\,,$$

siendo h_1, h_2 y h_3 los espesores de carpeta, base granular y subbase respectivamente. Se muestra en el gráfico 7

OBTENCION DEL NUMERO ACUMULADO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 t.



$$N = \int_0^t 365 . F . TMDA_0 (1+\alpha)^x \, dx$$

$$N_{8.2} = 365 . F . TMDA_0 \left[\frac{(1+\alpha)^t - 1}{\ln(1+\alpha)}\right]$$

$TMDA_0$ = tránsito promedio diario, en la dirección, al origen t=0
F = factor de carga
α = tasa anual de crecimiento del tránsito.
t = año para el que se calcula el N acumulado

OBTENCION DEL TIEMPO t, CONOCIDO N

$$t(\text{años}) = \frac{\ln\left[\frac{N}{365 . F . TMDA_0} \ln(1+\alpha) + 1\right]}{\ln(1+\alpha)}$$

Gráfico 6

la sensibilidad de N para un mismo SN pero distintos soportes S y factores climáticos R y en el gráfico 8 el criterio de diseño del Asphalt Institute.

6. Deterioro de la estructura

El valor estructural (SN o T) de un diseño disminuye a medida que una calzada se deteriora por el pasaje de las cargas y por las acciones climáticas; el fenómeno se autoalimenta y la caída es más brusca a medida que el diseño se acerca a sus condiciones terminales; la degradación incluye: fisuramiento y envejecimiento de las capas asfálticas, debilitamiento de bases y subbases por percolación de agua, contaminación y formación de finos, etc. Con este deterioro solo pueden restablecerse las condiciones iniciales a través de una rehabilitación o un refuerzo.

La degradación estructural implica ajustar los coeficientes de cada material mediante factores inferiores a la unidad (k_1, k_2, k_3). K_1 puede ser tan bajo como 0,35 si el pavimento está severamente fisurado ($0{,}35 \times 0{,}17 = 0{,}06$ que equivale al de una base granular). Los factores de reducción k_i dependen del nivel terminal P_2 y de la deflexión del pavimento en la subrasante, como se ve en los gráficos adjuntos; k_2 y k_3 pueden alcanzar valores de 0,5 a 0,7 para bases y subbases (gráfico 9).

7. Costos de los refuerzos

Tal como se los utiliza en este trabajo, los refuerzos se refieren a la colocación de espesores variables de carpeta de concreto asfáltico en caliente, en el ancho de calzada que correspon-

CURVAS DE PERFORMANCE

SENSIBILIDAD A LOS PARAMETROS SN,S,R

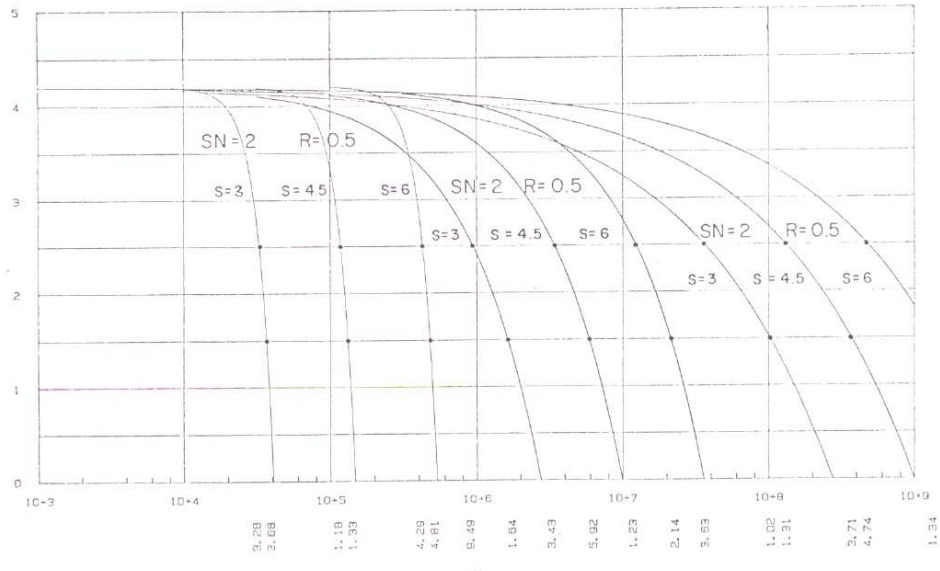


Gráfico 7

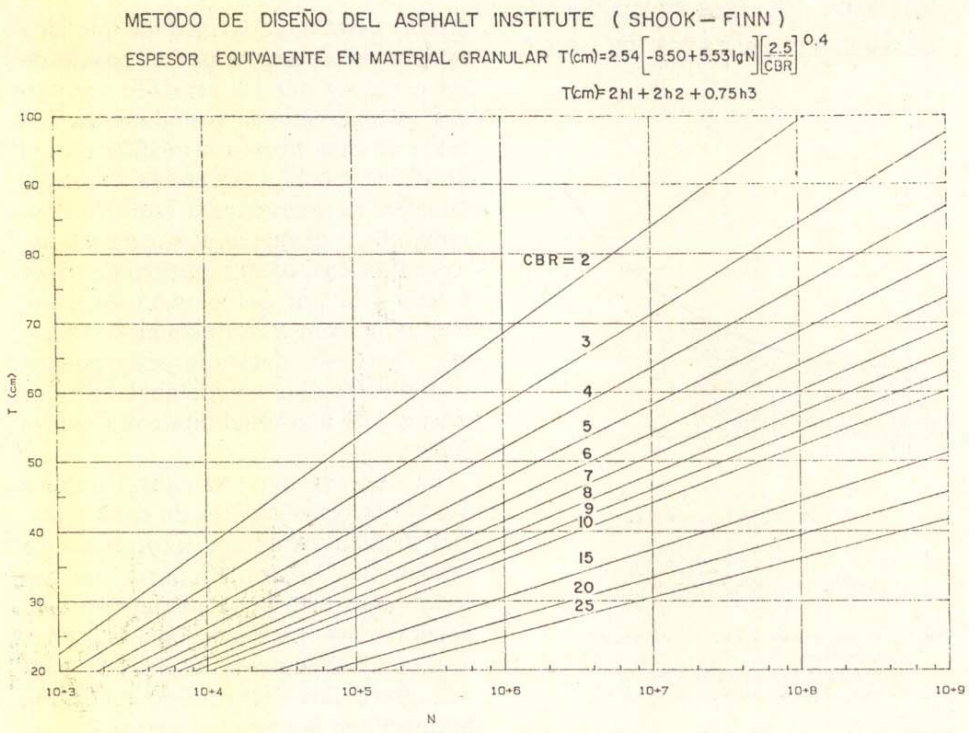
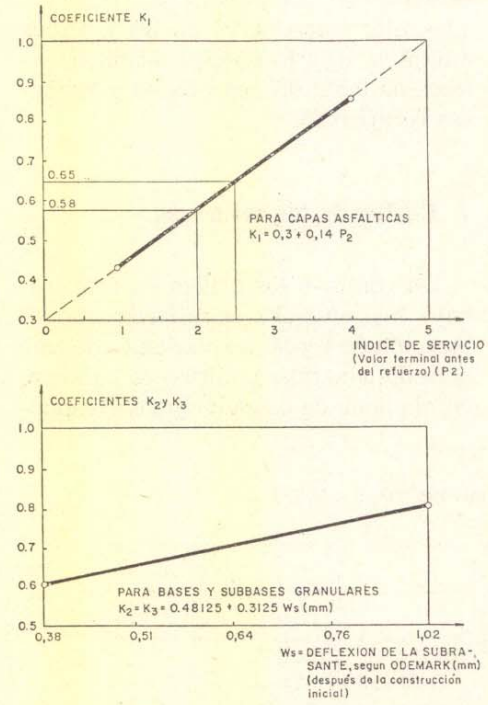


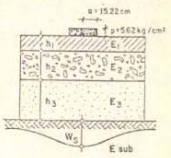
Gráfico 8



FACTORES "K" PARA LA REDUCCION DE LOS COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE LOS PAVIMENTOS EXISTENTES

Gráfico 9

CRITERIO DE CALCULO DEL REFUERZO EN FUNCION DE LA DEFLEXION DE LA SUBRASANTE (ODEMARK)



ESPESOR GRANULAR EQUIVALENTE : $H_e = h_1\sqrt[3]{\frac{E_1}{E_2}} + h_2\sqrt[3]{\frac{E_2}{E_2}} + h_3\sqrt[3]{\frac{E_3}{E_2}}$

$H_e = 2h_1 + h_2 + 0.67\ h_3$ (relaciones normales)

$H_e = 2h_1 + h_2 + 0.75\ h_3$ (según ASPHALT INSTITUTE)

DEFLEXION DE LA SUBRASANTE :

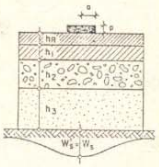
$$W_{s(mm)} = \frac{40810}{2 \cdot E_{sub} \cdot Z\sqrt{1+\left(\frac{15.22}{Z}\right)^2}}$$

siendo : $Z = 0.9 \cdot H_e \sqrt[3]{\frac{E_2}{E_{sub}}}$

LUEGO DE UN PERIODO DE SERVICIO :

$H'_e = 2h_1 \cdot K_1 + h_2 \cdot K_2 + 0.67\ h_3 K_3$ $\qquad K_1, K_2, K_3 < 1$ (*)

DEVOLVIENDO A LA CALZADA REFORZADA LA MISMA DEFORMABILIDAD QUE LA ESTRUCTURA ORIGINAL : $(W'_s = W_s)$



$H_e = H'_e + 2h_R$

$h_e = \frac{H_e - H'_e}{2}$

espesor del refuerzo

(*) $K_1 = 0.3 + 0.14\ P_2$

$K_2 = K_3 = 0.48 + 0.31\ W_{s(mm)}$

Gráfico 10

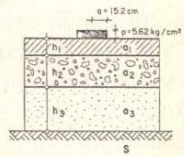
ciones de mantenimiento de rutina no pueden por sí solas restablecer económicamente niveles de calidad aceptables de lisura y seguridad en la calzada. En el presente enfoque los refuerzos se calculan técnicamente de manera que en cualquier caso restituyen al pavimento deteriorado sus condiciones estructurales iniciales, tanto resistentes como de calidad frente al usuario.

Los espesores del refuerzo pueden computarse entonces a cada instante como diferencia entre las necesidades del diseño inicial y la disponibilidad estructural al momento de rehabilitar. Para cada nivel terminal de servicio (P_2) se ha supuesto que los espesores de recuperación de gálibo son iguales en todos los casos.

El tiempo en que el refuerzo es realizado servirá para descontar su valor monetario a una época fija de referencia. A los efectos del trabajo se asume que el refuerzo es colocado cuando el nivel de servicio de la calzada alcanza valores terminales prefijados. El costo de los refuerzos varía linealmente con el espesor de carpeta requerida y ha sido computado para distintas condiciones geográficas prevalecientes en la República Argentina.

Se presentan tres diferentes procedimientos ajustados y fundados por la experiencia práctica para el cálculo de los espesores de refuerzo: AASHO, Asphalt Institute y por determinación de la deflexión en la subrasante, según el criterio de Odemark (gráficos 10, 11 y 12). El material empleado para los refuerzos es en todos los casos concreto asfáltico en caliente, mezcla densa de buena calidad que se aplica a un ancho de calzada homogeneizado a 7,30 m y a un precio medio para la República Argentina a setiembre 1986 (contemplando las variaciones zonales) de 68 ₳/m³ (28,33 ₳/t para un

CRITERIO DE CALCULO DEL REFUERZO EN BASE AL NUMERO ESTRUCTURAL SN



$SN = \sum_{i}^{n} a_i h_i$

h_1, h_2, h_3 = espesores

a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales

$SN_0 = a_1 h_1 + a_2 h_2 + a_3 h_3$ (valor inicial)

$SN' = a_1 h_1 k_1 + a_2 h_2 k_2 + a_3 h_2 k_3$ (valor luego de un ciclo de deterioro $N_{2.5}$ o $N_{1.5}$)

$SN' < SN_0$

devolviendo mediante un refuerzo de concreto asfáltico el mismo valor estructural inicial :

$SN_0 = SN' + a_1 h_R$

$h_R = \frac{SN_0 - SN'}{a_1}$ $\qquad a_1 = 0.17$

K_1, K_2, K_3 = coeficientes de deterioro, $f(P_2, W_S)$

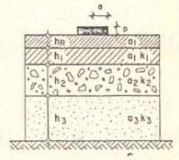


Gráfico 11

CRITERIO DE CALCULO DEL REFUERZO
EN BASE AL ASPHALT INSTITUTE

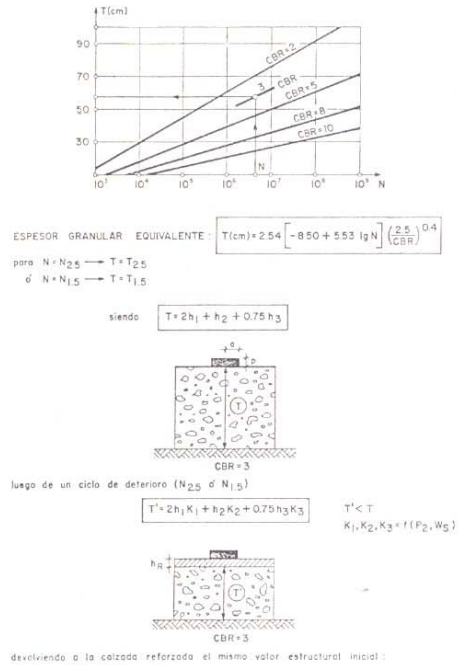


Gráfico 12

Pe 2,40 t/m³). Se calculan para una longitud unitaria (1 km).

8. Efecto de un refuerzo

Este puede restituir parcial o totalmente las características estructurales del pavimento degradado. Si se impone, por ejemplo, igual deflexión en la calzada terminal que en el pavimento inicial resulta simple estimar el espesor de concreto asfáltico necesario. Lo mismo puede hacerse devolviendo el mismo SN o el mismo T, agregando el espesor necesario que satisfaga tales condiciones. La contribución estructural del pavimento antes del refuerzo es la resultante de aplicar los coeficientes k_i a las diversas capas integrantes de la estructura. Si el pavimento existente está recubierto de un tratamiento superficial severamente fisurado, se desprecia su aporte o se lo integra con el espesor de la base. El refuerzo constituye la capa superior de la estructura reforzada y su aporte se valora mediante su coeficiente 0,17 en el caso del método AASHO o en base a 2.0 según el Asphalt Institute.

9. Costos de mantenimiento

Su incidencia es pequeña frente a los costos totales involucrados; a pesar del amplio espectro de estructuras y variables analizadas se ha mantenido constante (y por lo tanto no integra el análisis) para cualquier combinación estudiada. Se aclara no obstante que el costo de mantenimiento se incrementa en la medida en que decae el nivel de servicio; cuando éste es restaurado y cuando la superficie de la calzada retorna a las condiciones iniciales de la construcción original el costo de conservación decae bruscamente después del refuerzo.

10. Costos de los usuarios

Se computan para cada nivel de servicio, o lo que es lo mismo para cada instante "t" por tipo de vehículo, primero en condiciones ideales, luego para velocidades de circulación constantes y luego para velocidades variables reales.

Se trabaja con tramos rectos y horizontales, con lo que se eliminan los condicionantes geométricos de la carretera (curvas, pendientes, intersecciones, fricción lateral y obstrucciones), ya que se analiza exclusivamente el costo inherente a la calzada; igualmente se asume que el nivel de servicio permite circulación a flujo libre.

Los costos operativos incluyen todos los insumos que reclama el disponer y trasladarse en un vehículo, función del recorrido y función del tiempo; se valora también el costo del tiempo del pasajero según los motivos de viaje y los salarios del conductor y acompañante en el caso de ómnibus y camiones. Todos los valores calculados incluyen impuestos o sea son costos financieros, costos reales para movilizarse sobre la carretera; liberados del componente impositivo, cargas sociales, tasas aduaneras, etc., pueden convertirse en costos "económicos" o sea los costos reales para la economía nacional. En la tabla 2 se muestran los tipos de vehículos seleccionados, sus características, los criterios de cálculo, los kilometrajes recoridos, etc., valores establecidos para vehículos tipo representativos de los que circulan normalmente en las rutas nacionales.

TABLA 2

. VEHICULO TIPO	Automóvil	Automóvil	Automóvil	Omnibus	Camión Liviano	Camión Pesado
. MARCA - MODELO	Falcon 30	Renault 12	Gacel GL	Mercedes Benz O-140-LO555-STD	Ford 600 D	Mercedes Benz 1114-48
. PRECIO DE LA UNIDAD (con impuestos) (A)	13.604	10.579	11.351	76.500	35.500	56.500
. EDAD MEDIA DEL PARQUE (Años)	4,5	4,5	4,5	6,5	6,5	6,5
. PERFIL ANUAL DE LAS EDADES ACUMULADAS (Años)	6,5	6,5	6,5	7,6	10,9	10,5
. OCUPACION MEDIA DE LOS VEHICULOS (Personas por unidad)	2,5	2,5	2,5	16,63	1,56	1,56
. MOTIVOS QUE DAN ORIGEN A LOS VIAJES:						
- Trabajo y Negocios (%)	70	70	70	74,62	---	---
- Otros motivos (%)	30	30	30	25,38	---	---
. VELOCIDADES DE OPERACION (km/h)	100	100	100	90	80	75
. RECORRIDO ANUAL (km)	18.000	18.000	18.000	132.000	50.300	76.000
. RECORRIDO TOTAL PARA LA VIDA UTIL (km)	117.000	117.000	117.000	1.000.000	550.000	800.000
. COMBUSTIBLE						
- Tipo	0,4C+0,6E	0,4C+0,6E	0,4C+0,6E	Gas oil	Gas oil	Gas oil
- Consumo unitario (l/km)	0,12	0,10	0,10	0,285	0,245	0,397
. CONSUMO DE LUBRICANTE (l/km)	0,0025	0,0021	0,0021	0,0061	0,00681	0,00901
. CUBIERTAS Y CAMARAS						
- Precio (A)	74	65	65	397,84	267,49	399,96
- Cantidad	5	5	5	6	6	14
- Duración (km)	55.000	55.000	55.000	85.000	80.000	97.000
. REPUESTOS (% VO/1000 km)	0,12	0,11	0,11	0,07	0,07	0,07
. MANO DE OBRA (hs hombre/1000km)	0,749	0,74	0,74	3,56	3,22	3,01
. VALOR DEPRECIABLE (% Nuevo)	54	54	53	32	23	23
. VALOR RESIDUAL (% Nuevo)	46	46	47	68	77	77
. TASA DE INTERES ANUAL	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
. SEGURO (% del Valor Medio)	12	12	12	10	10	10
. PATENTE E IMPUESTOS (A/Año)	150	104	104	268	179	100
. VALOR DEL TIEMPO (A/h)						
- Trabajo y Negocios Conductor	6	6	6	---	---	---
Acompañ.	3	3	3	3	---	---
- Otros Motivos Conductor	1,30	1,30	1,30	---	---	---
Acompañ.	1,30	1,30	1,30	1,30	---	---
. SALARIOS (A/mes)						
- Conductor	---	---	---	390	390	390
- Acompañante	---	---	---	390	390	390

(Continúa en el próximo número)

a fecha = 30/5 / 12%

La eliminación de los pasos a nivel urbanos: ¿A quien le corresponde pagar?

Por el Ing. JUAN PABLO MARTINEZ

En oportunidades anteriores el autor propició desde estas columnas la eliminación gradual de cruces ferroviarios a nivel, reemplazándolos por pasos en alto o bajo nivel. El costo de tales obras viales es considerable, y se plantea entonces el problema de la coparticipación del ferrocarril y de las entidades viales en su financiación.

1. INTRODUCCION

Los cruces ferroviarios a nivel urbanos son puntos singulares donde se manifiesta la congestión del tránsito a que da lugar la barrera * ferroviaria, y al mismo tiempo son los sitios de ocurrencia de muchos y graves accidentes.

Congestión y accidentes son fenómenos que han existido desde siempre en las ciudades, fenómenos ambos que han ido acrecentándose a medida que crecía la población urbana y la cantidad, tamaño y velocidad de los vehículos, hasta adquirir su fisonomía actual en la era del transporte automotor.

A comienzos del siglo pasado aparece el transporte ferroviario, que viene acompañado con su propia problemática de circulación y de seguridad. Y con el ferrocarril aparece un nuevo punto de conflicto, el cruce a nivel con el camino, o cruce ferrovial.

A lo largo del siglo XIX y primer cuarto del siglo actual las redes ferroviarias se expanden prodigiosamente, y paralelamente lo hacen los cruces ferroviales, multiplicándose los accidentes.

El problema no hace sino agravarse a continuación, cuando comienza la no menos explosiva expansión del tránsito automotor.

2. PROBLEMATICA DEL CRUCE FERROVIAL

La problemática del cruce ferrovial tiene su origen en los fenómenos mecánicos que caracteriza a la circulación vial y a la ferroviaria, dándose en uno y otro caso la obediencia a las mismas leyes físicas pero con significativas diferencias en el valor de las constantes físicas: adherencia y coeficiente de rozamiento.

El resultado es que la distancia requerida para frenar un tren es mucho mayor que la correspondiente a un vehículo carretero, circulando ambos a la misma velocidad. Por ejemplo, mientras un tren a 100 km/h requiere unos 800 metros para ser detenido, un automóvil necesita apenas 100 metros, en ambos casos en condiciones normales de desaceleración.

Consecuencia de lo anterior es que el conductor del vehículo carretero es capaz en condiciones normales distinguir un obstáculo a una distancia mayor que la de frenado, y puede en consecuencia detener su marcha antes de alcanzarlo; además puede, en alguna medida, eludirlo.

Al contrario, el conductor de un tren solo logra distinguir los obstáculos a distancia generalmente inferior a la de frenado, no pudiendo de ningún modo asegurar en todos los casos la detención del tren, ni aún con la aplicación del frenado de emergencia; tampoco puede eludir el obstáculo, en ningún caso.

De aquí surge el principio universalmente aceptado para la circulación ferroviaria. Las líneas férreas son divididas en sectores, llamados "secciones", a las cuales un tren solo puede ingresar cuando se lo autoriza expresamente (concesión de vía libre). La entrada a una sección está además protegida por un semáforo o "señal" que puede ser de tipo mecánico o luminoso. Estas señales se ubican convenientemente de modo de ser visibles desde gran distancia. Además, se encuentran siempre precedidas por una señal de preadvertencia (en nuestro medio "señal de distancia") implantada a una distancia igual o mayor a la de frenado.

Los trenes circulan observando tales señales, y limitando su velocidad a lo establecido en el horario, que tiene en cuenta el estado de la vía, el tren rodante o cualquier otra condición particular. Pero los conductores no regulan su marcha observando los cruces ferroviales, en los cuales siempre tiene **el tren la primacía frente a la circulación carretera.**

Aclaramos que el reglamento de la circulación ferroviaria impone a los conductores de trenes la obligación de observar la vía, así como las señales de los guardabarreras, a fin de aminorar la velocidad y tender a frenar el tren ante cualquier obstáculo intempestivo, pero sin la obligación de lograr esa detención, ya que ésta puede resultar físicamente imposible en la mayoría de los casos.

La primacía a la circulación ferroviaria en los cruces determina que en aquellos donde la circulación carretera y/o la ferroviaria son importantes, o donde ocurren especiales circunstancias de peligrosidad, los cruces sean protegidos por barreras que interrumpen la circulación vial al aproximarse un tren. En otros casos se introducen dispositivos fonoluminosos, sin barreras, pero que advierten a los automovilistas la cercanía de un tren *. Pero en la mayoría de los cruces, donde una

* En el sentido de barrera urbanística.

* Desde la vigencia de la Resolución SETOP Nº 7/81 no se autorizan estas instalaciones.

o ambas circulaciones son de escasa o muy escasa cuantía, solo se dispone de protección pasiva, por medio de señales viales de advertencia del cruce, quedando a cargo del automovilista la responsabilidad de detenerse y observar la vía antes de atravesarla.

3. LA PELIGROSIDAD DE LOS PASOS A NIVEL URBANOS

Particularizando el caso de los pasos a nivel urbanos en Buenos Aires y su Región Metropolitana, donde son intensas las circulaciones vial y ferroviaria, es evidente que pese a la protección provista por las barreras su peligrosidad es grande.

La cantidad anual de accidentes que cabría esperar estadísticamente en pasos a nivel con barreras, según un estudio de la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC) es: *

$$Na = 2{,}37 \times 10^{-4} \sqrt{m}$$

siendo m el "momento de circulación", igual al producto de las cantidades diarias de trenes y vehículos carreteros en el cruce.

Para tránsitos viales urbanos típicos, con intensidad entre 5.000 y 50.000 vehículos diarios, y circulaciones de trenes entre 50 y 300 trenes/día, la fórmula permite calcular el período medio de repetición de accidentes a vehículos según lo muestra el cuadro 1.

CUADRO 1

Período medio de repetición de accidentes a vehículos en pasos a nivel con barreras (en años)

Tránsito Vial Veh/día	Tránsito ferroviario en trenes/día			
	50	100	200	300
5.000	8,4	6,0	4,2	3,4
10.000	6,0	4,2	3,0	2,4
25.000	3,8	2,7	1,9	1,5
50.000	2,7	1,9	1,3	1,1

Se advierte que en los cruces urbanos de medianamente intensa a muy intensa circulación ferroviaria, el período de repetición de accidentes es de unos pocos años.

En el caso de la Región Metropolitana de Buenos Aires en 514 pasos con barreras han ocurrido en 1985 98 accidentes a vehículos, lo que en promedio implica para todos ellos un período de repetición de 5 años. Si se considera que estos accidentes son de mucha gravedad y que esos cálculos no incluyen los accidentes a peatones, encontramos justificado que se tienda a eliminar esos pasos a nivel, y que no se permita la apertura de otros nuevos.

Esto último resulta fundamentado en que dada la estructura no lineal de la fórmula de la UIC, si un mismo flujo vehicular diario se dispersa en mayor número de pasos a nivel la cantidad de accidentes aumenta y viceversa. En el Anexo 1 se muestra un ejemplo.

Los pasos a nivel, aún convenientemente protegidos, constituyen entonces sitios peligrosos, a la vez que focos de congestión vehicular. Por tal razón universalmente los ferrocarriles procuran reducir su número en forma racional, equipando con dispositivos de seguridad aquellos que subsisten. En cuanto a las líneas férreas de muy alta velocidad, y aquellos de muy intensa circulación, tal las líneas suburbanas, se tiende a la sustitución de los pasos a nivel con obras de ingeniería que colocan los ferrocarriles a desnivel, o bien hacen lo propio con las calles.

En el caso de Buenos Aires y su Región Metropolitana, las condiciones presentes y futuras previsibles aseguran que por mucho tiempo se carecerá de los recursos para reconstruir las líneas férreas a distinto nivel, por lo que la única solución a nuestro alcance es el gradual ataque del problema mediante un plan de obras viales a desnivel, en sitios estratégicamente prioritarios.

4. LA SITUACION LEGAL EN NUESTRO PAIS

Previo a pasar revista por las leyes y disposiciones vigentes en lo que hace al tema que nos interesa (los pasos viales a desnivel) conviene aclarar como está estructurada esta normativa. Tenemos así:

a) La Ley General de Ferrocarriles Nº 2.873 de 1891, artículos 5º y 17º, reformada por la Ley Nacional 18.374/69 y posteriormente por la Ley Nacional Nº 22.647/82 que modifica las reformas introducidas por la precedente. Esta Ley Nº 2.873 establece las responsabilidades de los ferrocarriles y las comunas y entidades viales en los cruces ferroviales.

b) Las normas para cruces ferroviales aprobadas por la Resolución 7/81 de la ex Secretaría de Estado de Transporte y Obras Públicas (SETOP). Establece las normas técnicas para los cruces ferroviales, a nivel o desnivel.

c) El Decreto Nº 903/74, reglamentario de la Ley Nº 18.374/69 en lo que hace a la distribución de gastos en los cruces ferroviales, entre el ferrocarril y la entidad vial.

Las disposiciones legales que se describen a continuación se ven enervadas por el hecho que el fundamental Decreto Nº 903/74 es reglamentario de una ley que ha perdido vigencia. Esta situación requiere ser regularizada adecuándola formalmente, y esto con prescindencia de los necesarios cambios de fondo a introducir en las disposiciones del decreto.

4. 1. **Las obligaciones establecidas por la Ley de Ferrocarriles**

En un principio la legislación obligaba a los ferrocarriles a proteger los pasos a nivel iluminándolos, colocando en ellos barreras o guardaganados, y estableciendo la guarda y el servicio de las barreras (Ley Nº 2.873 de 1891), artículo 5º).

La multiplicación de pasos a nivel, de los que llegaron a existir más de 16.000, tornó prácticamente imposible el cumplimiento de estas obligaciones por parte de las empresas ferroviarias, siendo gradualmente aceptado por la jurisprudencia que la protección a dar al cruce debe mantener alguna relación con la importancia de ambas circulaciones en conflicto y con las condiciones locales que hacen a la peligrosidad.

Se va también aceptando que, ante el crecimiento de la circulación automotriz de los caminos y el desarrollo de la red vial, hechos exógenos a las administraciones ferroviarias, no es lógico que sean éstas las únicas responsables de la seguridad en los cruces.

Es así que la Ley Nº 2.873 sufrió a lo largo del tiempo algunas modificaciones en lo relativo a cruces ferroviales, de las cuales hoy están vigentes

* Lucio Mayer, "Implanti Ferroviari". Tecnica ed Esercizio". CIFI. Roma, 1976.

las introducidas por la Ley Nº 22.647/82. Según ésta, se reforma el artículo 5º de la Ley Nº 2.873 quedando así:

Art. 5º – Son deberes de toda empresa de ferrocarril...

Inc. 5º: En los pasos a nivel donde hubieren barreras de accionamiento manual, proveer el personal para su guarda.

Inc. 8º: Prover **conjuntamente con el organismo vial o comuna** jurisdiccionalmente responsable de cada cruce ferroviario a nivel, el señalamiento que corresponda en función de las normas que dicte el Poder Ejecutivo Nacional (PEN) para ese efecto, o el organismo en que el mismo delegue esa facultad.

Inc. 9º: Realizar los trabajos necesarios en los cruces ferroviarios, en coordinación con **los organismos viales o comunas** conforme a las normas que dicte el PEN o el organismo en que el mismo delegue esta facultad.

En cuanto al artículo 17, queda como sigue:

Art. 17º – Las empresas de ferrocarriles no podrán oponerse a que sus vías sean cruzadas por caminos o calles públicas, siempre que se cumplan las normas que dicte el PEN para ese efecto, o el organismo en que éste delegue esta facultad.

.....

Los gastos que ocasionare la habilitación o existencia de tales servidumbres serán obligados a las partes intervinientes, de acuerdo a lo que disponga el **decreto reglamentario.**

Nótese que los incisos 5º y 8º del artículo quinto se refieren a los pasos a nivel; el inciso 9º a los cruces ferroviarios en general (a nivel o desnivel); y el artículo 17 igualmente.

4. 2. La Resolución SETOP P. Nº 7/81

Las normas a que se ciñe el señalamiento y los trabajos en los cruces ferroviales existentes (artículo 5º) o a crearse (artículo 17º) son las dictadas por el PEN o el organismo delegado por éste. Al presente esas normas son las establecidas por la Resolución 7/81 de la ex Secretaría de Estado de Transporte y Obras Públicas (SETOP) dictada el 12/1/81 aprobando las "Normas para los cruces entre caminos y vías férreas".

Las mismas establecen el tipo de protección a suministrar en cada cruce, en función de:

a) la jerarquía de la línea férrea de que se trata
b) la jerarquía del camino
c) el tránsito medio diario de éste
d) las condiciones de visibilidad del paso

El anexo 13.5 de las "Normas..." define la llamada "Red Metropolitana de Pasajeros Urbanos y Suburbanos de la Ciudad de Buenos Aires". Esta red incluye tramos cuya intensidad de circulación ferroviaria se sitúa entre unos 30 trenes/día como mínimo y unos 330 trenes/día como máximo. *

La Tabla II de las mismas "Normas..." relativa a la solución de cruces urbanos establece que sobre la Red Metropolitana "corresponde efectuar cruce a distinto nivel en paso a habilitarse, y estudiar la factibilidad de tal solución en paso existente. En caso de optarse por paso a nivel indefectiblemente deberá tener señalización activa (barreras)".

Por lo tanto, las normas vigentes no permiten la apertura de nuevos pasos a nivel.

Las cifras vistas anteriormente, relativas a la peligrosidad de los pasos a nivel con barreras, hace que en principio debamos considerar razonable lo establecido por las "Normas...", sin por ello desconocer que la congestión vial y el aislamiento de zonas urbanas que producen las líneas férreas deben también ser resueltas. La solución es entonces el cruce a desnivel.

4. 3. El Decreto Nº 903/74

¿Cómo han de distribuirse entre el ferrocarril y la entidad vial o comunas los costos de los pasos a nivel?

El ya citado artículo 17º (reformado) de la Ley Nº 2.873 se refiere al decreto reglamentario que norma esa distribución. Se trata del Decerto Nº 903 del 23/9/74 que, entre otras disposiciones, establece:

Art. 1º – Los trabajos y gastos que originen la construcción, conservación, guarda y remoción de los pasos a nivel o a distinto nivel, estarán a cargo de Ferrocarriles Argentinos y la Comuna u Organismo Vial **solicitante**, de conformidad a las normas que se establecen en el presente decreto.

Art. 6º – Cuando la Comuna u Organismo Vial deban cruzar las vías con un camino o calle **nueva** a distinto nivel, se harán cargo de todos los gastos relativos exclusivamente a la obra, mientras que Ferrocarriles Argentinos concurrirá con los que eventualmente por relación se hagan necesarios en la zona de vía.

Art. 7º – Cuando se trate del cruce a distinto nivel **sobre trazado preexistente** con paso a nivel, Ferrocarriles Argentinos concurrirá con los gastos aludidos en el artículo 6º y los relativos al levantamiento de las instalaciones que dejaren de poseer utilidad. *

Art. 9º – En los presupuestos de Ferrocarriles Argentinos, Comunas y Organismos Viales deberán preverse partidas para afrontar los gastos de instalación, conservación, guarda y remoción de cruces a nivel o distinto nivel.

Este articulado merece algunos comentarios.

El artículo 1º habla de "Comuna u Organismo Vial **solicitante**", lo que sugiere que serían siempre las entidades viales las interesadas en la habilitación de nuevos cruces, sean éstos nuevos pasos a nivel, nuevos cruces a desnivel e incluso pasos a desnivel sobre trazado a nivel preexistente.

Esto es así casi siempre tratándose de los pasos a nivel, cuya apertura interesa mucho a las comunas y no conviene en general al ferrocarril. Pero no lo es respecto de los pasos a desnivel, sobre trazado nuevo o preexistente, los que si bien son de interés de la entidad vial, no lo son menos del Ferrocarril.

Aquella presunción equivocada respecto del interés por los pasos a desnivel sería el fundamento de la disimetría en la responsabilidad económica establecida en los artículos 6º y 7º del Decreto Nº 903/74, que asignan en la generalidad de los casos la casi totalidad del costo por cuenta de la entidad vial.

* Esta definición de la red deberá ser modificada ya que incluye un tramo con menos de 10 trenes/día y omite en cambio otros con servicio de tipo suburbano con unos 60 trenes/día.

* La redacción del artículo 7º debe entenderse en el sentido que, aparte los gastos que para el Ferrocarril obliga el artículo 6º, se agregan los de remoción del paso a nivel existente.

5. LA SITUACION PLANTEADA POR EL DECRETO Nº 903/74

La aparente falta de equilibrio en la asignación de responsabilidades por los artículos 6º y 7º del Decreto Nº 903/74 determinó que en la práctica fueran muy pocas las comunas decididas a encarar pasos viales a desnivel asumiendo solas su costo.

En efecto, los pasos a desnivel son obras de relativamente alto costo, particularmente en relación con los limitados presupuestos de obras públicas de la mayoría de las municipalidades; ello explica que la cantidad de obras realizadas haya sido mínima, escasamente en el orden de una por año para toda la Región Metropolitana, ritmo que demandaría varios siglos para resolver el problema.

Esta situación no ha beneficiado a la empresa ferroviaria, porque la ha privado de los palpables beneficios que obtendría de la eliminación de uno o más pasos a nivel por cada paso a desnivel. Estos beneficios son por disminución en sueldos de guardabarreras, mantenimiento del sistema de barreras y alarmas, gastos de reparación de brazos de barrera rotos, mantenimiento de la calzada del paso a nivel, daños al material rodante y a las instalaciones en los accidentes, gastos improductivos y pérdida de ingresos por causa de ellos y montos de indemnizaciones que se deben a las víctimas o a sus deudos en una proporción de los casos.

Considerando estos beneficios, más el hecho de que en algunos casos se recuperan valiosos materiales instalados en los pasos a nivel a suprimir y/o se evitan inversiones de importancia en la remodelación y mejoramiento de ellos, se evidencia que el ferrocarril tiene también un interés económico concreto en la realización de pasos viales a desnivel.

Frente a lo establecido en el Decreto Nº 903/74, se han dado dos interpretaciones.

Una, circunscripta a la letra de los artículos 6º y 7º, establece que la empresa ferroviaria no puede, legalmente, contribuir económicamente a estas obras más allá de lo que dicho articulado fija.

Otra interpretación más flexible es que los artículos 6º y 7º se aplican estrictamente cuando el paso a desnivel es de exclusivo interés vial, pero que tratándose de obras que producen beneficios a la empresa ella no está inhibida de efectuar contribuciones a las mismas.

Entendemos que, en la medida que tales beneficios puedan ser cuantificados razonablemente, y que pueda ser demostrada una rentabilidad empresaria, el Decreto Nº 903/74 no inhibiría un aporte del ferrocarril al costo de los pasos a desnivel.

Este punto de vista lo sustentamos en que toda legislación tiende a la consecución del bien común, y que siendo así no existe fundamento lógico para prohibir a una empresa realizar inversiones rentables (desde el restringido punto de vista empresario) cuando al mismo tiempo esas inversiones son beneficiosas para la sociedad en su conjunto.

Por lo tanto adherimos a una interpretación no literal de los artículos 6º y 7º del Decreto Nº 903/74. Pero siendo ésta una cuestión jurídica en que existen puntos de vista contrapuestos, consideramos deberá modificarse dicho instrumento legal en un sentido más adecuado a las necesidades del momento.

6. CONCLUSIONES

1. Las características de las circulaciones ferroviaria y carretera imponen que en los pasos a nivel tenga la primera prioridad de paso sobre la segunda.

2. Salvo los cruces de escasa circulación, ello impone la obligación de protegerlos con barreras o sustituirlos con obras viales a desnivel.

3. La protección de los pasos a nivel y la construcción de pasos a desnivel es responsabilidad conjunta del ferrocarril y de la entidad vial (Art. 5º y 17º de la Ley Nº 2.873) en función de las normas que dicte el Poder Ejecutivo Nacional.

4. En la Región Metropolitana de Buenos Aires no pueden abrirse nuevos pasos a nivel sobre líneas de intensa circulación. Todo cruce nuevo será a desnivel (Resolución SETOP 7/81).

5. La responsabilidad económica de realización de pasos a desnivel recae casi totalmente en la comuna o entidad vial (Decreto Nº 903/74, artículos 6º y 7º).

6. Lo anterior no es equitativo, y de hecho ha trabado la realización de pasos a desnivel. El ferrocarril obtiene de ellos beneficios tales que justifican una contribución a las obras más allá de lo fijado por el Decreto Nº 903/74.

7. Si bien es defendible una interpretación flexible del Decreto Nº 903/74, que permite a la empresa ferroviaria efectuar tales contribuciones, es conveniente modificar el decreto en tal sentido.

Nuevas consideraciones para el proyecto de las mezclas asfálticas en caliente

Por el Ing. BORIS DORFMAN *

Primera parte del trabajo presentado a la XXIV[a] Reunión del Asfalto, realizada en Mar del Plata durante los días 11 al 14 de noviembre último, organizada por la Comisión Permanente del Asfalto.

I. INTRODUCCION

El comportamiento en servicio de las mezclas asfálticas en caliente depende de los cuatro aspectos fundamentales siguientes:

a) Pautas adoptadas en el proyecto de la mezcla asfáltica y condiciones inherentes a las mezclas (características de los materiales y mezclas, criterios de calidad, etc.).
b) Diseño estructural del pavimento.
c) Proceso constructivo.
d) Condiciones no inherentes a las mezclas asfálticas (tránsito, clima y deformabilidad estructural de las capas subyacentes).

De los aspectos enunciados se considera que el punto a) complementado con el d) constituye la etapa más relevante para el futuro desempeño de las capas asfálticas, razón por la cual será motivo de análisis en el presente trabajo.

En primer lugar debería diferenciarse el término "proyecto", referido a las mezclas asfálticas del más habitual, generalmente conocido como "dosificación" de la mezcla. Es práctica corriente referirse a la dosificación cuando se está haciendo alusión a la determinación de los porcentajes de cada uno de los componentes intervinientes en la formulación de la mezcla asfáltica. En cambio, el proyecto comprende un concepto más amplio que involucra tanto a la dosificación de los componentes como a las evaluaciones y análisis previos y posteriores a dicha dosificación, contemplando otros aspectos de no menor importancia, tales como: la elección del tipo y calidad de los materiales, las características del tránsito, las temperaturas ambientales o del pavimento, el espesor y tipo de capa asfáltica, el estado estructural del pavimento existente en los casos en que se debiera proyectar mezclas para integrar capas de refuerzo del mismo, la definición de las características límites de calidad a indicar en las especificaciones técnicas y la experiencia local sobre mezclas bajo similares condiciones de servicio.

En síntesis, para el proyecto de una mezcla asfáltica se deben establecer pautas, evaluar mezclas y procurar una fórmula óptima con las características más apropiadas a las condiciones reales existentes en el camino.

Existe abundante experiencia mediante la cual se demuestra que la mera dosificación de una mezcla y el cumplimiento de los requisitos de calidad, frecuentemente generalizados para todas las diferentes condiciones de materiales, tránsito y climas, no son etapas suficientes como para garantizar por sí solas un aceptable comportamiento en servicio de la capa asfáltica ni como material ni como elemento estructural del pavimento.

Resulta un concepto conocido que las propiedades tecnológicas esperadas de una mezcla asfáltica pueden ser muy diversas, tales como: estabilidad, flexibilidad, resistencia al deslizamiento, durabilidad, trabajabilidad, impermeabilidad y resistencia a la fatiga, sin embargo, muy difícilmente es posible proyectar una mezcla asfáltica que satisfaga plenamente todas estas propiedades pues algunas de ellas son materialmente contrapuestas; en cada caso específico la mayor o menor relevancia de una u otras depende de los diversos factores anteriormente indicados. Por lo tanto, en cada caso la metodología del proyecto deberá adecuarse a las distintas condiciones predominantes.

En el cuadro I se indican las deficiencias más frecuentemente producidas en las capas asfálticas en servicio, gran parte de las cuales pueden ser debidas a causas originadas en el proyecto de las mismas, en forma conjunta con las condiciones del tránsito, del clima imperante y las características propias de los materiales componentes de las mezclas.

El desprendimiento de los agregados pétreos de la carpeta asfáltica es causado por una débil adherencia del sistema agregado asfalto frente a la acción conjunta del agua y el tránsito, que depende de la limpieza y características mineralógicas de la superficie del árido; del contenido, tipo y consistencia del ligante bituminoso y del contenido de vacíos de la mezcla asfáltica compactada.

La capacidad de las mezclas para resistir los esfuerzos de corte sin deformaciones permanentes a altas temperaturas depende a constancia de las demás variables de su módulo de rigidez Sm (Stiffness), siendo a su vez función del contenido, tipo y susceptibiildad térmica del ligante, características y concentración volumétrica de los áridos, grado de densificación adoptado para el proyecto, la temperatura de la capa asfáltica y de la acción de las cargas del tránsito, en cuanto a su intensidad, frecuencia y velocidad media de circulación. La condición crítica para el comportamiento de las mezclas asfálticas con relación a este tipo de deficiencia corresponde cuando las cargas pesadas estáticas o lentas actúan a las más altas tempera-

* Dirección General de Ingeniería Vial - Dirección Nacional de Vialidad.

turas que pueden alcanzar las capas asfálticas.

La exudación y el endurecimiento prematuro del asfalto son deficiencias probablemente también debidas a criterios adoptados en el proyecto de la mezcla (contenido de asfalto, porcentaje de vacíos en la mezcla y grado de compactación adoptado para la dosificación de la mezcla).

De manera similar puede afirmarse con respecto a las fallas por fatiga de las capas asfálticas, evidenciadas por los clásicos fisuramientos en distinto grado o intensidad; descartando el carácter estructural del origen de estas deficiencias, la adopción de mezclas con módulos de rigidez incompatibles con el espesor de la capa asfáltica, las temperaturas de servicio y la rigidez estructural de las capas subyacentes, conducen a condiciones críticas para la flexibilidad y la resistencia a la fatiga de la mezcla, específicamente a bajas temperaturas, corto tiempo de aplicación de los esfuerzos y elevada deformabilidad del pavimento, evidenciada por altas deflexiones y bajos radios de curvatura.

Mediante esta introducción se pretende dar énfasis sobre la necesidad del proyectista de conocer los aspectos básicos y pautas más importantes que influyen en el comportamiento en servicio de las mezclas asfálticas, en base a las cuales con la aplicación de modernas tecnologías para su evaluación técnica y el correspondiente análisis económico comparativo pueda lograr una mezcla óptima para cada caso particular.

Como parte experimental del presente trabajo se ilustra con ejemplos sobre mezclas asfálticas empleadas en diversas rutas, siendo aparentemente adecuadas según los estudios de laboratorio y respondiendo a la vez a los requisitos de calidad especificados, no tuvieron el comportamiento esperado, en parte por no considerarse debidamente alguno de los aspectos siguientes: intensidad y frecuencia del tránsito, temperaturas máximas y mínimas del pavimento, características superficiales de los áridos en cuanto a su naturaleza mineralógica o limpieza, grado de cemento asfáltico, densificación adoptada para la dosificación de la mezcla, etc.

La finalidad de estas consideraciones tiene por objeto analizar y recomendar nuevas metodologías mediante las cuales no solo se actualizarían los criterios seguidos para el proyecto de mezcla sino que además se brindaría la posibilidad de evaluar las mezclas de manera más precisa y racional adecuando sus características mecánicas y volumétricas a las condiciones reales que comprometen su comportamiento durante su vida útil de servicio.

CUADRO I.- PRINCIPALES FALLAS Y DEGRADACIONES DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

FALLA O DEGRADACION	POSIBLES CAUSAS							
	TIPO U ORIGEN DEL ASFALTO	NATURALEZA DEL AGREGADO	PROYECTO DE LA MEZCLA	PRODUCCION O CONTROL DE LA MEZCLA	PROCESO CONSTRUCTIVO O CONTROL	FACTORES CLIMATICOS	TIPO DE TRANSITO	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
DEFORMACIONES (1)	X	X	X		X	X	X	X
FISURAMIENTOS Y AGRIETAMIENTOS (2)	X		X			X	X	X
DESPRENDIMIENTO DEL AGREGADO PETREO	X	X	X	X	X	X	X	
EXUDACION DE ASFALTO			X	X	X	X	X	
ENDURECIMIENTO DEL ASFALTO	X		X	X	X	X		
SEGREGACION DEL AGREGADO PETREO				X	X			

NOTAS: (1) AHUELLAMIENTOS, HUNDIMIENTOS, DESPLAZAMIENTOS, DESLIZAMIENTOS, ONDULACIONES
(2) "PIEL DE COCODRILO", BLOQUES, LONGITUDINALES, TRANSVERSALES, REFLEJADAS

Bajo estas premisas el trabajo trata sobre los siguientes aspectos fundamentales:

— Factores básicos para el proyecto de las mezclas asfálticas en caliente.
— Elección del grado de cemento asfáltico.
— Módulo de rigidez de las mezclas asfálticas y su relación con las deformaciones permanentes.
— Resistencia a la fatiga.

II. FACTORES BASICOS PARA EL PROYECTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

En el cuadro II se ilustra la metodología general delineada para el proyecto de las mezclas asfálticas donde se hallan incluidos los nuevos aspectos necesarios a contemplar a los efectos de permitirle al proyectista disponer de los elementos de juicio necesarios para la adopción de una determinada mezcla asfáltica.

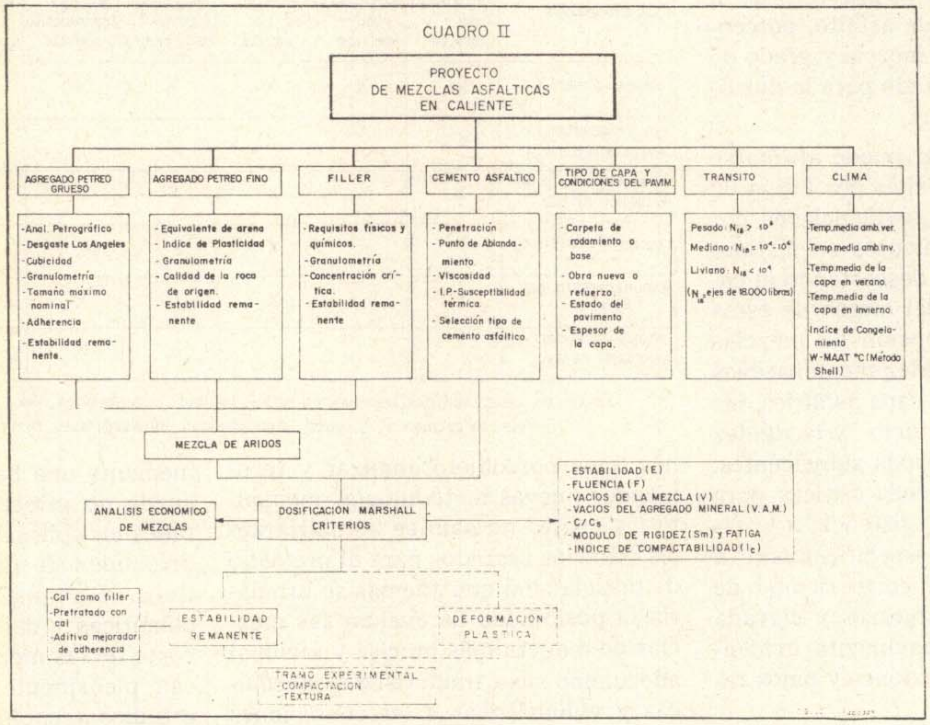
Consisten en condiciones, características y procedimientos los cuales mediante una base experimental adecuada no ofrecerían mayores dificultades en aplicarlos en el país, pues la diversidad de tipos de agregados pétreos, la amplia gama de condiciones climáticas y del tránsito y el elevado costo de las mezclas asfálticas justifican plenamente se intensifiquen los estudios tecnológicos de las mismas de la manera más completa y racional posible.

1. Tránsito

Diversos organismos viales de los EE.UU., Canadá y de Europa establecen tanto los criterios de calidad o requisitos límites de las características mecánicas y volumétricas de las mezclas, como el grado de compactación (número de golpes por cara de la probeta), según la técnica Marshall, de acuerdo a la categoría del tránsito, expresado mediante el número equivalente de pasadas de un eje normalizado (18.000 libras), 10 o 13 toneladas, etc.) correspondiente al período de diseño adoptado y clasificado.

Entre estas instituciones cabe citar a título de ejemplo el Instituto del Asfalto de los EE.UU. (1) y el Departamento de Carreteras de Ontario, Canadá (2) y (3), cuyas especificaciones establecen tres categorías del tránsito, expresadas por el número de ejes de 18.000 libras (80 KN) de acuerdo a los siguientes rangos de valores:

Tránsito Pesado:
igual o mayor de 1×10^6



Tránsito Mediano:
entre 1 x 10^4 y 1 x 10^6
Tránsito Liviano:
igual o menor de 1 x 10^4

De manera similar, las especificaciones de la Dirección General de Carreteras de España (4) clasifica al tránsito expresado por el número equivalente de ejes de 13 toneladas por trocha según los siguientes rangos:

Tránsito Pesado:
mayor de 4 x 10^6 (13 toneladas)

Tránsito Mediano:
entre 8 x 10^4 y 4 x 10^6 (13 toneladas)

Tránsito Liviano:
menor de 8 x 10^4 (13 toneladas)

Las características de calidad de las mezclas se establecen en función de las mencionadas categorías del tránsito:

	TRANSITO PESADO	TRANSITO MEDIANO	TRANSITO LIVIANO
Número de golpes	75	75	50
Estabilidad (kg)	1000	700	500
Fluencia cm)	0,20-0,35	0,20-0,35	0,20-0,40
Vacíos de la mezcla (%)			
Carpeta de rodamiento	3-5	3-5	3-5
Base intermedia	3-6	3-8	3-8
Base inferior	3-8	3-8	3-8
VAM mínimo (%) (según tamaño máximo normal del árido)	13-15	13-15	13-15

Criterios similares son adoptados por los organismos viales de diversos países. Estos criterios permiten definir en forma más precisa y normalizada la apreciación subjetiva de cuándo el tránsito es pesado, mediano o liviano. A título de orientación se propone para nuestro medio las siguientes categorías del tránsito, expresados por el número equivalente de ejes de 10 toneladas, que por trocha solicitarán al pavimento durante el período de diseño:

Tránsito Pesado:
igual o mayor de 1 x 10^6

Tránsito Mediano:
entre 1 x 10^4 – 1 x 10^6

Tránsito Liviano:
igual o menor de 1 x 10^4

Otro aspecto a considerar, cuando corresponde, es el relacionado con el

tiempo de aplicación de las cargas conociendo la velocidad normal de los vehículos pesados debido a que el módulo de rigidez de la mezcla asfáltica es función de dicho parámetro a igualdad de las demás variables que intervienen en su determinación. Lo expresado se evidenciará oportunamente mediante un ejemplo numérico utilizando los datos de una mezcla de carpeta asfáltica construida en una zona topográficamente ondulada y de altas temperaturas ambientes; por el hecho más relevante entre otros de haber utilizado un asfalto de penetración (70-100) y cumpliendo la mezcla los requisitos de calidad y densidad especificados, en tránsito pesado y lento produjo un acentuado ahuellamiento en la trocha de ascenso en las secciones con pendiente.

Este hecho explica el motivo por el cual McLeod (2) y (3) propone determinar el módulo de rigidez de la mezcla asfáltica a la temperatura máxima media de la capa asfáltica en el verano y para un tiempo de aplicación del esfuerzo del orden de 0,01 segundo.

Dicho módulo debería superar un valor mínimo estimativo recomendado por el citado autor, basándose en una extensa información experimental, a los efectos de minimizar las deformaciones permanentes de la mezcla asfáltica bajo esas específicas condiciones de servicio.

Como síntesis de lo expuesto, se considera de utilidad para diversos fines definir y normalizar la clasificación del tránsito en categorías de Pesado, Mediano y Liviano, expresadas cada una de ellas mediante su correspondiente rango del número equivalente de pasadas por trocha de un eje tipo que solicitaron al pavimento durante su período de diseño previsto.

2. Condiciones climáticas

Existe abundante bibliografía (5) relacionada con la influencia de las condiciones climáticas en el comportamiento de las mezclas asfálticas y de los materiales que las componen, particularmente con la acción de la temperatura y su variación diaria y estacional sobre las propiedades de las mezclas tales como: la Estabilidad, Flexibilidad, Durabilidad y la Resistencia a la Fatiga.

El método Shell 78 (6) indica la metodología a seguir en el diseño de los pavimentos flexibles haciendo especial referencia a la determinación mediante nomogramas o por vía experimental de la variación del módulo de rigidez en función de la temperatura de la mezcla, y para el cálculo de la temperatura media anual ponderada (W-MAAT) como parámetros fundamentales tanto para la adopción de las curvas de diseño del pavimento como para la estimación de la deformación total probable de las capas asfálticas a producirse durante su vida de servicio.

McLeod (2) y (3) propone una racional, práctica y sencilla metodología para la elección del grado de cemento asfáltico a utilizar en la mezcla basada en las temperaturas mínimas y máximas medias del pavimento en invierno y verano respectivamente y la categoría del tránsito.

En particular, para regiones de climas fríos, el citado autor (3) sugiere utilizar el Indice de Congelamiento (F.I.) para determinar, en base a un análisis de correlación, las temperaturas mínimas y máximas medias en el centro de la capa asfáltica como parte de un procedimiento para seleccionar el tipo de cemento asfáltico más adecuado para satisfacer los requerimientos que imponen las dos situaciones extremas de temperaturas que predominan en Canadá. Es decir, los asfaltos deben ser suficientemente blandos a bajas temperaturas como para evitar el fisuramiento transversal por contracción térmica, y a la vez tener una consistencia adecuada a altas temperaturas como para reducir a un mínimo admisible las deformaciones plásticas por la acción del tránsito. No obstante, la metodología propuesta puede ser aplicable también a regiones de climas templados y cálidos, como se ampliará oportunamente con más detalle.

Las normas técnicas españolas (4) establecen el grado del cemento asfáltico en función de la temperatura media anual ambiental, de la categoría del tránsito y el tipo de capa asfáltica.

Como síntesis de lo expresado resulta de significativo valor disponer de los datos correspondientes a las temperaturas medias extremas de la región del proyecto o si es factible de obtenerlas, las temperaturas de los pavimentos asfálticos bajo esas condiciones ambientales.

3. Consideraciones complementarias

El espesor y el tipo de capa asfáltica son otros aspectos necesarios a considerar a los efectos de seleccionar el tipo de granulometría y el Tamaño Máximo Normal de la mezcla de áridos a utilizar.

Las normas españolas (4) establecen dicho tamaño en función del espesor de la capa asfáltica, definiendo al TMN como la abertura del tamiz que pueda permitir pasar como máximo el 95% de la mezcla de áridos, siendo los valores recomendados los siguientes:

ESPESOR DE LA OBRA	TMN
mayor de 6 cm	25 mm
entre 4 y 6 cm	20 mm
menor de 4 cm	12 mm

Por otra parte, el Instituto del Asfalto de los EE.UU. recomienda que el TMN del árido no debe superar el 0,5 del espesor de la capa.

La adopción de un TMN determinado en función del espesor de la capa asfáltica implica diversas ventajas, entre las que pueden citarse: la reducción del contenido óptimo de asfalto cuanto mayor es dicha dimensión, la formación de una fuerte estructura granular, la influencia sobre el módulo de rigidez de la mezcla en función de la concentración volumétrica del árido, pues se halla regulado por los valores de VAM y por último a mayor tamaño máximo del agregado menor costo de producción.

Otro factor importante sin dejar de contemplar en el proyecto de las mezclas asfálticas se refiere a la deformabilidad estructural de las capas subyacentes al revestimiento bituminoso, especialmente en los casos de refuerzo de pavimentos, reflejada por las deflexiones y los radios de curvatura, valores ambos, como ya se ha señalado, que influyen marcadamente, conjuntamente con la temperatura, en las propiedades de la flexibilidad y resistencia a la fatiga de las mezclas, aspecto particularmente importante cuando por razones esencialmente económicas no es posible construir capas asfálticas de refuerzo con el espesor suficiente como para lograr la reducción de la deformabilidad del pavimento a los valores admisibles, de acuerdo al tránsito previsto.

III. ELECCION DEL GRADO DE CEMENTO ASFALTICO

Este aspecto ha sido motivo de inquietud de distintas instituciones y técnicos viales y la información bibliográfica disponible no es abundante en razón de hallarse solo en ella recomendaciones de carácter experimental y válidas para las condiciones locales de cada país o región.

Sin embargo, casi todas ellas están fundamentadas en los dos aspectos más importantes que regulan la adopción de un determinado grado de cemento asfáltico tales como el clima y el tránsito.

Recientemente McLeod (2) y (3) ha presentado un interesante y completo estudio mediante el cual propone las bases de un criterio más racional para la elección del tipo o grado de cemento asfáltico más adecuado para cada circunstancia particular. El trabajo es fruto de una exhaustiva evaluación del comportamiento en servicio de los asfaltos de muy diversas características utilizadas en los EE.UU. y Canadá y bajo temperaturas extremadamente rigurosas y de un análisis de los resultados de los ensayos correspondientes a 300 muestras de los cementos asfálticos frecuentemente producidos en los citados países de América del Norte.

La información básica sobre la cual se halla elaborada la metodología propuesta por McLeod consiste en los datos siguientes:

- Temperaturas máxima y mínima medias de la capa asfáltica en el verano y en el invierno respectivamente.

- Categoría del tránsito: clasificado en Pesado, Mediano y Liviano, según los rangos de valores anteriormente indicados.

- Espesor de la capa asfáltica y espesores de las capas superiores si se trata de una mezcla destinada a conformar una capa de base.

- Susceptibilidad térmica del asfalto, expresado por el número PVN (Pen-Vis Number) representando por analogía un tipo de índice de penetración determinado en este caso con los valores de la penetración a 25°C y la viscosidad cinemática a 135°C. Este número difiere escasamente del Indice de Pfeiffer y Van Doornal determinado originariamente mediante la penetración a 25°C y el Punto de Ablandamiento y posteriormente reemplazado este último valor por la temperatura a la cual la penetración del asfalto es 800, utilizándose para tal determinación los procedimientos indicados por Agnusdei (7).

En consecuencia, para asfaltos normales podría utilizarse indistintamente el valor de I_p o del PVN de McLeod como expresiones de la susceptibilidad térmica.

A igualdad de los demás parámetros, la variación del módulo de rigidez (Sb) del asfalto en función de la temperatura se halla directamente relacionada con su susceptibilidad térmica, en consecuencia los asfaltos de elevada susceptibilidad térmica (–1 a –1,5) pueden resultar muy rígidos a bajas temperaturas incrementando pronunciadamente su módulo de rigidez (Sb) y su rotura será del tipo frágil. En cambio a altas temperaturas su módulo decrece con igual tendencia facilitándose, comparativamente con otros asfaltos de menor susceptibilidad térmica, las operaciones de mezclado y compactación de las mezclas por la reducción de las respectivas temperaturas para determinados valores de viscosidad, sin embargo en climas templados y cálidos de elevadas temperaturas ambientales esta característica puede ser negativa por el descenso brusco de su módulo de rigidez, reduciendo su capacidad de resistir sin deformaciones permanentes la acción de las cargas pesadas y lentas.

En los asfaltos de susceptibilidad media (–0,5 a –1) y baja (0 a –0,5) estos fenómenos negativos conferidos por el asfalto a la mezcla se reducen significativamente a elevadas y bajas temperaturas resultando más adecuados para tránsitos pesados; según Mc Leod los asfaltos con valores de PVN comprendidos entre –0,5 a 0; en cambio para tránsito mediano serían más aconsejables los asfaltos con mediana susceptibilidad térmica (PVN entre –1 y –0,5). A altas temperaturas cuanto mayor resulta el valor de PVN más elevado será el valor del módulo de rigidez de la mezcla asfáltica.

La metodología propuesta por el citado autor para la elección del grado o tipo de ligante se fundamenta en dos requisitos esenciales que debe reunir el cemento asfáltico para conferir la

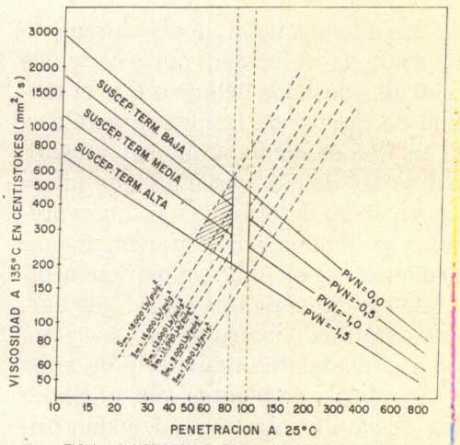


FIG. 1 - ILUSTRANDO PARA UN RANGO DE PENETRACION CONSTANTE (80-100) EL S_M DE LA MEZCLA VARIA SEGUN EL VALOR DEL PVN (Susceptibilidad térmica)

mezcla un aceptable comportamiento:

— Evitar a bajas temperaturas el fisuramiento transversal por contracción térmica (válido para regiones de climas fríos con F.I. superiores a 100°F/día).

— Mantener a altas temperaturas un módulo de rigidez (Sb), suficiente para una determinada categoría del tránsito, capaz de conferir a la mezcla la estabilidad mínima necesaria como para evitar deformaciones permanentes, reflejadas en los conocidos ahuellamientos y/o desplazamientos de la capa asfáltica.

En otros términos, cuanto más blandos debieran ser los asfaltos en épocas frías, más comprometida sería su estabilidad en períodos de mayores temperaturas.

La figura 1 constituye una simple y conceptual ilustración de lo expresado de como puede comportarse el ligante bituminoso cuando se lo identifica solo por su penetración sin contemplar la susceptibilidad térmica del mismo, expresada por los valores de I_p o PVN. El ejemplo supone que ha sido especificado un cemento asfáltico (80-100) para una mezcla de carpeta de rodamiento destinada a soportar un tránsito pesado con una temperatura máxima de 60°C a una profundidad de 5 centímetros. El área recuadrada de la figura 1 permite inferir que al especificar un asfalto meramente en base a solo su penetración, el proyectista podrá lograr mezclas con módulos de rigidez (Sm) variables entre 7.000 y 18.000 Lbs/pulg², para una Concentración Volumen (CV) igual a 0,88, tiempo de aplicación de la carga de 0,01 segundo y para valores de PVN variables entre 0 y –1,5, de acuerdo a

los rangos de valores siguientes:

PVN	Módulo de Rigidez de la mezcla (Lbs/pulg²)
0,0/–0,5	11.000-18.000
–0,5/–1	9.000-15.000
–1 /–1,5	7.000-12.000

Evidentemente una mezcla que a 60°C desarrolla un módulo de rigidez (Sm) de solo 7.000 Lbs/pulg² es apreciablemente menos resistente a la deformación plástica con relación a aquella que logra alcanzar un módulo de rigidez de 18.000 Lbs/pulg² bajo idénticas condiciones de tránsito y temperatura.

No son hechos aislados, según señala McLeod, que capas asfálticas construidas con asfaltos de una determinada graduación hayan experimentado deformaciones permanentes debido a su reducida estabilidad a altas temperaturas originada por la elevada susceptibilidad térmica de los asfaltos incompatibles para la categoría del tránsito, en razón de considerarse generalmente que una estabilidad adecuada podría lograrse por el solo hecho de especificar un determinado rango de penetración del asfalto.

Agnusdei (7) muestra valores de Estabilidad Marshall de mezclas elaboradas con asfaltos de la misma penetración con diferentes viscosidades a 60°C. En este caso la estabilidad se reduce al 75% cuando la viscosidad disminuye al 44%.

Por otra parte, el área rayada de la figura 1 indica la penetración de los asfaltos capaces de desarrollar módulos de rigidez (Sm) comprendidos, p. e., entre 13.500 y 18.000 Lbs/pulg² a 60°C, bajo tránsito pesado y rápido. Según resulta el valor de PVN o I_p estos ligantes son los siguientes:

PVN o I_p	Penetración a 25°C
0	80-100
–0,5	70-86
–1	60-76
–1,5	50-65

En consecuencia, para lograr un determinado nivel del módulo de rigidez de la mezcla, a mayor susceptibilidad térmica corresponde un menor valor de la penetración del asfalto.

Como síntesis de estos conceptos se considera de interés práctico que el proyectista le otorgue el grado de importancia que corresponde a la susceptibilidad térmica de los asfaltos, arbitrando los medios necesarios para su determinación mediante los procedimientos oportunamente expuestos (penetraciones a diferentes temperaturas, viscosidad a 60°C o a 135°C). Estos ensayos correspondería realizarlos después de haber sometido el ligante al ensayo de Pérdida en Película Delgada o con el asfalto recuperado de la mezcla tal como aconseja el método Shell 78. De los análisis realizados por McLeod (2) se infiere que los valores de PVN corresponden a ensayos de Penetración a 25°C y Viscosidad a 135°C realizados sobre muestras de cemento asfáltico original.

El citado autor fundamenta los motivos que lo impulsaron a utilizar el índice PVN en lugar del Indice de Penetración, obtenido con un completo análisis de correlación realizado con los resultados de los ensayos de numerosas muestras de asfaltos normales, esencialmente no parafínicos producidos mediante la destilación conservativa al vapor y vacío de una gran variedad de crudos de diferentes procedencias dentro de los EE.UU.

Estos resultados fueron publicados en los años 1959/60 por el Federal Highway Administration y corresponden a un extenso registro de datos de ensayos de más de 300 muestras de asfalto, conteniendo básicamente los valores de los ensayos de Penetración a 25°C, Punto de Ablandamiento y los de viscosidad a 135°C. A los efectos de incluir el mayor rango posible del I_p de las citadas muestras fueron seleccionados los asfaltos con valores de dicho índice iguales a 0,0 y –1,5, determinados con la Penetración y el Punto de Ablandamiento.

McLeod relaciona los valores de la penetración a 25°C y viscosidad a 135°C de los asfaltos poseedores de los citados valores de I_p y obtiene el gráfico de la figura 2, pero denominado con PVN al índice representativo de la susceptibilidad térmica. Dicho número difiere muy escasamente del Indice de Penetración de Pfeiffer y Van Doormal para asfaltos de origen y forma de producción normales.

Sobre la base de estos análisis modifica los nomogramas de Pfeiffer y Van Doormal para el cálculo de la temperatura de referencia conociendo la penetración y el PVN, tal como se ilustra en la figura 3. Además realiza

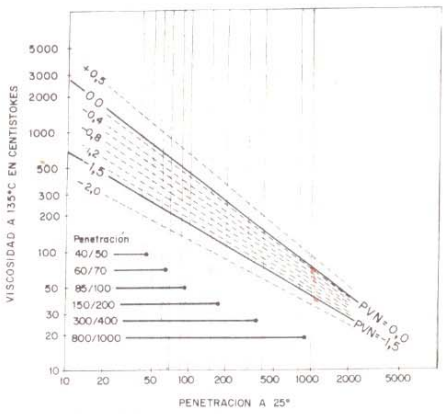


FIG.2 - ABACO PARA DETERMINAR VALORES APROXIMADOS DE PVN DE CEMENTOS ASFALTICOS

un reajuste del nomograma de Van der Poel en el cual en lugar de considerar el T800 o el Punto de Ablandamiento como temperaturas de referencia utiliza la temperatura obtenida de la figura 3 adicionándole la temperatura a la cual se efectuó el ensayo de Penetración, reemplazando en la escala correspondiente los valores de I_p por los del número PVN.

No obstante, estas ligeras modificaciones no impiden que pueda ser utilizado el nomograma de Van der Poel tal como fuera incorporado al método Shell 78 en el caso de emplearse asfaltos normales.

McLeod justifica la utilización de los valores de Penetración a 25°C y de viscosidad a 135°C para la determinación del PVN en razón de ser ensayos de rutina realizados normalmente para el control de cada partida de asfalto.

Es decir, los criterios o hipótesis so-

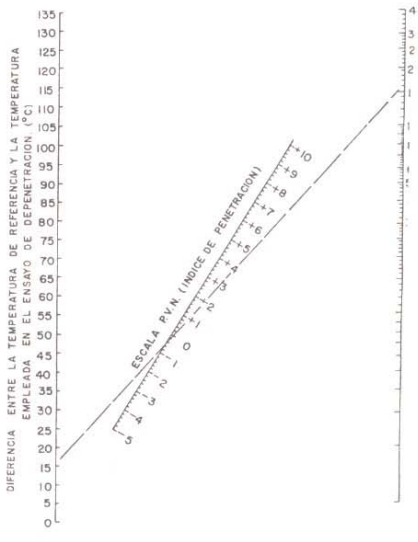


FIGURA 3 - RELACION ENTRE PENETRACION, P.V.N. Y TEMPERATURA DE REFERENCIA PARA CEMENTOS ASFALTICOS.

bre los cuales se fundamenta la metodología propuesta por McLeod no se modifican tomando el valor de I_p en lugar de PVN, ni aún cambiando el tiempo de aplicación del esfuerzo a 0,02 segundos (Shell 78) a los efectos de determinar los módulos de rigidez del ligante (Sb) y de la mezcla asfáltica (Sm) a la temperatura máxima media posible de alcanzar por la capa asfáltica.

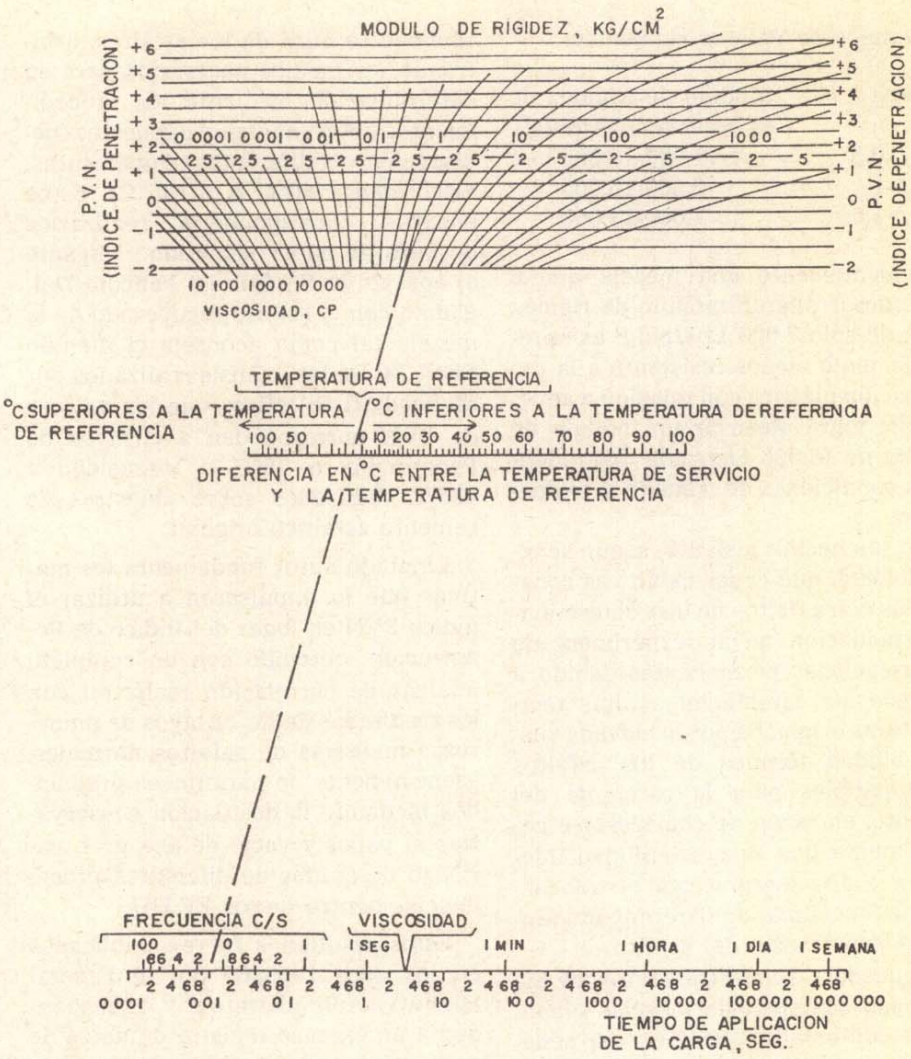


FIGURA 4.- MODIFICACION SUGERIDA DEL ABACO DE VAN DER POEL PARA LA DETERMINACION DEL MODULO DE RIGIDEZ DE CEMENTOS ASFALTICOS.

Procedimiento del método de McLeod para seleccionar el grado de cemento asfáltico

1. Es preciso disponer de la información básica siguiente:

a) Temperaturas mínimas y máximas medias en el centro del espesor de la capa asfáltica correspondiente a las épocas de invierno y verano respectivamente.
b) Valor del PVN (o del I_p) del cemento asfáltico.
c) Categoría del tránsito: Pesado, Mediano o Liviano, según el número equivalente de ejes de 18.000 libras que se prevé solicitará a la mezcla durante su período de servicio.
d) Espesor de la capa asfáltica y espesores de las capas superiores si se trata de una mezcla asfáltica destinada a una capa de base.

Siendo especialmente válido este procedimiento para regiones de climas fríos, McLeod (3) incluye en su trabajo dos tablas conteniendo los valores de las temperaturas máximas y mínimas en el centro de la capa asfáltica, conociendo el Indice de Congelamiento, expresado en Grado Fareinheit/día correspondiente a la zona del proyecto y la profundidad al nivel medio de la capa asfáltica.

Para otras condiciones climáticas, es decir, para regiones templadas y cálidas, si no se dispone de las posibles temperaturas máximas del pavimento, las mismas podrían estimarse y con cierta reserva mediante el gráfico RT incluido en el método Shell 78, entrando con la temperatura máxima media ambiente, determinada por el valor medio de los mismos valores mensuales de diciembre, enero, febrero y marzo, y el espesor de la mezcla asfáltica. Debe señalarse que el citado gráfico fue construido para las condiciones climáticas de Holanda y Gran Bretaña, razón por la cual su aplicabilidad a otras regiones debe tomarse con cierta precaución.

2. Se utiliza el gráfico de la figura 5 entrando con la temperatura mínima media de la capa asfáltica (regiones de climas fríos) y se intercepta horizontalmente a la curva correspondiente al valor de PVN o I_p del asfalto, a partir de cuya intercepción se procede verticalmente determinándose en el eje de abcisas la penetración a 25°C mínima del cemento asfáltico a utilizar.

3. Mediante los valores de la penetración mínima del asfalto y del PVN o I_p se obtiene del gráfico de la figura 2 el correspondiente valor máximo de la viscosidad del asfalto a 135°C.

Las dos últimas determinaciones a establecer los valores límites del ligante capaz de cumplir el primer requisito relativo a su comportamiento a las más bajas temperaturas de servicio, es decir, debe tener una consistencia tal que impida o disminuya el fisuramiento transversal por contracción de carácter térmico.

Cabe señalar que el gráfico de la figura 5 fue construido en base a las conclusiones obtenidas de un extenso seguimiento del comportamiento de tramos experimentales y de obras donde fueron utilizados diversos tipos de asfaltos cuya variable fundamental fue la susceptibilidad térmica del ligante.

4. El grado de asfalto determinado en 2 y 3 debería a su vez conferir a la mezcla el módulo de rigidez (Sm) mínimo a la temperatura máxima media del verano, según la categoría del tránsito previsto (requisito 2).

De acuerdo a las experiencias obtenidas en las regiones de climas templados y cálidos, según McLeod, las deformaciones permanentes de las capas asfálticas se reducen a valores tolerables cuando las mezclas alcanza-

rían a altas temperaturas de servicio, valores del módulo de rigidez (Sm), expresado en libras por pulgada cuadrada, del orden de 10 veces las Estabilidades Marshall mínimas en libras, especificadas con relación al tipo de tránsito, por el Departamento de Caminos de Ontario, Canadá.

Tránsito	Estabilidad Marshall mínima a 60°C (Libras)	Módulo de rigidez mínimo a la temperatura máxima del pavimento (Lbs/pulg²)
PESADO	2.000	20.000
MEDIANO	1.500	15.000
LIVIANO	1.000	10.000

A los efectos de la determinación del módulo de rigidez (Sm) de la mezcla asfáltica se deberá utilizar los nomogramas de Van der Poel y Heckelom y Klomp de acuerdo a las indicaciones siguientes:

a) Si se toman los valores de PVN y de penetración, determinada en 2., debería utilizarse el nomograma de la figura 3 a los efectos de determinar la temperatura de referencia, adicionándole al valor obtenido la temperatura del ensayo de penetración (25 C). En cambio, si se emplearan dos valors del I_p y del T800 debiera utilizarse directamente el nomograma de Van der Poel incluido en el método Shell 78.

b) Con los valores de aplicación del esfuerzo de p. e. 0,01 segundo, que corresponde a una velocidad de 100 km/h, la diferencia entre la temperatura de referencia determinada en a) y la temperatura de la capa asfáltica, y el PVN del asfalto, se entra al nomograma de Van der Poel modificado, ilustrado en la figura 4, se determina el módulo de rigidez (Sb) del ligante expresado en kilogramos por centímetro cuadrado.

No obstante, un valor similar de Sb, expresado en N/m^2 puede obtenerse utilizando el nomograma de Van der Poel (Shell 78) entrando con los valores del tiempo de aplicación de la carga de 0,02 segundo, la diferencia de temperatura entre la correspondiente al T800 y la del pavimento y el de I_p, tal como lo indica Agnusdei (7).

La equivalencia de unidades es:

$$1\ N/m^2 = 1{,}45 \times 10^{-4}\ Lbs/pulg^2 = 1{,}02 \times 10^{-5}\ kg/cm^2$$

c) Finalmente, con los valores de Sb, expresados en libras por pulgada cuadrada, y la Concentración en Volumen (Cv) del agregado pétreo, se determina mediante el nomograma de Van der Poel, Heukelom y Klomp (9) de la figura 6, el módulo de rigidez (Sm) de la mezcla asfáltica, expresado en las unidades de Sb.

Como el citado nomograma fue desarrollado para mezclas con 3% de vacíos de aire, la concentración en Volumen Cv debe responder a la siguiente expresión:

$$Cv = \frac{100 - VAM}{100 - V}$$

Sin embargo, si la mezcla asfáltica posee un contenido de vacíos superior al 3% se propone utilizar el Cv corregido de acuerdo a la expresión de Draat y Sommer (8:)

$$Cv_{corr} = \frac{100 \times Cv}{100 + (V - 3)}$$

siendo V los vacíos reales de la mezcla asfáltica.

Ejemplo:

El siguiente ejemplo ilustra la metodología de McLeod válida tanto para carpetas de rodamiento como para bases asfálticas:

1. Datos.

— Indice de Congelamiento: 1.500°F/día

— Cemento asfáltico: PVN = −0,2

— Tránsito: pesado

— Espesor de la carpeta: 3 pulgadas

De acuerdo a las tablas 1 y 2 de (3) para un Indice de Congelamiento igual a 1.500°F/día y un espesor de 1 1/2 pulgada (centro de la capa) corresponden las siguientes temperaturas del pavimento:

— Temperatura mínima media ti = = −27°C

— Temperatura máxima media tv = = 46,1°C

2. Con el valor de ti = −27°C y de PVN = −0,2 se determina en la figura 5 el valor mínimo de la penetración a 25°C del asfalto igual a 165.

3. Se lleva este valor de la penetración mínima con el PVN igual a −0,2 al gráfico de la figura 2 y se determina la viscosidad máxima del asfalto a 135°C, resultando igual a 280 centistokes.

Esta primera parte constituye la respuesta relacionada con el grado necesario del cemento asfáltico capaz de evitar o reducir en gran medida el fisuramiento transversal por contracción térmica de la capa asfáltica a bajas temperaturas.

(Continúa en el próximo número)

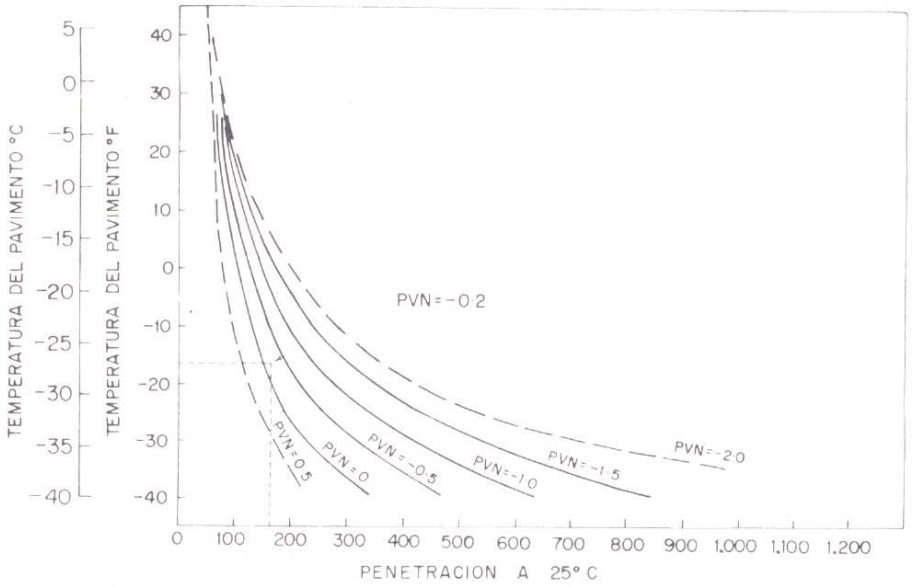
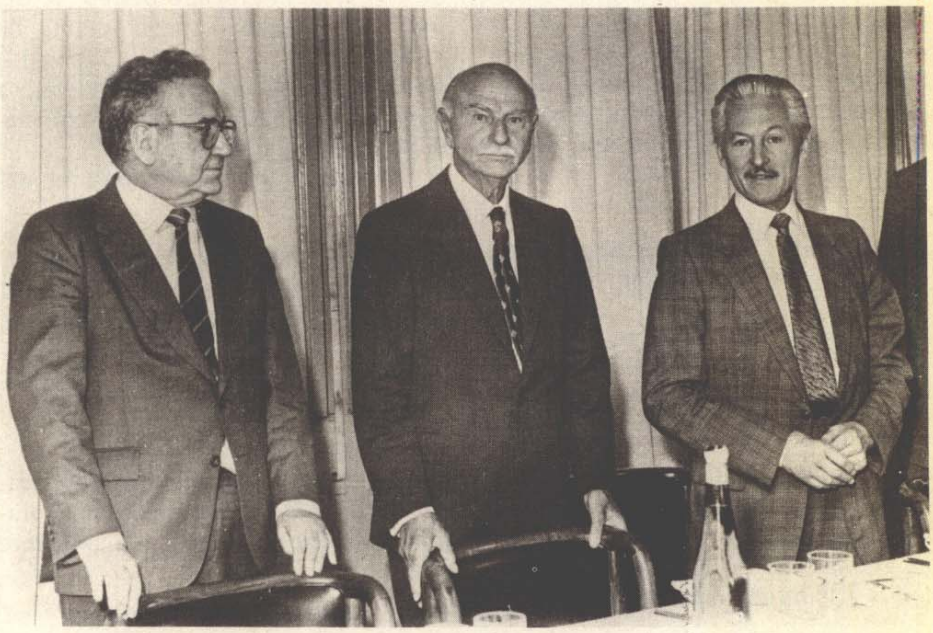


FIG 5 - RELACION ENTRE LA TEMPERATURA MINIMA MEDIA DE LA CAPA ASFALTICA EN INVIERNO Y LA PENETRACION MINIMA DEL ASFALTO A 25°C PARA EVITAR EL FISURAMIENTO TRANSVERSAL DEL PAVIMENTO DEBIDO A BAJAS TEMPERATURAS (< 0°C)

VISITA DE PROFESIONALES ESPAÑOLES

Con motivo de la visita realizada a nuestro país por profesionales españoles de acuerdo con el convenio de Intercambio Científico y Tecnológico establecido con España y aprobado por Ley 20.182, la Asociación Argentina de Carreteras en conjunto con la Dirección Nacional de Vialidad y el Centro Argentino de Ingenieros llevó a cabo el 2 de abril último en los salones de esta última entidad una mesa redonda con la participación de estos profesionales. Además, la Junta Ejecutiva de nuestra Asociación agasajó con un almuerzo a esta delegación, en cuya oportunidad nuestro Presidente, el Ing. José M. Raggio, expresó:



Los Ings. Enrique Balaguer Camphuis, José M. Raggio y Saúl P. Martínez antes de comenzar el almuerzo.

Amigos:

Sólo una palabra de mutua presentación.

Nos acompaña hoy una singular delegación de ingenieros españoles que han volcado generosamente su sapiencia en valiosas conferencias celebradas en estos días, las que han sido oídas con gran interés por los técnicos argentinos.

Preside esta delegación una persona de singular relevancia en el ámbito español y mundial. Se trata del Ing. Enrique Balaguer Camphuis, que resume en su persona diversas funciones que hablan bien alto de su destacada personalidad; es Presidente del comité español de la AIPCR –Asociación Internacional Permanente de Congresos de la Ruta– y Presidente de la PIARC –Permanent International Association of Road Congresses–, además es Director General de Carreteras de España –equivalente a nuestra Dirección Nacional de Vialidad– y Presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos –equivalente a nuestro Centro Argentino de Ingenieros–. La delegación que le acompaña, aquí presente, está constituida por: Ing. Carlos Kraemer (Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid, España); Ing. Alessandro Roccio (Jefe del Area de Tecnología de la Dirección General de Carreteras, España); Ing. Fermín Molina (Jefe del Servicio de Apoyo Técnico y Demarcación de Carreteras del Estado de Aragón, España); Ing. Roberto Alberola (Jefe de Demarcación de Carreteras del Estado de Madrid, España); Ing. Mariano Gullon (Jefe del Servicio de Programación de la Dirección General de Carreteras, España); Ing. Fernando Luis Feliú (Jefe de Gabinete Técnico).

Nos honran con su presencia: el Sr. Administrador General de la Dirección Nacional de Vialidad, Ing. Saúl P. Martínez; el Vicepresidente de la Cámara Argentina de la Construcción, Ing. Roberto Servente; el Subadministrador General de la Dirección Nacional de Vialidad, Ing. Cándido A. Loncharich Franich; miembros de la Dirección Nacional de Vialidad y de nuestra Junta Ejecutiva.

SE MODIFICARA PARTE DEL TRAZADO DE LA RUTA 2

Entre la Dirección Nacional de Vialidad y el Gobierno de la provincia de Buenos Aires se acordó modificar el trazado de la ruta 2 en jurisdicción de los partidos de Castelli y Dolores, lo que significará una inversión aproximada de 10 millones de australes que serán aportados por la Nación y la provincia en un 70 y un 30%, respectivamente.

El tramo será elevado y se construirán dos nuevos puentes sobre los canales 9 y A con el fin de encarar definitivamente la defensa de la ciudad de Dolores, castigada por las inundaciones de los dos últimos años.

COMENZO LA REPAVIMENTACION DE LA AVENIDA GENERAL PAZ

La Dirección Nacional de Vialidad ha comenzado en marzo último la reparación de las calzadas de la Avenida General Paz en todo su recorrido, ensanchando las mismas en 0,60 m de ancho, se sellarán grietas y juntas, se construirán nuevas banquinas y se realizarán obras para mejorar los desagües.

Las obras están a cargo de la empresa Balpala S.A. y está prevista su finalización para fines de setiembre venidero.

CUARTO CONGRESO IBERO-LATINOAMERICANO DEL ASFALTO

Entre el 8 y el 13 de noviembre venidero se llevará a cabo en México el 4º Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto.

El Secretario Permanente de estos Congresos es el Presidente de la Comisión Permanente del Asfalto de nuestro país, Dr. Jorge O. Agnusdei, entidad a la que se puede solicitar mayor información sobre este Congreso.

VIALIDAD EN EL MUNDO
ACTUALIDAD INFORMATIVA

• DE EUROPA

¿CUANTO CUESTA LA CONSTRUCCION DE UNA AUTOPISTA?

El automovilista que a veces se interroga, principalmente cuando llega a un puesto de peaje: "será costosa la construcción de una autopista?", podrá responderse: "sí, lo es...". La seguridad del recorrido, el confort del conductor, todo se paga. Y a aquel que se pregunta: "¿cuánto?", el Boletín de las Autopistas Francesas le responde: como promedio, en campo raso y sobre terrenos fáciles, el precio de costo de la construcción rodea los 20 millones de francos por kilómetro (cotización marzo 1987: 5,1 millones de australes).

Pero este precio puede multiplicarse por siete y a veces por quince, cuando la construcción se realiza en sitios azarosos. Un kilómetro de viaducto cuesta siete veecs más caro; un kilómetro de túnel quince veces más caro. Un buen ejemplo está dado por la construcción en curso de la Autopista A40 Macon - Ginebra, en razón de la dificultad progresiva de los trabajos.

— sobre 21 km entre Replonges (Macon) y Bourg-Norte, el precio estimado es de 22,6 millones de francos por km;

— en los 9 km de la sección Bourg-Sur a Pont d'Ain, el precio es de 27,4 millones por km;

— en los 26 km entre Ambérieu y Saint-Martin, el precio es de 31,8 millones por km;

— sobre los 7 km de Saint-Martin a Sylans, el precio es de 171 millones por km (44 millones de australes);

— sobre los 12 km entre Sylans y Chatillon-de-Michaille, el precio es de 130,5 millones de francos.

Se puede entender que esta autopista entra dentro de la categoría de "autopista de montaña", que se corresponde con las más costosas. Por otra parte, el tramo más caro, entre Saint-Martin y Sylans, un largo túnel seguido de un largo viaducto, no es por ahora más que una calzada bidireccional; cuando en una segunda fase de construcción se llegue a su dimensión normal y se doble el "tubo" del túnel, el costo de la sección probablemente sea de 275 millones por km.

El precio total de la Autopista A40 en los 96 km concedidos a la Sociedad de las Autopistas de Paris-Rhin-Rhone, en valores de 1986, corresponde a un monto de 4.960 millones de francos; sus dificultades significan un precio de 52 millones por km. En cambio, la autopista en construcción A31 Bourges-Clermont-Ferrand costará 3.840 millones por 182 km; es decir, 21 millones de francos por km (5,35 millones de australes).

LA EXTENSION DE LA RED EUROPEA DE AUTOPISTAS DE PEAJE

Sobre 13.757 km de autopistas de enlace por peaje, 4.600 han sido construidos en Francia y 5.120 en Italia. Pero si se suman la red de concesiones y peaje a la red de autopistas construidas y mantenidas por el Estado, Francia supera a Italia con 6.500 km en servicio contra 5.950 km de la península.

Países	En servicio Km	En construcción Km	En proyecto Km	Total Km
AUSTRIA	309,8	138,2	60,8	508,8
ESPAÑA	1.821,8	7,0	198,3	2.027,1
FRANCIA	4.599,1	315,0	683,7	5.597,8
	6.500,0 (todas las redes)			
GRECIA	863,0	51,0	78,0	992,0
ITALIA	5.120,7	197,7	554,9	5.873,3
	5.950,0 (todas las redes)			
PORTUGAL	157,9	38,3	212,8	409,0
YUGOSLAVIA	881,5	47,5	1.017,0	1.946,0
Totales	13.753,8	794,7	2.805,5	17.354,0

NUEVO PROGRAMA QUINQUENAL ITALIANO PARA LA CONSTRUCCION DE AUTOPISTAS

La Societá Autostrade IRI, controlada por la sociedad holding nacional italiano IRI (Istituto per la Ricostruzione Industriale), ha anunciado un nuevo programa de inversiones con ocasión del 30° aniversario de su fundación. Este programa quinquenal completa el programa de autopistas anunciado en 1983 que estimaba una inversión del orden de 20.000 millones de liras para el período 1987-1992. En el Plan Quinquenal figuran la construcción de 176 km de autopistas nuevas, el agregado de una tercera vía en 635 km de autopistas así como los trabajos de modernización y acondicionamiento en otros 123 km. La Societá Autostrade IRI controla el 49% de la red italiana, que cubre un total de 5.997 km. La sociedad explica la necesidad de estas inversiones por el incremento de la densidad de tránsito. El tránsito de mercaderías se realiza en un 60% por carreteras, saturando gran parte de las autopistas. La Autopista Bolonia - Florencia (Autostrada del Sole) fue concebida para un tránsito de 7.000 a 8.000 vehículos por día. Actualmente son más de 30.000 vehículos (con picos de 60.000 en julio y agosto) los que afluyen sobre esta autopista.

El nuevo plan de inversiones compete principalmente a los tramos siguientes:

1. Nuevas autopistas:
— Fiano Romano - San Cesareo
— Stroppiana - Gravellona con una salida cerca de Vergiate - Sesto Calende y empalme con la autopista A8 (Milán - Laghi)
— Vittorio Veneto - Pian di Vedoia
— autopistas de enlace en Udine: Palmanova - Udine y Udine - Carnia - Tarvis
2. Agregado de una tercera vía:
— periférico Milán Oeste - Piacenza Sur (y reunión con la A1 Milán - Roma)
— Bolonia Norte - Sasso Marconi (A1 Milán - Roma)
— Incisa - Fiano Romano (A1 Milán - Roma)
— San Cesareo - Nápoles (A2 Roma - Nápoles)
— Florencia - Sesto S. Gionanni y Bérgamo - Brescia (A4 Milán - Brescia)
— Bolonia Norte - Rimini Norte (A14 Bolonia - Bari).

Entre 1987 y 1991 se ha previsto la modernización de todas las instalaciones de iluminación en los túneles de Génova - Serravalle, Lainate - Chiasso, Génova - Sestri Levante, Bolonia - Bari y Nápoles - Canosa.

Las sociedades concesionarias tienen el 85% de las autopistas en explotación, el 100% de las autopistas en construcción y el 98% de las autopistas en estudio. Después de 1976 la longitud total de la red vial italiana se ha acrecentado en más del 10%, y durante el mismo período su utilización por vehículos particulares ha aumentado un 56% y por vehículos utilitarios un 45%.

AUTOPISTAS EN PORTUGAL

El Banco Europeo de Inversiones, institución bancaria de la Comunidad para el financiamiento a largo plazo, anunció el otorgamiento de dos préstamos a Portugal para tres secciones de autopistas al Norte y Noreste de Oporto y para el mejoramiento de cinco tramos de la red vial nacional.

El préstamo dado a BRISA Auto-Estradas de Portugal servirá para el mejoramiento de las comunicaciones entre los tres centros industriales más importantes del norte del país (Oporto, el valle del Ave y de la Sousa), con la construcción de tres secciones de autopista con una longitud total de 48 km entre Oporto y Maia (8,5 km), Oporto y Famalicao-Cruz (27,1 km) sobre la A3, Aguas Santas-Campo (12 km) en la A4. Estos tramos deberán realizarse entre agosto de 1988 y junio de 1989, con una capacidad total de alrededor de 30.000 vehículos por día, y formarán parte del enlace vial previsto de toda la zona litoral portuguesa con las vías de comunicación del norte de España, Francia y el resto de la Comunidad.

Otro préstamo a la Junta Autónoma de Estradas servirá para realizar las circunvalaciones de las ciudades de Oliveira de Azeméis, Vila do Conde-Povoa de Varzim, Fail y Castelo Branco, en el norte y este del país, y un tramo de 11,3 km entre Campo y Paredes.

• DE AMERICA

NUEVA RUTA DEL ATLANTICO AL PACIFICO

Las autoridades venezolanas están estudiando un plan para construir una ruta terrestre y fluvial a través de Venezuela y Colombia para unir los océanos Atlántico y Pacífico. La propuesta se llama "Proyecto Orinoco-Meta", en conformidad con los dos ríos que formarán la mayor parte de la ruta.

La ruta debería ir desde el norte del Orinoco en la costa atlántica de Venezuela hasta el río Meta en Colombia, y la sección de transporte fluvial terminaría en Puerto López. Desde allí la ruta continuará por tierra, por carretera o vía férrea, hasta la ciudad de Buenaventura, en la costa pacífica de Colombia. La ruta Orinoco-Meta tendrá una longitud de 2.688 km, de los cuales 1.889 serán de vía fluvial.

La idea de utilizar los ríos como un puente entre Venezuela y Colombia se retrotrae a la época de la colonia española. Durante los primeros años luego de la Independencia, se realizaron estudios intensivos para probar la factibilidad de tal ruta, y esta idea ha sido revivida desde entonces en muchas ocasiones. El actual interés en el proyecto es resultado del rápido crecimiento industrial de la región de Guayana en el oriente venezolano, donde se localiza el mayor tramo del Orinoco. Otro factor es el importante crecimiento económico de la región de Cundinamarca en Colombia. El proyecto podrá reducir los costos de transporte, contribuir al desarrollo del tráfico comercial y ayudar a aliviar la congestión en las actuales carreteras.

PROGRAMA DE CAMINOS RURALES EN COLOMBIA

El Banco Mundial ha aprobado un préstamo de 62 millones U$S para el Fondo Nacional de Caminos Vecinales (FNCV) de Colombia para ayudar a financiar un programa para desarrollar el transporte en el sector rural. El proyecto estipula la construcción de cerca de 800 km de carreteras que habiliten el acceso a los mercados y los centros de consumo.

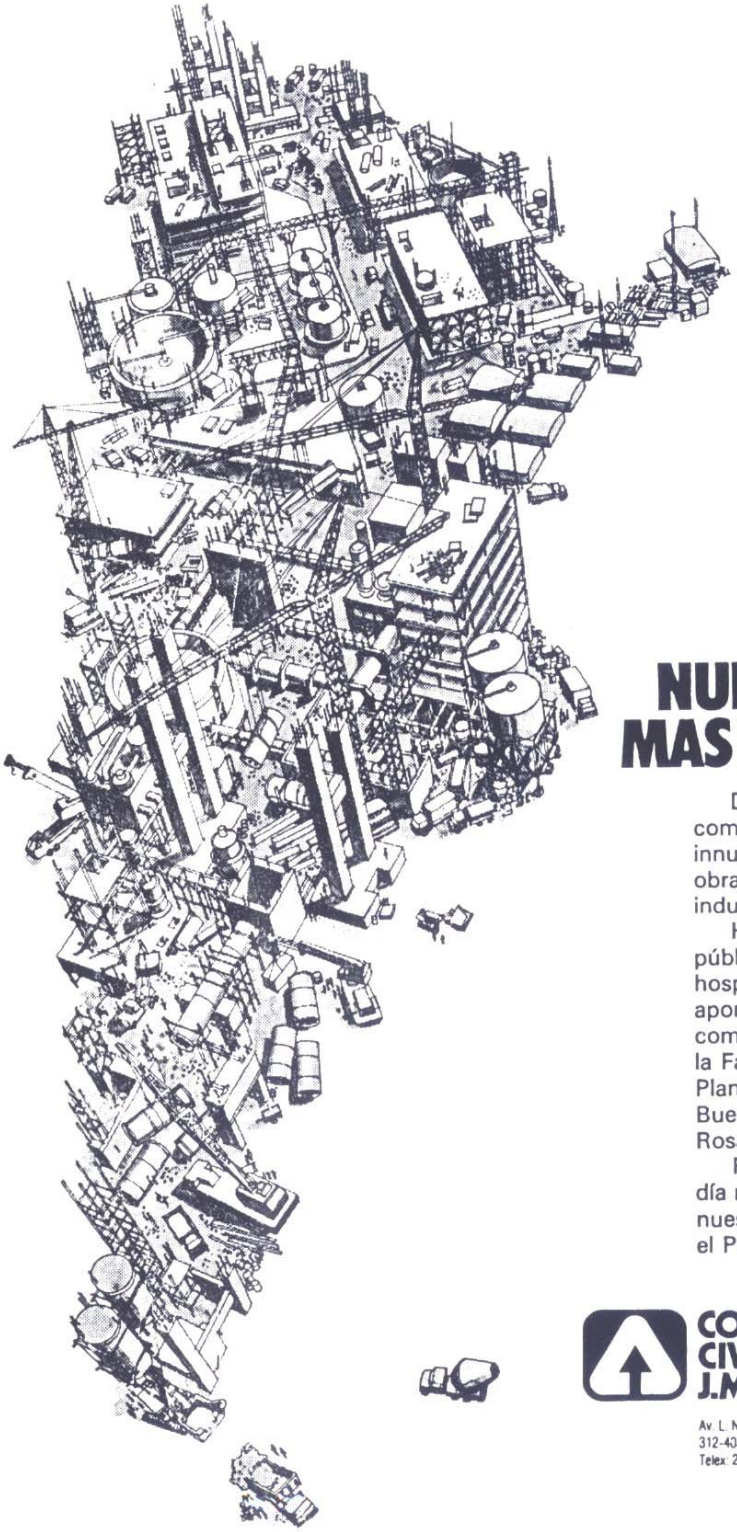
Alrededor de 800 km de carreteras serán también rehabilitados. En el pasado el FNCV se concentró en la construcción, mientras el mantenimiento recibía una atención insuficiente, en gran parte porque el FNCV programó transferir la responsabilidad por las carreteras a cada Estado. Con la excepción de algunos pocos departamentos desarrollados, la entrega de los caminos no ha ocurrido.

En el proyecto propuesto será implementado un sistema de mantenimiento de los caminos rurales. Dependiendo de factores tales como el clima y el terreno, un intervalo de cinco a ocho años entre cada nuevo revestimiento es una meta aceptable para el FNCV. Esto implica que, idealmente, entre 3.000 y 5.000 km deberán ser revestidos cada año. Bajo el proyecto del Banco Mundial podrá hacerse el revestimiento de cerca de 5.000 km bajo financiamiento, mientras que el FNCV lo hará en 2.000 km con sus propios medios mientras desarrolla la capacidad de incrementar en el futuro los planes de realización. El costo total de las obras encaradas bajo el Fondo Nacional de Caminos Vecinales 1986-92 será de 181,8 millones U$S.

PROYECTO DE CORREDOR EN CANADA

Actualmente se están redactando los planos de un corredor Norte-Sur que unirá México con el norte de la provincia canadiense de Saskatchewan. En Estados Unidos, el itinerario proyectado pasará por Nuevo México, Colorado, Wyoming y las dos Dakota. En Saskatchewan atravesará Weyburn, Regina (la capital provincial), Melfort, Prince Albert y Mississippi. Con la nueva ruta internacional se intentará aumentar los desplazamientos hacia el norte de Canadá, en tanto en la actualidad las rutas en servicio como la Yellowhead y la Transcanadiense favorecen la tendencia este-oeste.

Se terminó de imprimir
en el mes de abril de 1987
en Artes Gráficas Corín Luna S.A.
Morelos 670 - Buenos Aires



NUESTRA OBRA MAS IMPORTANTE.

Desde nuestros comienzos hemos construido innumerable cantidad de obras: viales, hidráulicas, industriales, etc.

Hemos levantado edificios públicos, privados y hospitalarios. Dejamos aportes a la comunidad como la Avenida General Paz, la Facultad de Derecho, el Planetario de la Ciudad de Buenos Aires, la Autopista Rosario-San Nicolás...

Por eso decimos, que cada día nos encuentra trabajando en nuestra obra más importante: el País.

CONSTRUCCIONES CIVILES J.M. ARAGON S.A.

Av. L. N. Alem 884, 4º P. Tel. 311-4777/8
312-4331/4. (1001) Buenos Aires
Telex: 23577 COARA AR

ARMCO

Desde Ahora:

Alcantarillas de acero revestido fabricadas por sistema continuo

- **HEL-COR** reduce los costos de cualquier proyecto.
- **HEL-COR** es liviano y de ensamble sencillo.
- **HEL-COR** con recubrimientos especiales de insuperable vida útil.
- **HEL-COR** con largos variables desde 3 hasta 8 metros.
- **HEL-COR** para todo tipo de obras, en especial las de emergencia.
- **HEL-COR** se entrega listo para ser utilizado.
- **HEL-COR** con diseño de ondulación helicoidal que le confiere alta resistencia.

HEL-COR® Es Marca Registrada de ARMCO Inc.

ARMCO **ARGENTINA S.A.**

Símbolo de Calidad, Tecnología y Economía.
División de Productos para la construcción y tubos.
Corrientes 330, 4to. P. - (1378) - Bs. As. - Tel.: 311-6215/5381 - Tlx: 2195 Armco