

Asociación Argentina de Carreteras

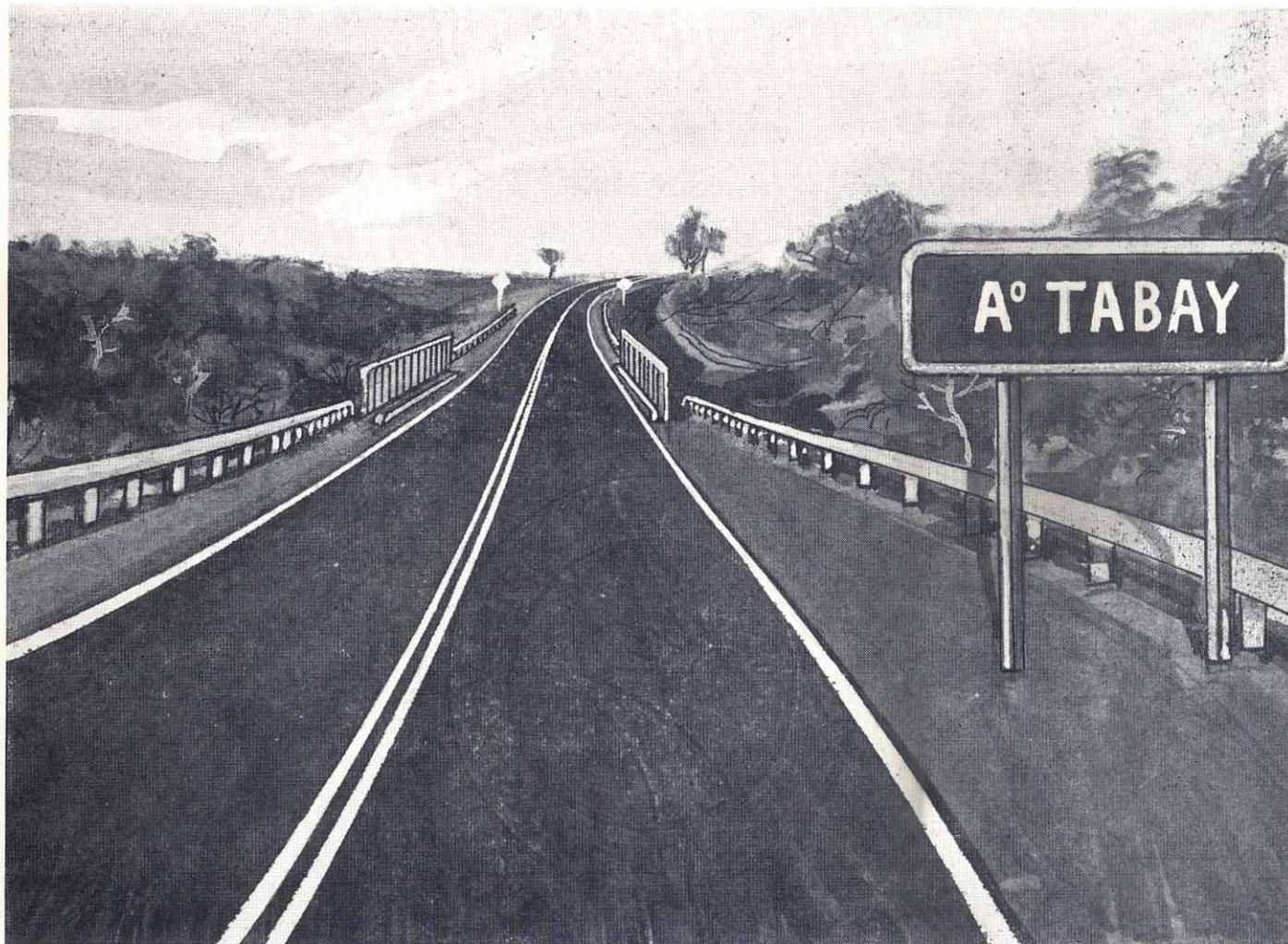
Año XXIV/Nº 91/Julio - Setiembre 1979

5 DE OCTUBRE DIA DEL CAMINO



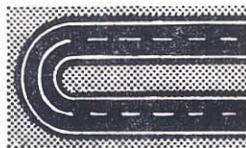
**Más y mejores
caminos para
vivir mejor**

CLEANOSOL HACE "HABLAR" AL CAMINO...



**... más claramente,
con seguridad
y POR MAS AÑOS.**

Demarcación horizontal.
Señalización vertical.
Barandas de seguridad DAKOBRA
Líquido Estabilizador DAKOBRA



**CLEANOSOL
ARGENTINA**
s.a.i.c.f.i.

EMPRESA INTEGRAL DE SEÑALIZACION VIAL

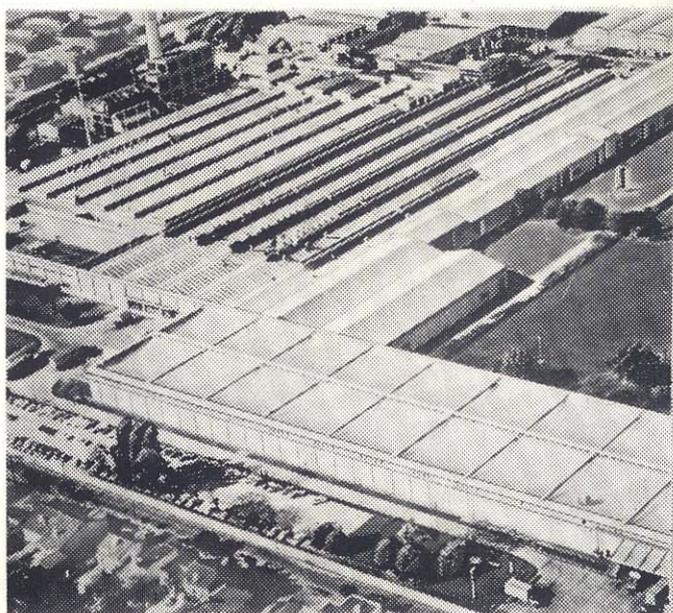
Córdoba 937 - 6º piso Tel. 393-9400/9707/7825 Bs. As.
Télex 121759 A. R. (Comsa) Cables Cleanosol

La responsabilidad de ser los primeros.

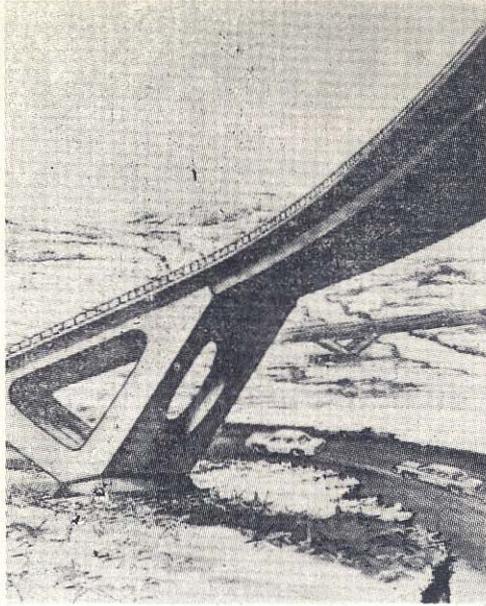
En 1831 Charles Goodyear -un inquieto investigador- señaló nuevos rumbos con sus descubrimientos sobre las propiedades industriales del caucho. Años más tarde nació, con su nombre y con su espíritu, una fábrica de neumáticos. En nuestro país, ese nombre se conoció ya con los primeros automóviles; y después de abrir sus oficinas comerciales en 1915, Goodyear inauguró la primera fábrica de neumáticos argentinos en enero de 1931.

Desde entonces, Goodyear lleva producidas más cubiertas y cámaras que ninguna otra empresa de neumáticos del país. Producción que -junto con millones de metros de cintas transportadoras y elevadoras, con millones de correas en V y de mangueras para la industria- viene contribuyendo al desarrollo nacional, brindando, hoy como ayer, la más alta calidad.

Goodyear: siempre adelante.
Con la responsabilidad de ser los primeros.



GOODYEAR



Alambres y Cordones de Acero para Pretensado



**ALAMBRE DE ACERO PARA
PRETENSADO**

CORDON DE ACERO PARA PRETENSADO

**ALAMBRE DE ACERO ESTABILIZADO*
PARA PRETENSADO
"BR" (BAJA RELAJACION)**

**CORDON 1 x 7 DE ACERO
ESTABILIZADO* PARA PRETENSADO
"BR" (BAJA RELAJACION)**

*** ESTABILIZADO**

Proceso de relevado de tensiones termomecánico desarrollado por ACINDAR bajo licencia de G.K.N. Somerset Wire Limited de Gran Bretaña.

PROPIEDADES DEL ESTABILIZADO:

- Muy reducidas pérdidas por relajación.
- Mayor límite de proporcionalidad.
- Mayor límite de fluencia.
- Mayor ductilidad.
- Propiedades mecánicas más uniformes.
- Economía en sección de acero.



ACINDAR

INDUSTRIA ARGENTINA DE ACEROS S. A.

Empresa Privada Formada con Capitales Argentinos



**PARA LAS RUTAS
ARGENTINAS**

MEJORADOR DE ADHERENCIA PARA ASFALTO

ADITIVO AMINICO

ADROG

EMULSIONES ASFALTICAS CATIONICAS CON

EMULSIVO

ADROG-E

FABRICANTE:

DROGACO INDUSTRIA QUIMICA S.A.

Dr. IGNACIO ARIETA 3922/44 - Tel. 651-0790/0229

SAN JUSTO - F.C.D.F.S. (Prov. Bs. As.)

La Construcción

Paseo Colón 823 → Buenos Aires
Tel. 33-9625-5888
30-1138-8464-2708

SOCIEDAD ANONIMA COMPAÑIA ARGENTINA DE SEGUROS



**La ruta de
máxima
seguridad.**

AL SERVICIO DE TODAS LAS
EMPRESAS CONSTRUCTORAS
DEL PAIS

Revista técnica trimestral editada por la ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS — Adherida a la Asociación de la Prensa Técnica Argentina. — Registro de la Propiedad Intelectual N° 16.902 — Concesión Postal del Correo Argentino N° 5.942. — (Franqueo Pagado) Interés general, concesión No 5.426. — Dirección, Redacción y Administración: Paseo Colón 823, p. 7º, Buenos Aires, Argentina. — Teléfono: 30-0889. — DIRECTOR Ing. MARCELO J. ALVAREZ — SECRETARIO DE REDACCION: Sr. JOSE B. LUINI.

EDITORIAL

LOS CAMINOS DE LA RED TERCIARIA

Las grandes obras no son sino la sucesión y concreción de pequeños esfuerzos. De hecho, esta es la imagen que surge al definir las corrientes principales del tránsito circulante en las rutas nacionales y provinciales del país, que se alimentan con el aporte de innumerables caminos menores que canalizan la actividad desarrollada en amplios sectores de nuestro territorio.

Estos elementales caminos, a veces desapercibidos por el público de las grandes ciudades, integran la llamada "red vial terciaria"; esta difusa, casi elusiva denominación, engloba tanto los trayectos atendidos por los municipios como las obras de interés particular con proyección comunitaria.

No obstante su modestia, porque se trata generalmente de obras sencillas con estructuras primarias y reducidas longitudes, los caminos de la red terciaria —que algunos países llaman caminos vecinales o rurales— satisfacen una importante necesidad socio-económica-cultural. Ellos procuran el acceso de poblaciones dispersas o comunidades restringidas a las principales rutas que obran como colectoras. Facilitan el movimiento de productos primarios hacia los centros de industrialización, distribución y consumo; como contraparte, permiten la llegada de manufacturas, bienes y servicios hasta los rincones más apartados por la realidad geográfica. Por fin tienen para el habitante interior la trascendencia de la integración, porque destruyen el aislamiento creando un vínculo de hondo sentido humano con otras regiones y con el país como totalidad.

Durante mucho tiempo el carácter embrionario de estas obras frenó su propio impulso, porque no despertaban la atención de los poderes de decisión y sus destinatarios carecían de una representatividad dinámica y coherente que revirtiera la situación, volcando hacia su sector los beneficios de una integración permanente en los programas viales del país.

Algunos aislados esfuerzos como el de la Provincia de Santa Fe en los años 1931 - 32, no modificaron sensiblemente las cosas, hasta que en 1956 la sanción del Decreto - Ley 9875 formulando el Plan de Caminos de Fomento Agrícola y los decretos y leyes complementarios y conexos posteriores, iniciaron un período ascendente en la construcción y conservación de los caminos rurales de la red terciaria, sobre la base de una sana integración entre las administraciones de vialidad y los usuarios constituidos en consorcios camineros, que participan activamente aportando un porcentaje del costo de las obras y la responsabilidad directa de su ejecución. Una similar iniciativa para caminos de fomento minero no prosperó por desinteligencias entre las provincias interesadas.

SUMARIO

	Pág.
EDITORIAL: LOS CAMINOS DE LA RED TERCIARIA	5
FUNDAMENTO DE LA NECESIDAD DE RECURSOS ESPECIFICOS PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL. Por el Ing. Alberto H. Thoss	8
PLAN DE CAMINOS DE FOMENTO AGRICOLA....	10
CONSIDERACIONES SOBRE EL REFUERZO PRECARIO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES CON MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE. Por el Dr. Eberto Petroni y la Ing. Elsa S. Bellone de Biglino	12
INFORMACIONES DE VIALIDAD NACIONAL.	20 y 21
VARIOS	27
LA EDUCACION COMO FACTOR DE LA SEGURIDAD EN EL TRANSITO. Por el Dr. Carlos S. Prandi	28
CRUCES FERROVIARIOS A NIVEL Por Hoy A. Richards y G. Sadler Bridges.....	32
REUNION REGIONAL INTERAMERICANA DE LA IRF	40

El Plan de Caminos de Fomento Agrícola ha cumplido una silenciosa tarea, sin espectacularidades, pero de trascendente importancia aún con las estrecheces económicas de sus vulnerables recursos. Ha despertado la confianza de los pobladores contribuyendo a la formación de más de 15.000 consorcios camineros, y estimuló la conciencia vial de los usuarios para el uso y cuidado de los caminos rurales y la cooperación de vecinos para solucionar sus propios problemas.

Los recursos básicos del Plan son actualmente insuficientes, comprometiéndose la continuidad de varios proyectos y obras en marcha. Es imperativo que el aspecto económico sea definitivamente resuelto, evitándose resentir la confianza y el esfuerzo de los copartícipes.

Seamos propositores: debemos crear una conciencia sobre la importancia de los caminos de la red terciaria en el contexto económico, social y cultural del país; de su futura influencia en un mundo hambriento, su efecto directo sobre la explotación de extensas áreas improductivas pero también su incidencia sobre una real integración física y psicológica de toda la población interior. Esta conciencia hará que se proceda a instrumentar los medios que posibiliten un desarrollo orgánico y sin pausas sobre bases y recursos permanentes, inmunes a toda actitud que pretenda modificar sus específicas finalidades.

En el nuevo aniversario del Día del Camino, este propósito será el mejor homenaje

Asociación Argentina de Carreteras

Adherida a la International Road Federation

CONSEJO DIRECTIVO

Miembros Titulares:

Presidente	Ing. Néstor Carlos Alesso	
Vicepresidente 1°.....	Ing. José María Raggio	Categoría A — Socios Individuales.
Vicepresidente 2°.....	Ing. Carlos Jorge Priante	Categoría D — Armco Argentina S. A.
Secretario	Ing. Alberto Hugo Thoss	Categoría C — Semaco S. A.
Prosecretario	Ing. Raúl A. Colombo	Categoría B — Instituto del Cemento Portland Argentino.
Tesorero	Ing. Carlos Alberto Bacigalupi	Categoría C — Bacigalupi y De Stefano S. A.
Protesorero.....	Ing. José Bruno Verzini	Categoría B — Asociación de Fabricantes de Cemento Portland.
Vocales	Ing. José Bagg	Categoría C — Acindar S. A.
	Ing. Rafael Balcells	Categoría C — Consulbaires S. A.
	Ing. Enrique Conte Grand	Categoría D — Conte Grand y Alfonso S. R. L.
	Ing. Omar E. Bernardi	Categoría D — Yacimientos Petrolíferos Fiscales.
	Ing. Hipólito Fernández García	Categoría A — Socios Individuales.
	Ing. Armando García Baldizzone	Categoría B — Dirección Nacional de Vialidad.
	Sr. Atilio E. D. Buchanan	Categoría B — Touring Club Argentino.
	Cap. Pedro C. Florido	Categoría D — Automóvil Club Argentino.
	Dr. Marcos Sastre	Categoría A — Socios Individuales.
	Ing. Marcelo J. Alvarez	Categoría A — Socios Individuales.
 Miembros Suplentes:	 Ing. Jorge Taylor	 Categoría A — Socios Individuales.
	Ing. Enrique L. Azzaro	Categoría A — Socios Individuales.
	Ing. Miguel H. Bastanchuri	Categoría D — Comisión Permanente del Asfalto.
	Ing. Juan J. Buguñá	Categoría C — Organtec S. A.
	Ing. Carlos M. E. Costa	Categoría C — Cadia S. A.
	Ing. José A. Palazzolo	Categoría D — Fiat Argentina S. A.
	Ing. Julio E. Pascual	Categoría B — F. A. D. E. E. A. C.
	Ing. Edgardo Suárez	Categoría B — A. D. E. F. A.
 Comisión Revisora de Cuentas:	 Ing. Aarón Beilinson	
	Ing. Alejandro L. Castellaro	
	Dr. Enrique G. Oster	
 Director Ejecutivo:	 Sr. José B. Luini	

Presidentes de Comisiones Internas:

Congresos y Conferencias:	Ing. Carlos E. Duvoy
Delegaciones y Filiales:	Ing. Francisco F. Pagnotta
Interior y Hacienda:	Agr. Mario E. Dragan
Prensa y Relaciones Públicas:	Ing. Carlos F. Aragón
Relaciones Internacionales:	Ing. Roberto M. Agüero Olmos
Técnica:	Ing. Santiago De Lellis
Tránsito y Seguridad Vial:	Ing. José B. García

Se hace camino al andar



Participando en la realización de los grandes equipos de transportes con la fabricación de conjuntos armados de mangueras hidráulicas, terminales, acoples rápidos, accesorios para cañerías, tubos etc.

MONTEFIORE

INDUSTRIAS MONTEFIORE SAIC.

ADMINISTRACION Y VENTAS:
AV. BELGRANO 427/441 BS. AS.
T.E. 30-7456, 33-0878/2251,
34-7971/9362/9617/9948

FABRICA:
BELGRANO 5745 WILDE
(Pcia. DE BS. AS.)
T.E. 207-3750



SUC. MENDOZA: GODOY CRUZ 52 SAN JOSE DE GUAYMALLEN MENDOZA T.E. 258388, 252099

DISTRIBUIDORES OFICIALES EN EL PAIS:

FLUODINAMICA S.A.
URQUIZA 1273
ROSARIO
T.E. 041-22086, 041-48238

FLUODINAMICA S.A.
AV. EJERCITO DEL NORTE 571
SAN MIGUEL DE TUCUMAN
T.E. 34179

Fluodín'm'ca Neuquén
J. J. Lastra 448
Tel. 4391
Neuquén

SUDAMPETROL S.R.L.
PTO. MORENO 117
RIO GALLEGOS
PCIA. DE SANTA CRUZ

SUDAMPETROL S.R.L.
RAWSON 659
COMODORO RIVADAVIA
CHUBUT T.E. 0961-2563

TECNIVENT S.R.L.
FELIX DE AZARA 677
POSADAS - MISIONES
T.E. 4126

Fundamento de la necesidad de recursos específicos para la infraestructura vial

Por el Ing. ALBERTO H. THOSS

Exposición realizada por el Secretario de nuestra Asociación en el Centro Argentino de Ingenieros el 8 de junio último, en el programa de actos realizado por esa entidad con motivo del "Día de la Ingeniería".

El transporte automotor realiza más del 80 % del transporte de cargas en nuestro país.

La gran importancia de su aporte a la economía nacional radica en que no constituye un sector más de la producción sino en que es el medio que posibilita al desarrollo de los demás sectores y así juega un papel insustituible en el abastecimiento de las industrias y en la distribución de sus productos, en la salida de la producción agropecuaria y su distribución por todo el país para el consumo interno o su envío a los puertos de exportación.

Y aun para el reducido porcentaje de cargas que usa el transporte ferroviario, fluvial o marítimo, el camión juega un rol insustituible como elemento complementario ya sea hacia o desde las estaciones de cargas y puertos.

El transporte automotor es una pieza clave, tanto porque posibilita el desarrollo de la economía, como por su natural gravitación en los costos, toda vez que interviene siempre, en mayor o menor medida, en el precio final de todo producto.

No obstante, los gobiernos suelen olvidar una particularidad de este servicio.

Considerado en su integralidad, el transporte automotor es una forma "sui generis" de empresa de economía mixta, aunque aparentemente pueda parecer que está exclusivamente en manos de la actividad privada.

Lo que está en manos privadas es el servicio en sí, pero para que éste pueda prestarse, requiere una infraestructura que, por múltiples razones, debe aportar el Estado y conservar en su patrimonio.

Es sana política económica del Estado pretender que las empresas estatales se autofinancien; en la actividad privada ello hace al sentido mismo de la empresa. Y el transporte carretero, considerado como forma empresaria mixta, debe autofinanciarse.

Ello debe ser así porque los subsidios sólo se justifican como medios extraordinarios para promover y coadyuvar procesos económicos o sociales de interés para la Nación y que requieren una ayuda especial. Los subsidios permanentes a actividades económicas comunes o normales, sólo distorsionan la economía general con el perjuicio inevitable de engendrar explotaciones ineficaces.

Para que el transporte automotor, considerado integralmente, se autofinancie, es necesario que sus ingresos equilibren a sus egresos.

En la parte del servicio que está en manos de la actividad privada, ese equilibrio queda a cargo de ella.

Veamos qué ocurre con la parte que queda a cargo del Estado o sea la prestación de la infraestructura.

Para lograr el objetivo indicado el estado debe contar con ingresos provenientes del mismo transporte que sean equivalentes a los montos que le reclama la construcción y conservación de la red vial.

Dos podrían ser las formas teóricas de percibir tales ingresos:

por aplicación de una tasa al transporte automotor, proporcional a las tarifas o,

por cobro de peaje en la totalidad de los caminos del país.

Pero ambas son impracticables: la primera por la imposibilidad de un adecuado control y por existir un importante porcentaje de uso de los caminos que no responde a tarifa alguna: transporte propio, tránsito de turismo y uso particular en general; y la segunda por la imposibilidad práctica que el sistema implica más aún en los caminos secundarios y terciarios, y el costo de recaudación que tendría.

Existe en cambio un sistema que reúne las condiciones deseables y que equivale a un peaje. Fácil recaudación, sin riesgo de evasión y proporcional a la intensidad del uso de toda clase de caminos.

Consiste en una tasa aplicable a los principales insumos que requiere el transporte automotor: combustibles, cubiertas y vehículos. Siendo dicha tasa proporcional al precio de dichos insumos, reúne las siguientes condiciones:

1. — Mantiene un valor actualizado.
2. — Se concentra su recaudación en pocos agentes en relación con los innumerables usuarios de las rutas.
3. — Es proporcional a la categoría de los vehículos y a la magnitud del transporte.
4. — La paga inexorablemente todo aquel que usa la infraestructura vial y en proporción a dicho uso.
5. — Con exclusión de las cubiertas especiales para otros usos, los demás insumos mencionados son usados casi exclusivamente por el transporte automotor, por lo que las tasas no estarían gravitando sobre otras actividades sino en una medida mínima.
6. — Al ser proporcional a la magnitud del transporte y al parque automotor.

tor, es proporcional a la magnitud necesaria de la infraestructura vial y a la conservación que ésta requiere, de modo que sólo es necesario fijar las tasas para que el monto total a recaudar cubra los montos a invertir.

Esta solución que asombra por su simplicidad, está ya estructurada en nuestro país y en aplicación parcial desde hace muchos años.

Resulta entonces que ni siquiera se hace necesario implementarla o verificar la bondad del régimen de recaudación, que ya está avalado por la experiencia.

Lo único que hace falta es enfocar el problema como se lo ha planteado y denominar tasas a estas contribuciones mal llamadas impuestos, haciendo que se destinen específicamente a la infraestructura vial.

Los actuales impuestos viales a las cubiertas y lubricantes y el Fondo Nacional de Autopistas que grava los vehículos automotores sí son destinados a los presupuestos viales. Pero de los impuestos a los combustibles que consume el transporte automotor (nafta y gas oil), sólo el 35 % se destina a la obra caminera.

Actualmente los impuestos a los combustibles alcanzan en conjunto a más de dos billones de pesos de los que sólo se destinan a obras camineras \$ 700.000 millones.

Surge entonces la incongruencia de un aporte del transporte automotor que sería más que suficiente para contar con una red vial al nivel de la que poseen otros países del mundo que sí han comprendido el papel que juega este servicio en el desarrollo de sus economías, frente a un estado de retroceso en nuestra infraestructura vial que no sólo se degrada a pasos acelerados por falta de conservación sino que no se adapta a las exigencias de la tecnología moderna en materia de transporte.

Con sus aportes actuales, esta actividad mixta que es el transporte automotor no sólo se autofinancia sino que contribuye

al Tesoro de la Nación con más del doble de lo que se invierte en caminos.

Pero ocurre que esa inversión es mínima frente a sus reales necesidades.

El resultado está a la vista y la gravedad de sus consecuencias se proyectará en progresión geométrica sobre los años futuros.

En la medida en que la infraestructura vial no acompañe los progresos técnicos de los medios de transporte, no se extiende acorde con el desarrollo del país y no se conserve en adecuadas condiciones de tránsito, será inútil el esfuerzo privado por mejorar y abaratar el transporte o incrementar los servicios al ritmo del crecimiento nacional.

Por ello, los programas viales no deben estar supeditados anualmente a una discusión presupuestaria de la que resulta la magnitud de obra a ejecutar durante los siguientes doce meses. Debe haber una programación a largo plazo y para ello una independencia económica - financiera del presupuesto nacional, no en cuanto al control de la aplicación de los recursos sino en cuanto al origen de dichos recursos.

La infraestructura vial no debe ser mayor ni menor de lo que requiera el transporte carretero, y éste es consecuencia del desarrollo económico de la Nación.

El transporte es un medio, y la infraestructura es a su vez un medio para que aquel sea posible.

En consecuencia carece de sentido lógico no contar con los recursos suficientes para mantener la red caminera en condiciones de aptitud suficientes.

Lo paradójico es que aún triplicando la inversión actual, este servicio no requiere aportes extraordinarios ni subsidios y obtiene de sus propios ingresos los fondos para su infraestructura.

No debe olvidarse que los aportes a que se ha hecho referencia no son los

únicos que paga el transporte automotor. Los impuestos internos y el impuesto al valor agregado de lubricantes, cubiertas, vehículos y repuestos, los impuestos propios de toda actividad empresarial, como actividades lucrativas, a los capitales, a las ganancias, etc., también a cargo de los transportistas, son aportes similares a los que soportan las demás actividades productoras del país y que no se han considerado en este análisis, por considerarlos la lógica contribución que a todos cabe para el mantenimiento del aparato Estatal y sus necesidades propias y sociales.

Adicionalmente a lo expresado, en las circunstancias actuales el transporte automotor está soportando una distorsión económica de marcada injusticia.

Además de sus propios costos, está aportando sumas cuantiosas al erario público, en tanto que otros medios de transporte no sólo no hacen aporte alguno (o mínimo a través de los combustibles que consumen) sino que requieren enormes subsidios del Tesoro por su permanente déficit.

Lo expuesto tiene como objeto dar el fundamento económico que justifica la necesidad de recursos específicos suficientes para las obras camineras.

No tenerlos o, estando previstos originalmente, cambiar el destino de los fondos orientándolos a la Tesorería General de la Nación, equivaldría a que la Secretaría de Hacienda percibiera directamente las facturas de las empresas del Estado y anualmente les asigne recursos del Presupuesto de acuerdo a su criterio.

Debe aclararse que es posible que las magnitudes actuales de los mal llamados impuestos que gravan los combustibles, las cubiertas y los automotores, puedan no ser las requeridas. También es posible que deba estudiarse un cambio relativo entre los impuestos de las naftas y el gas oil.

Pero lo que se pretende es exponer la filosofía de un sistema. Los estudios técnicos determinarán las magnitudes correctas y la más razonable distribución entre los diversos rubros.

Plan de Caminos de Fomento Agrícola

PARA SU FINANCIACION, LA DIRECCION NACIONAL DE VIALIDAD APORTARA DE SUS RECURSOS HASTA LA SUMA DE 23.000.000.000 DE PESOS.

El Poder Ejecutivo Nacional ha sancionado y promulgado la Ley N°. 22.017, mediante la cual autoriza a la Dirección Nacional de Vialidad a aportar de sus recursos y en el ejercicio 1979, hasta la suma de 23.000.000.000 de pesos con destino al financiamiento del Plan establecido en el Decreto - Ley N°. 9.875/56. Este aporte se denominará "Contribución de fomento agrícola".

El texto completo de la citada ley, es el siguiente.

Bs. As., 15 de junio 1979

**EXCELENTISIMO
SEÑOR PRESIDENTE
DE LA NACION:**

Tengo el honor de dirigirme al Primer Magistrado para someter a vuestra consideración el adjunto proyecto de ley, mediante el cual se afectan con carácter de emergencia por este ejercicio, los recursos de la Dirección Nacional de Vialidad hasta la suma de VEINTITRES MIL MILLONES DE PESOS (\$23.000.000.000.—), con destino al financiamiento

del Plan establecido en el Decreto - Ley n°. 9875/56, que creó el Plan de Caminos de Fomento Agrícola.

Esta disposición legal tendía a la construcción y mejoramiento de los caminos de que se trata, con influencia decisiva en el desarrollo general del país, no sólo al permitir el acceso de los productos del agro a las rutas principales, puertos, estaciones de embarque, sino también como medio para la radicación del hombre de campo y facilitando su convivencia en sociedad.

Originalmente, el Decreto - Ley n°. 9875/56 previó como único recurso un aporte del Gobierno Nacional hasta totalizar la cantidad de UN MIL QUINIENTOS MILLONES DE PESOS MONEDA NACIONAL (m\$.n. 1.500.000.000.—).

Por Ley n°. 15.273 se creó un adicional del 0,5 % al impuesto del Decreto - Ley n°. 21.680 /56, aplicado "ad-valorem" sobre los productos y subproductos de la agricultura y la ganadería que se exporten, destinando

el producido de este adicional a financiar el Plan de Caminos de Fomento Agrícola. No obstante, por Decreto n°. 3696/60 se eximió del pago del referido adicional a las operaciones de exportación no sujetas a retenciones, con lo que se redujo en gran medida la recaudación. Por último, la Ley n°. 16.450 elevó el adicional al 1 %, no suprimiendo la restricción del Decreto n°. 3696/60.

La eliminación de las retenciones a la casi totalidad de operaciones de exportación, dispuesta recientemente, ha reducido a valores ínfimos la recaudación para este tipo de caminos, lo que incluso impide asumir compromisos ya contraídos, por lo que se estima imprescindible dictar la norma legal que se propicia.

Dios guarde a Vuestra Excelencia.

José A. Martínez de Hoz

Bs. As., 15 de junio 1979

En uso de las atribuciones conferidas por el artículo 5° del Estatuto para el Proceso de Reorganización Nacional,

EL PRESIDENTE DE LA NACION ARGENTINA
SANCIÓN Y PROMULGA CON FUERZA DE LEY:

Artículo 1°.— Autorízase a la Dirección Nacional de Vialidad a aportar de sus recursos, en el curso del ejercicio 1979, hasta la suma de VEINTITRES MIL MILLONES DE PESOS (\$ 23.000.000.000.—) con destino al financiamiento del plan establecido en el Decreto - Ley n°. 9875/56. Se denominará este aporte "Contribución de fomento agrícola".

Art. 2°.— El producido de la contribución de fomento agrícola será destinado exclusivamente a los fines del Decreto - Ley n°. 9875/56 y su distribución e inversión se efectuará con sujeción a los artículos 4° y siguientes consecutivos, de ese cuerpo legal.

Art. 3°.— Comuníquese, publíquese, dése a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese.

Jorge R. Videla

José A. Martínez de Hoz



**NUEVO EN
LA ARGENTINA**

Lámina reflectiva **SCOTCHLITE** alta intensidad

Uno de los principales factores de seguridad de una ruta es su correcta señalización.

De allí la importancia de la nueva lámina reflectiva SCOTCHLITE ALTA INTENSIDAD.

Su superioridad sobre cualquier otro material se refleja en estas tres ventajas definitivas:

- **MAYOR PODER REFLECTANTE.**

De 3 a 6 veces más brillante que cualquier sistema actual, en las condiciones atmosféricas más dispares. Por ejemplo, el rocío la afecta un 65% menos que a los productos comunes.

- **MAYOR DURACION.**

Scotchlite Alta Intensidad está asegurada por un período mínimo de vida de 10 años. Un 43% más que los productos convencionales.

- **MAYOR ANGULARIDAD.**

En un ángulo de incidencia de 40°, es 25 veces más brillante que cualquier lámina reflectante en el mismo ángulo.

LAMINA REFLECTIVA SCOTCHLITE ALTA INTENSIDAD:

Un producto creado por 3M, para que la seguridad brille por su presencia.

DEPARTAMENTO REFLECTIVOS

3M Argentina

Consideraciones sobre el refuerzo precario de pavimentos flexibles con mezclas asfálticas en caliente

Por el Dr. Eberto Petroni y la Ing^a. Elsa S. Bellone de Biglino *

Trabajo presentado a la XXI^a Reunión del Asfalto, realizada en Mar del Plata, en noviembre de 1978.

La red vial argentina, en lo que hace a pavimentos flexibles que necesitan ser reforzados está constituida en gran parte por estructuras débiles, con deflexiones recuperables del orden de $200,10^{-2}$ mm y radios de curvatura bajos, entre 40 y 60 m y aún menores.

Estos factores hacen que una considerable longitud de camino a reforzar, caiga en el caso 3 del "Manual para el proyecto de obras de mejoramiento de pavimentos flexibles" del Dr. Celestino Ruiz (1).

Como el mismo Dr. Ruiz lo enunciara en el citado manual, en ese caso no es aplicable la expresión que se propone en el mismo para el cálculo del espesor de refuerzo a colocar.

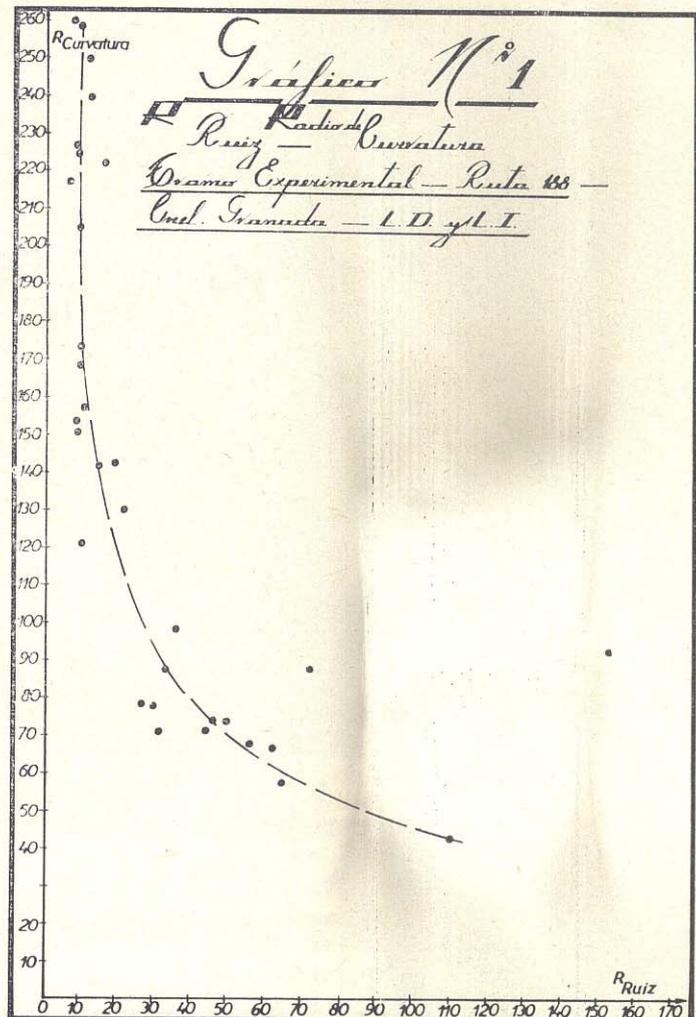
La solución de este problema escapa también a los métodos convencionales basados en el valor de la deflexión en la superficie, como por ejemplo los métodos propuestos por el A.I.T.R.R.L., etc., porque tales soluciones se han desarrollado para pavimentos estructuralmente buenos que han llegado al límite de fatiga, lo que implica radios relativamente grandes.

Es evidente entonces que existe la necesidad de investigar un criterio de diseño que permita el refuerzo sin escarificar o rehacer el pavimento existente por el problema del tránsito, especialmente cuando no se puede desviar. Por tal motivo el Departamento Tecnología ha ejecutado y planea ejecutar en el futuro una serie de tramos experimentales, con el objeto de extraer conclusiones que conduzcan a la solución del problema planteado.

Uno de esos tramos ha sido realizado en la Ruta 188 - Tramo: Pinto - Granada, habiéndose procedido a la medida de deflexiones Benkelman recuperable y radios de curvatura sobre el pavimento existente y luego de colocadas cada una de las 4 capas que se construyeron (en total 21 cm) constituidas por un concreto asfáltico convencional.

Con estos datos se procedió al cálculo del valor de la constante R de Ruiz para cada capa colocada, llevando luego dichos valores a un gráfico en función del radio de curvatura. En el gráfico N^o. 1 se puede apreciar lo enunciado, observándose que la constante de Ruiz toma valores anormalmente altos para bajos radios de curvatura, para luego llegar al valor que les es

* Departamento Tecnología - Dirección Nacional de Vialidad.



característico a un concreto convencional para radios mayores de 100 m, lo que coincide con lo previsto por el Dr. Ruiz.

A partir de ese momento se hace constante o sea se independiza del valor del radio de curvatura.

Independientemente de todo método de cálculo de refuerzo la experiencia indica que aun suponiendo que se llegara a la determinación de un criterio para resolver el caso 3, éste conduciría al cálculo de espesores bastante importantes de refuerzo del orden de 25 a 30 cm que actualmente por factores económicos no pueden ser construidos con los escasos fondos con que se cuenta para efectuar la conservación de la red vial.

Dichos fondos conducen en su mayoría a espe-

sores de refuerzo que fluctúan alrededor de 10 cm, lo cual configura lo que denominaremos en este trabajo "refuerzo precario".

El objetivo básico del mismo es estudiar, dentro de tales limitaciones, cuál es el tipo de mezcla que admite el mayor número de solicitaciones, antes de fisurarse, es decir optimizar la durabilidad.

Dejando por un momento de lado la resistencia a la deformación permanente por los esfuerzos tangenciales del tránsito, el objetivo buscado debe centrarse en el estudio del módulo de deformación de la mezcla y de su resistencia a fatiga, descartando la solicitación de la subrasante ya que, en general, los pavimentos a reforzar en lo que hace a la red nacional no presentan pérdida de gálibo por sobre-solicitación de la subrasante.

ESTUDIO DEL MODULO DE DEFORMACION (E) DE LA MEZCLA.

El análisis de los datos obtenidos en el tramo experimental mencionado al principio puso en evidencia el hecho de que al ir colocando sobre el pavimento fisurado que tomaremos como subrasante, sucesivas capas de concreto, la relación modular entre cada capa de concreto y todo lo existente debajo de ella, iba aumentando a medida que crecía el espesor de refuerzo. Este fenómeno no puede ser atribuido a variaciones en las densidades logradas en la etapa constructiva en cada capa, ya que éstas fueron del mismo orden.

A continuación se detallan las verificaciones efectuadas con los datos de deflexiones y radio de curvatura medidos capa por capa, que llevaron a esta conclusión:

a) Análisis de la variación del R de Ruiz con el espesor.

Al ser calculado el R de Ruiz, que es una medida del aporte estructural del concreto, se puso en evidencia que tomaba valores muy altos (bajo aporte) cuando se colocaban los primeros 5 cm, para luego ir disminuyendo hasta llegar al valor que caracteriza a un concreto (alrededor de 20) al colocarse la última capa, con lo cual se completaban 21 cm de refuerzo.

Esto parecía indicar que probablemente esa variación de aporte estructural (R de Ruiz), se debía a un cambio de la relación modular entre cada capa de concreto y lo existente debajo, o sea pavimento existente más capas de refuerzo ya colocado.

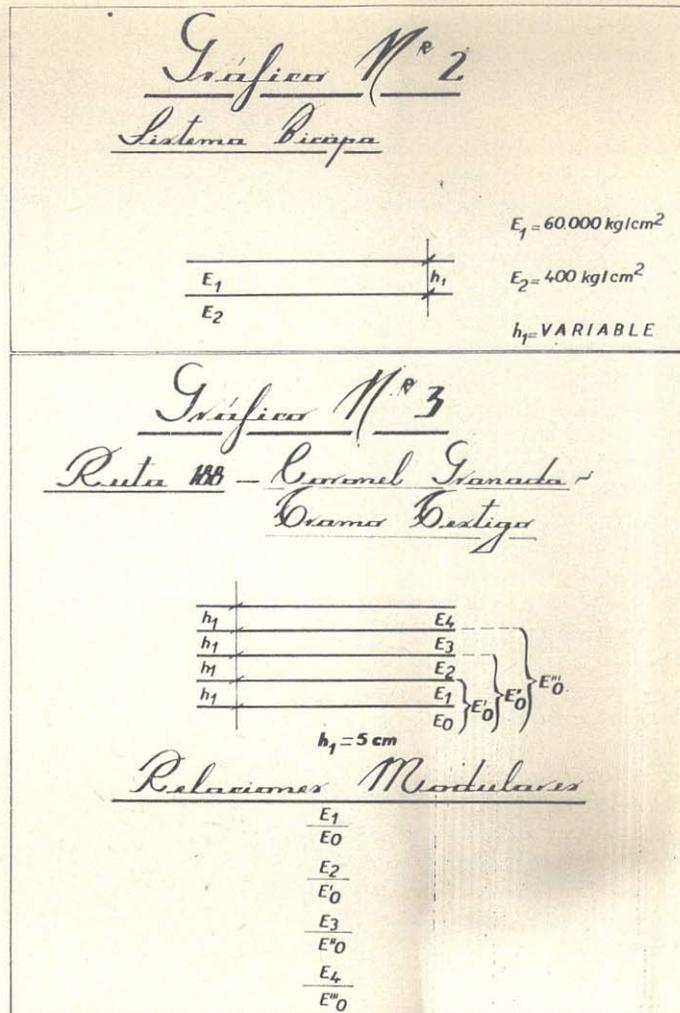
b) Cálculo de un bicapa.

Se calculó el valor de la deformación unitaria a tracción en un sistema bicapa como el que puede verse en el gráfico N° 2 utilizando las tablas de Jones (2) con valores crecientes de h_1 , tomando como E_1 , 60.000 Kg/cm² que es el valor comúnmente utilizado para el cálculo de la resistencia a fatiga de un concreto y como E_2 el que surge de aplicar la expresión de Boussinesq para un valor de la deflexión sobre el pavimento fisurado que tomamos como subrasante, de $200 \cdot 10^{-2}$ mm'.

El espesor necesario para no superar la resistencia a fatiga del concreto, resultó mucho menor (alrededor de 12 cm) del que la experiencia indica que es necesario colocar para asegurar una vida útil aceptable, al reforzar una estructura de las características mencionadas. Esto confirmaría lo enunciado al final del punto a) ya que las conclusiones erróneas que surgen del cálculo anterior sólo pueden deberse al valor E_1 adoptado.

c) Análisis utilizando los gráficos de Odemark.

Se utilizaron los gráficos de Odemark (3)



que permiten calcular para un sistema bicapa, el valor de la relación modular E_1/E_2 , si se conoce $\frac{h_1}{a}$ siendo a el radio del área cargada y FW que es la relación entre la deflexión después de colocada la capa de espesor h_1 y antes de colocar la misma.

Este cálculo se hizo para cada una de las capas colocadas, tomando en cada caso como subrasante todo lo existente debajo de la capa en cuestión, como puede apreciarse en el gráfico N° 3.

Los resultados obtenidos indicaron que la relación modular parte de un valor pequeño para la primera capa de 5 cm, aumenta luego a 30 - 40 para la 2a. y 3a. capa, llegándose finalmente a 150 - 300 para la última capa. Calculando el valor de E_1 , E_2 , E_3 y E_4 en cada caso se evidencia que toma valores entre 5.000 y 10.000 kg/cm² para la 1a. capa de 5 cm, de 20.000 a 25.000 kg/cm² para la 2a. y 3a. capa, hasta llegar a valores entre 60.000 y 100.000 kg/cm² o mayores para la 4a. capa en las distintas progresivas del tramo experimental.

A similares valores se llegó utilizando el gráfico de Odemark (4) que permite calcular la relación modular conociendo el valor del radio de curvatura.

Analizando con estos mismos gráficos la medida de deflexiones en lo que denominamos km anterior del tramo experimental, en el que se colocaron sólo 10 cm de concreto asfáltico sobre el pavimento existente, se llegó a un valor del módulo de 18.000 kg/cm².

d) Apreciación del módulo dinámico.

Dado que los valores determinados para E_1 por los métodos ya mencionados, que se manejan con deflexiones y radios de curvatura, son los que corresponden a un módulo estático, se realizó el siguiente cálculo para determinar cuál sería el módulo dinámico de una capa poco espesa de concreto asfáltico, colocada sobre un pavimento fisurado.

En el sector del tramo experimental que hemos denominado km anterior, en donde se colocaron como ya se dijo 10 cm de concreto asfáltico, se realizó el seguimiento del mismo hasta la falla por fatiga. De esta manera conociendo el tiempo transcurrido hasta la falla y determinando el número de ejes equivalentes de 10 tn (N) que la provocaron, se puede llegar a la apreciación indirecta del módulo con que trabajó la capa de concreto.

Para el cálculo de N en cuestión se contó con un censo de clasificación realizado en el

tramo por el Departamento de Investigaciones, que permitió conocer la composición del tránsito que circula por el mismo, o sea los porcentajes de autos, ómnibus, camiones con y sin acoplado, etc.

Luego el Departamento Tecnología realizó un conteo durante varias jornadas, del N° de camiones de cada tipo que pasan a vacíos por el tramo en estudio. Hecho esto sólo restaba la determinación del peso de cada eje, para poder calcular el factor de carga de cada tipo de vehículo. Para ello se utilizaron los resultados de un censo de cargas realizado por el Departamento Investigaciones, que permite apreciar el peso de cada eje de cada tipo de camión, cargado y vacío.

De esta forma se llegó a un valor del N° de ejes equivalentes de 10 t de $7,2 \cdot 10^4$ que pasaron por el tramo durante los 250 días que transcurrieron desde que fue librado al tránsito, hasta que falló por fatiga.

Luego se determinó en un gráfico, como se va a mostrar más adelante en el estudio de fatiga, el valor de la deformación admisible a tracción para ese número de solicitaciones de la mezcla utilizada en la obra que era un concreto asfáltico.

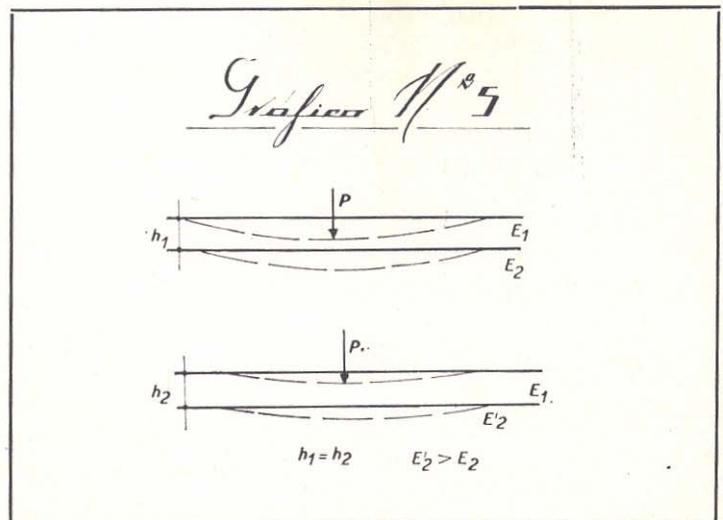
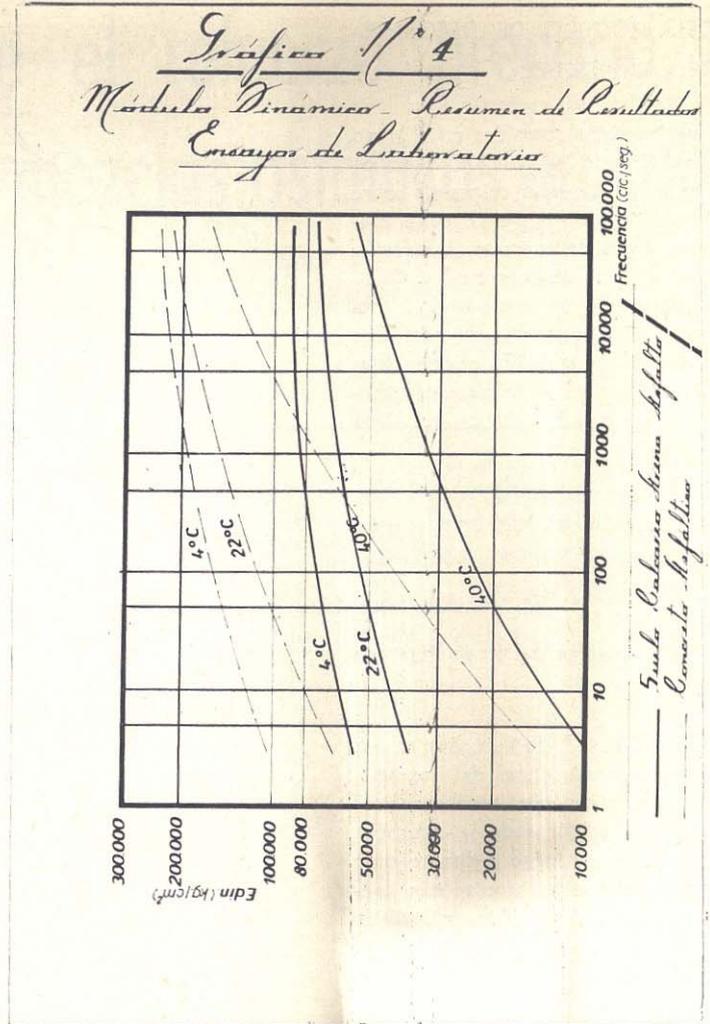
Finalmente conociendo este último valor que denominaremos ϵ_m y procediendo por tanteo en lo que hace a la determinación de la relación modular, se resolvió un sistema bicapa en el que el módulo de subrasante se calculó por Boussinesq, ya que se conocía el valor de la deflexión antes de colocar los 10 cm de concreto.

De esta forma se puso en evidencia que para que ese sistema bicapa tuviera un ϵ_m (deformación admisible unitaria de tracción) igual a la calculada, la relación modular entre concreto y subrasante, debía ser de aproximadamente 30.

Con ese valor y el de subrasante calculado, se llegó a un módulo dinámico para el concreto de 18.000 kg/cm², lo cual confirma todas las suposiciones ya enunciadas. Este valor del módulo corresponde a una temperatura de 20°C y tiempo de aplicación de la carga de 0,02 seg, ya que así se calculó ϵ_m . Sin embargo es prácticamente coincidente con el calculado para ese mismo espesor por los métodos estáticos ya enumerados, en los cuales la temperatura de referencia es la misma pero el tiempo de aplicación de la carga es el que corresponde a un ensayo Benkelman.

Para hallar una justificación a este hecho, se procedió a hacer un análisis de la forma que toma la curva de Stiffness - tiempo de aplicación de la carga para un concreto asfáltico y para un suelo calcáreo arena asfalto, determinadas en laboratorio por el Ing. Tosticarella, con muestras extraídas de un tramo experimental que ha realizado este Departamento en la Ruta 188, Tramo Pergamino - Cano.

De la observación de las mismas se desprende como puede apreciarse en el gráfico N°. 4, que las curvas correspondientes al suelo calcáreo arena asfalto, en el rango de temperatura en que se está realizando el estudio son sensiblemente paralelas al eje de abscisas.



La línea
completa de
cargadores
frontales

FIAT-ALLIS
y **CRYBSA**

de capacidad
de balde
desde

0,700 m³
hasta 5 m³
los encontrará en

FIDEMOTOR

11 de Septiembre 1350 - (1646) San Fernando
Pcia. Bs. As. 744-7534/7591/1103/4727

y sus concesionarios
en todo el país

CRYBSA
S.A.

C-130

Proponga
su financiación

Departamento Comercial: 11 de Septiembre 1350 (1646) San Fernando - Pcia. Bs. As. - 744-1103/4727
Planta Industrial: Gral. Paz y La Pampa (8336) VILLA REGINA - Pcia. de Rio Negro Tel. 8309 - 8395



Teniendo en cuenta que el módulo de esta mezcla medido por medio de diversos ensayos y frecuencias es menor o igual a la mitad del correspondiente al concreto asfáltico, en el que este hecho no se verifica, es evidente que al disminuir el Stiffness se reduce paralelamente la influencia de la variable tiempo de aplicación de la carga sobre el valor del mismo.

Es por tal motivo que al manejarnos con un valor del módulo del orden de 25.000 kg/cm² que corresponde a espesores débiles de refuerzo, no aparecen diferencias apreciables al calcularlo por métodos estáticos y dinámicos.

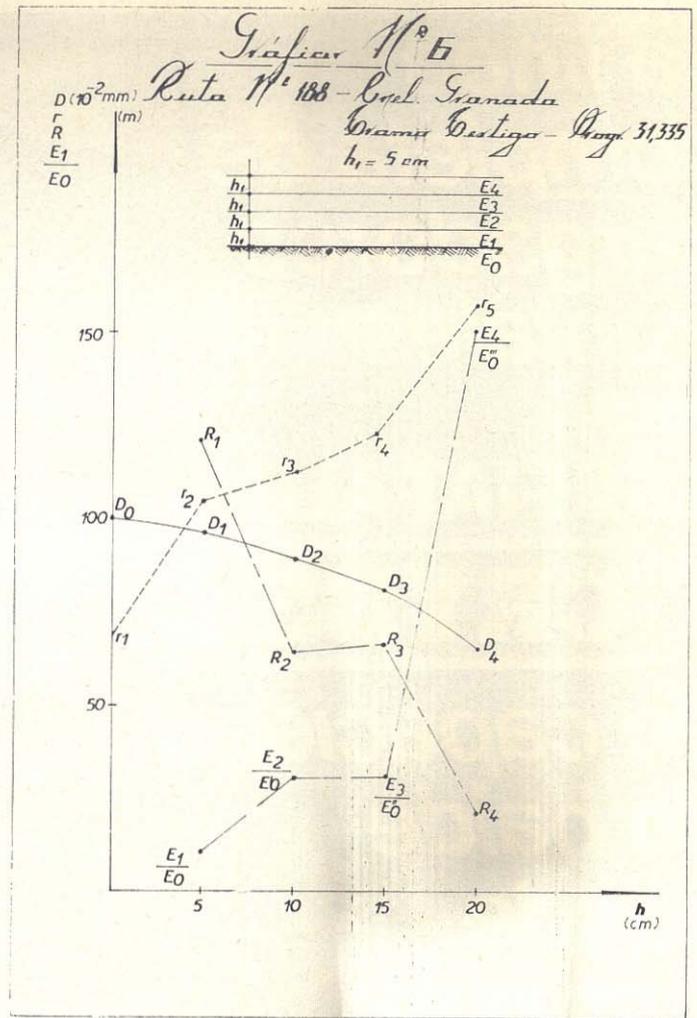
Por otra parte esta misma conclusión surge del análisis efectuado por Ponts et Chaussées acerca de la utilización del producto rD (r = radio de curvatura, D = deflexión) para la auscultación de calzadas (5) en el cual se propone un gráfico que permite calcular la relación modular en un bicapa, conociendo el producto rD, el espesor de la capa y el radio del área cargada.

Las condiciones de aplicabilidad del método son no superar un espesor de 10 cm de capa, ya que por encima de ese valor en razón de la visco-elasticidad, de la influencia de la temperatura y de la velocidad de aplicación de las cargas, la interpretación del producto rD debe ser tratada con precaución.

Aceptando entonces que el concreto asfáltico colocado en un espesor de 10 cm sobre un pavimento fisurado, ha actuado con un módulo de deformación del orden mencionado y teniendo en cuenta el hecho ya demostrado que al aumentar los espesores, la relación modular concreto-subrasante va en aumento, es evidente que, el Stiffness con que se comporta una mezcla asfáltica es función del módulo equivalente de la estructura sobre la cual está apoyada.

Este fenómeno es visualizable con el siguiente esquema: Analicemos un sistema bicapa sometido a una determinada carga en el cual al deformarse la subrasante se deforma también la capa de mezcla asfáltica colocada encima con una flecha f₁ como puede verse en el gráfico N.º 5. Es evidente que si se mantiene constante la carga, pero consideremos una subrasante más deformable que la anterior, la deformación de la capa asfáltica va a ser mayor que en el primer caso con una flecha f₂ de manera que f₂ > f₁. Este hecho está indicando que todo sucede como si el módulo, determinado en base a la deformación unitaria producida por una determinada carga, de la capa colocada en el caso 1 fuera mayor que el de la colocada en el caso 2.

Es por tal motivo que al ir colocando sucesivas capas de concreto asfáltico en el tramo experimental, al disminuir las deflexiones o sea al constituir cada capa una subrasante de mejor nivel de sustentación respecto a la anterior, el Stiffness con que se comporta la mezcla va creciendo al ir aumentando el espesor de



refuerzo, hasta llegar al valor que le es característico a un concreto asfáltico, cuando dicho espesor es de 20 cm aproximadamente en el caso del tramo en estudio.

Podríamos asimilar este enfoque a lo que ocurre con las capas de suelo seleccionado o granulares no cementadas en las que la relación modular entre dos de ellas está acotada, de manera que cualquiera sea la capa granular o de suelo seleccionado, colocada sobre otra capa de un cierto módulo, el módulo con que trabaja no puede superar un cierto valor que en general se fija entre 2 y 4 veces el de la capa que le sirve de apoyo.

Existen varios trabajos en los que se hace alusión a este hecho; entre los más recientes podemos mencionar "Nuevo Método Shell", en el cual se analiza un sistema tricapa, constituido por subrasante de módulo E₃, una capa no ligada de módulo E₂ y la capa de rodamiento de módulo E₁. Al respecto se establece que:

$$E_2 = K_2 E_3$$

donde 2 < K₂ < 4.

A similares valores se hace referencia en un trabajo perteneciente a Kentucky Research (6)

presentado en Ann Arbor, Michigan en 1977 en el cual se fija:

$$E_2 = K_2 E_3$$

donde 1,5 < K₂ < 4.

Algunas de las conclusiones mencionadas pueden visualizarse en el gráfico N.º 6, en el cual se representan en ordenadas los valores de deflexiones, radio de curvatura, R de Ruiz y relaciones modulares correspondientes a cada una de las capas del tramo experimental.

En el mismo se hace evidente cómo la disminución de deflexiones es acompañada por un aumento de radios de curvatura y una disminución del R de Ruiz que cae bruscamente cuando el radio de curvatura supera un cierto valor. Y finalmente se puede apreciar la estrecha relación existente entre el aporte estructural expresado a través de la constante de Ruiz y la relación modular entre cada capa y todo lo existente debajo.

Finalmente podemos decir como conclusión que el módulo de la capa asfáltica es función del módulo de la capa que le sirve de base y existe una relación definida que para espesores débiles de refuerzo, se halla en el orden de 30 - 40, o sea que $\frac{E_1}{E_0} \cong 30 - 40$ cualquiera sea la mezcla asfáltica.

ESTUDIO DE FATIGA.

Se tomó como punto de partida el estudio de fatiga realizado por la Shell, que forma parte del informe sobre su nuevo método de diseño de pavimentos asfálticos, presentado en Michigan - Ann Arbor en agosto de 1977 (6).

En el mismo se trabaja con 12 mezclas distintas, concretos, macadam, arenas asfalto, etc., con diferentes concentraciones volumétricas de agregados, cemento asfáltico y vacíos, aún dentro del mismo tipo de mezcla y distintos tipos de asfalto.

Para dos de esas mezclas, se dan los gráficos ϵ_m - deformación unitaria admisible a tracción, en función del Stiffness de las mismas para valores de N de 10^4 , 10^5 , 10^6 y 10^7 y para todas las mezclas se cuenta con los gráficos ϵ_m - Stiffness para $N = 10^6$.

Se acompaña además un ábaco que permite calcular el Stiffness de cada mezcla, conociendo V_g : porcentaje en volumen de agregado, V_b : porcentaje en volumen de asfalto, ambos referidos a la mezcla total, y el Stiffness del asfalto para una determinada temperatura y tiempo de aplicación de la carga, que puede ser calculado utilizando el Abaco de van der Poel.

Para proceder al análisis se fijaron dichos parámetros en 20°C y $0,02$ seg que es el tiempo de aplicación de la carga que corresponde al tránsito desplazándose a $50 - 60$ km por hora aproximadamente.

Se trabajó luego con la hipótesis de Pell enunciada en Michigan en 1962 (7), según la cual lo que gobierna la resistencia a fatiga de una mezcla asfáltica es la magnitud de la deformación del asfalto. Tal deformación puede ser expresada por:

$$\epsilon_b = \frac{\epsilon_m}{V_b}$$

ϵ_b = deformación a tracción del asfalto
 ϵ_m = deformación a tracción de la mezcla
 V_b = porcentaje en volumen de asfalto

Como Pell se manejó con mezclas con muy bajos vacíos (aproximadamente 1 %), esto es totalmente cierto, pero cuando existen vacíos mayores es necesario corregir la expresión como el mismo autor lo sugiere.

Para poder efectuar dicha corrección se realizó el siguiente análisis:

1º.) Se calculó

$$\epsilon_b = \frac{\epsilon_m}{V_b}$$

para cada una de las mezclas de Shell obteniéndose como era de esperarse, diferentes valores de ϵ_b para el mismo tipo de asfalto, por la presencia de vacíos en las mezclas (se eligieron las mezclas con vacíos comprendidos entre 1,7 y 11 % por ser el intervalo que interesa en las mezclas usadas en Argentina).

Los valores ϵ_m fueron medidos entrando en los gráficos ya explicados, para $N = 10^6$ con el Stiffness de la mezcla calculado con el ábaco en las condiciones de temperatura y tiempo de aplicación de la carga ya enun-

ciados. En este caso ϵ_m representa la deformación admisible (resistencia a fatiga) de la mezcla para $N = 10^6$.

2º.) Se representó en el gráfico N° 7 en abcisas ϵ_b y en ordenadas el porcentaje en volumen de vacíos, obteniéndose una nube de puntos que definen una recta cuyos parámetros se calcularon por el método de los cuadrados mínimos. De tal forma resultó $\text{tang } \alpha = 92,49$ y ϵ_{b0} que ahora sí es el valor real, para 0% de vacíos, de la deformación admisible a tracción del asfalto para $N = 10^6$ que resultó

$$\epsilon_{b0} = 1,77 \cdot 10^{-3}$$

para

$$N = 10^6, 20^\circ\text{C}, 0,02 \text{ seg}$$

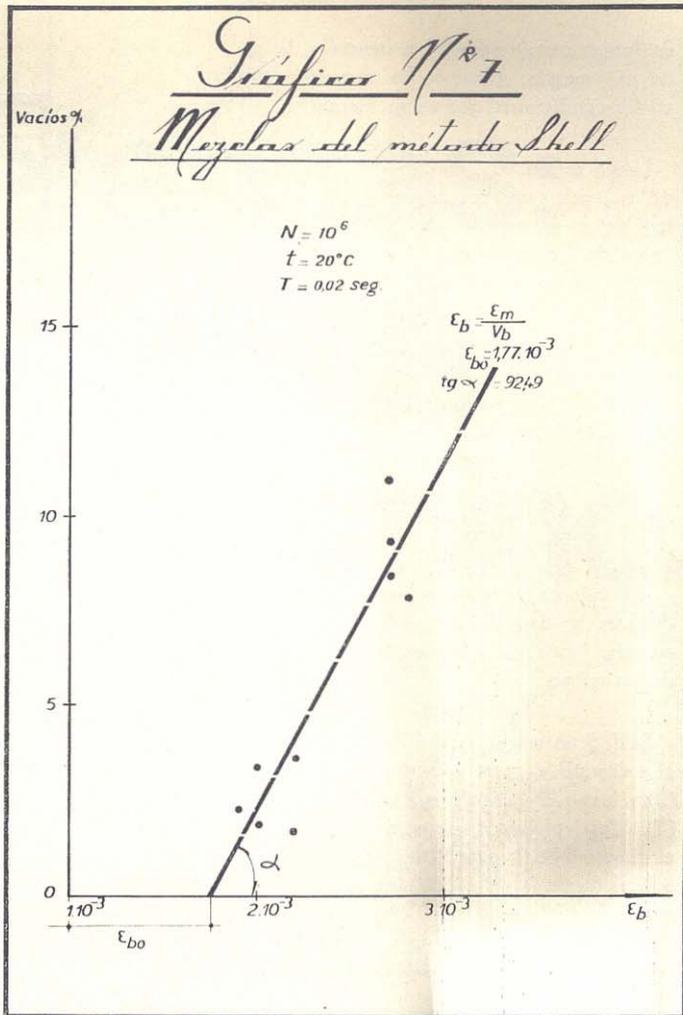
y un asfalto dado.

La ecuación de la recta puede ser escrita así:

$$\epsilon_b = \epsilon_{b0} + \frac{V}{\text{tag } \alpha} = \frac{\epsilon_m}{V_b} \quad (1)$$

$$\epsilon_{b0} = \frac{\epsilon_m}{V_b} - \frac{V}{\text{tag } \alpha}$$

y también será:



$$\epsilon_m = \left(\epsilon_{b0} + \frac{V}{\text{tag } \alpha} \right) V_b \quad (2)$$

○ sea que la resistencia a fatiga de cualquier mezcla (ϵ_m) para $N = 10^6$ cuyos vacíos estén dentro del intervalo considerado (1,7 a 11 % en volumen) y preparada con el asfalto dado, será la que surge de la expresión (2) en la cual se cumple la hipótesis de Pell ya que para

$$V_b = 1 \text{ (asfalto puro)}$$

será

$$V = 0$$

y

$$\epsilon_m = \epsilon_{b0} = \epsilon_b \text{ máximo}$$

Luego se calculó la expresión (1) con los valores correspondientes a las mezclas propuestas por Shell, para verificar la constancia de ϵ_{b0} con esta corrección por vacíos que se propone, como puede verse en el cuadro N° 1.

De la observación del cuadro se desprende que la expresión (1) es aceptablemente precisa y por lo tanto es posible apreciar

en forma aproximada la resistencia a fatiga de una mezcla aplicando la expresión (2) en las condiciones que ya se fijaron.

Luego se procedió a verificar la constancia de ϵ_{bo} calculado con la expresión (1) con los datos extraídos de un trabajo sobre fatiga de Cooper and P. S. Pell publicada en el Laboratory Report 633 (8).

En el mismo se propone la siguiente expresión que relaciona $N =$ vida útil, con ϵ_m a través de dos coeficientes distintos para cada mezcla que denominen C y m .

$$N = C \left(\frac{1}{\epsilon_m} \right)^m \quad (3)$$

Los valores de C y m para 25 muestras distintas se dan en un cuadro, en el que además figura la composición volumétrica de las mismas.

Se fijó un valor de $N = 10^4$ y se calculó el valor de ϵ_m para cada mezcla utilizando (3) y luego el valor de ϵ_{bo} con la expresión (1). Los resultados obtenidos figuran en el cuadro N° 2, para 10°C y el tiempo de aplicación de la carga utilizado por los mencionados autores.

CUADRO N° 1

$N = 10^6$

Muestra N°	ϵ_m	$V_b \%$	V	ϵ_{bo}	Tipos de Asfalto
2	$2,8 \cdot 10^{-4}$	10,5	8,4	$1,8 \cdot 10^{-3}$	80/100
3	$2,2 \cdot 10^{-4}$			$1,8 \cdot 10^{-3}$	
1	$3,1 \cdot 10^{-4}$	14,2	1,7	$1,9 \cdot 10^{-3}$	40/50
4	$3,2 \cdot 10^{-4}$	11	11	$1,7 \cdot 10^{-3}$	45/60
6	$2,3 \cdot 10^{-4}$	11,4	1,9	$1,8 \cdot 10^{-3}$	40/60
7	$2,4 \cdot 10^{-4}$	11	3,6	$1,8 \cdot 10^{-3}$	
8	$2,7 \cdot 10^{-4}$	14,1	2,2	$1,7 \cdot 10^{-3}$	
9	$2,5 \cdot 10^{-4}$	9,3	9,3	$1,7 \cdot 10^{-3}$	
11	$5,3 \cdot 10^{-4}$	19,3	7,8	$1,9 \cdot 10^{-3}$	

CUADRO N° 2

N°	V_g	V_b	V	m	C	ϵ_m	$^\circ\text{C}$	ϵ_{bo}	Asfalto
B-6	80,2	14,4	5,4	3,6	10^{-9}	$245 \cdot 10^{-4}$	10	$1112 \cdot 10^{-3}$	60/70
B-7	80,6	15,8	3,6	6,3	$5 \cdot 10^{-20}$	$2,00 \cdot 10^{-4}$	10	$99 \cdot 10^{-3}$	60/70
B-8	80,7	17,1	2,2	4,9	$25 \cdot 10^{-14}$	$2,5597 \cdot 10^{-4}$	10	$12 \cdot 10^{-3}$	60/70
CONCRETOS ASFALTICOS									
A-1	81,7	13,5	4,8	5,1	$3,2 \cdot 10^{-15}$	$2,37 \cdot 10^{-4}$	10	$12 \cdot 10^{-3}$	40/50
A-2	81,9	13,3	4,8	4,6	$1,3 \cdot 10^{-13}$	$2,13 \cdot 10^{-4}$	"	$1,11 \cdot 10^{-3}$	"
A-3	81,6	13,4	5	3,9	$1,3 \cdot 10^{-10}$	$2,75 \cdot 10^{-4}$	"	$15 \cdot 10^{-3}$	"
A-4	80,3	14,1	5,6	4,6	$2,5 \cdot 10^{-13}$	$2,45 \cdot 10^{-4}$	"	$1,4 \cdot 10^{-3}$	"
A-5	79,9	14,1	6	5,5	$4 \cdot 10^{-17}$	$1,95 \cdot 10^{-4}$	"	$0,74 \cdot 10^{-3}$	"
A-6	79,9	13,2	6,9	4,5	$1,3 \cdot 10^{-13}$	$1,76 \cdot 10^{-4}$	"	$0,6 \cdot 10^{-3}$	"
A-7	80,8	13,6	5,6	4,2	$7,9 \cdot 10^{-12}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	"	$1,25 \cdot 10^{-3}$	"
A-12	82	13,5	4,5	3,2	$3,2 \cdot 10^{-8}$	$2,56 \cdot 10^{-4}$	"	$1,4 \cdot 10^{-3}$	"
A-13	79,6	15	5,4	3,1	10^{-7}	$2,83 \cdot 10^{-4}$	"	$1,3 \cdot 10^{-3}$	"
A-14	83,6	12,9	3,5	5,2	10^{-15}	$2,22 \cdot 10^{-4}$	"	$1,34 \cdot 10^{-3}$	"
B-1	82,6	10,5	6,9	4	$2,5 \cdot 10^{-12}$	$1,26 \cdot 10^{-4}$	10	$119 \cdot 10^{-3}$	80/200
B-3	84	11	5	3,5	10^{-9}	$1,93 \cdot 10^{-4}$	"	$1,20 \cdot 10^{-3}$	"
B-5	82,2	13,2	4,6	3,6	$2 \cdot 10^{-10}$	$1,56 \cdot 10^{-4}$	"	$0,7 \cdot 10^{-3}$	"
B-2	85	11,8	3,2	3,8	$1,5 \cdot 10^{-10}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$	10	$16 \cdot 10^{-3}$	90/110
B-4	82,9	14,1	3	4,2	$7,9 \cdot 10^{-13}$	$1,46 \cdot 10^{-4}$	"	$0,7 \cdot 10^{-3}$	"
B-9	81	16,8	2,2	4,9	$2,5 \cdot 10^{-14}$	$2,56 \cdot 10^{-4}$	10	$1,2 \cdot 10^{-3}$	40/50
B-10	78,9	18,2	2,9	5,1	$1,3 \cdot 10^{-14}$	$3 \cdot 10^{-4}$	"	$1,3 \cdot 10^{-3}$	"
D-4	84,2	14,6	1,2	5,8	$5 \cdot 10^{-18}$	$2,12 \cdot 10^{-4}$	10	$1,3 \cdot 10^{-3}$	40/60
D-5	79,9	17,7	2,4	5,3	$1,6 \cdot 10^{-15}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$	"	$1,35 \cdot 10^{-3}$	"
D-7	80,3	17,8	1,9	4,5	$1,6 \cdot 10^{-12}$	$3,09 \cdot 10^{-4}$	"	$1,5 \cdot 10^{-3}$	"
D-6	80,2	18	1,8	5,8	$2,5 \cdot 10^{-17}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$	10	$1,35 \cdot 10^{-3}$	30/40
D-9	79,6	17,5	2,9	6,2	$4 \cdot 10^{-19}$	$2,44 \cdot 10^{-4}$	10	$1,1 \cdot 10^{-3}$	40/60

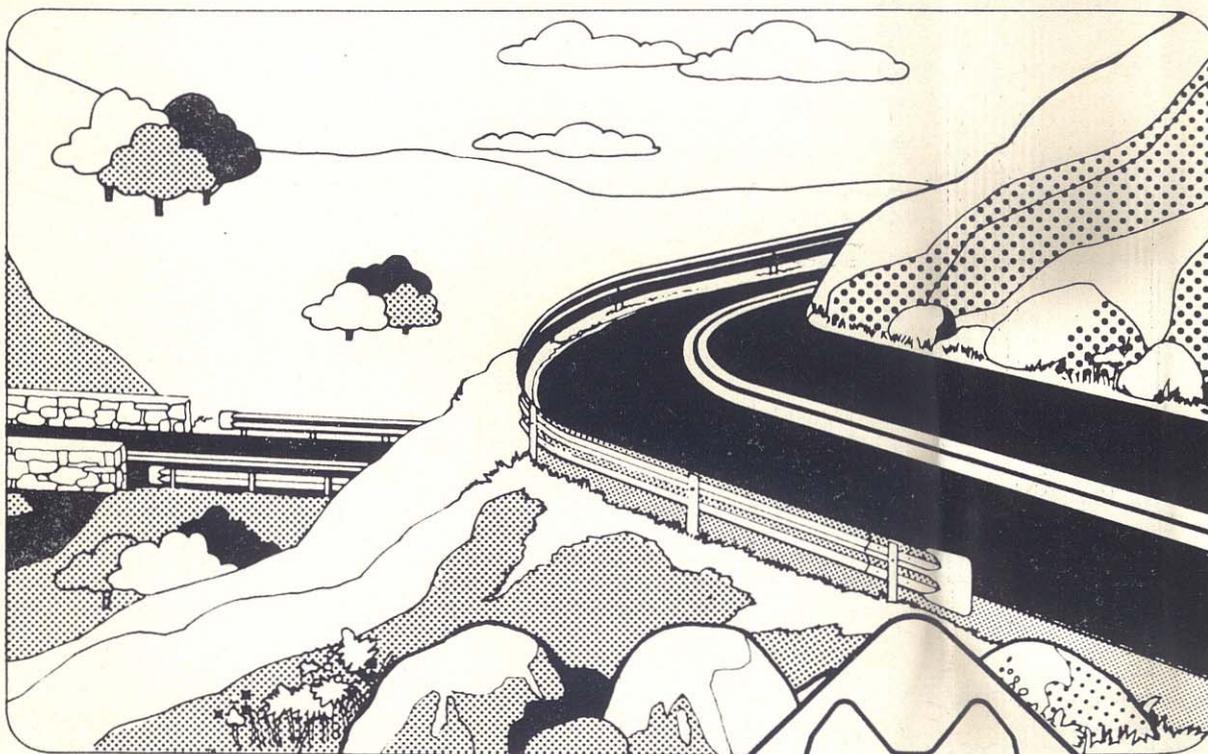
Como puede verse, la constancia es suficientemente precisa, excepto en las muestras B-5 y B-4 que contienen escoria en su composición, que es un agregado poroso y en consecuencia el cálculo de la concentración en volumen no es exacto y las A-5 y A-6, fenómeno éste atribuible a la dispersión de los datos utilizados en el trabajo para la determinación de los coeficientes C y m .

A continuación se procedió al estudio de lo propuesto para otros N , para lo cual se contaba con el gráfico del método Shell, correspondiente a la mezcla N° 3 (un macadam denso) que relaciona ϵ_m con Stiffness para 10^4 , 10^5 , 10^6 y 10^7 .

Se calculó el valor ϵ_{bo} para cada uno de los valores de N , los resultados obtenidos fueron los siguientes:

N	ϵ_{bo}	ϵ_m
10^4	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$4,7 \cdot 10^{-4}$
10^5	$2,45 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-4}$
10^6	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-4}$
10^7	$0,996 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$

En defensas: **DECOM** [®] "marca" el camino.



Las defensas **DECOM** son producidas por **COMESI S.A.I.C.** para ser instaladas en las carreteras, protegiendo, orientando, limitando, indicando, previniendo y disminuyendo los efectos que causan los accidentes en ellas. Nuestras defensas **DECOM** son fácilmente transportables, de mantenimiento mínimo, rápido montaje, totalmente intercambiables, estéticamente adaptables a cualquier diseño arquitectónico y excelentes por su singular visibilidad.



DECOM es un producto fabricado por:

COMESI [®] SAIC

Administración y Ventas: Av. Belgrano 1255 - (1093) Bs. As. - Tel. 38-1118/0245/9016/1016 - Planta Avellaneda: Gral. Espinosa 150 (1870) Avellaneda - Pcia. de Bs. As. - Tel. 201-1251/1252/5867/7086 - Planta Canning: Frente Estación Canning - Pdo. de Esteban Echeverría - Pcia. de Bs. As. - Tel. 295-1081 al 1085. Para una mayor y más completa información sobre este producto, dirijase al Dto. Técnico de **COMESI S.A.I.C.** donde nuestros Ingenieros y Asesores le ofrecerán la misma con toda solvencia.

INFORMACIONES DE VIALIDAD NACIONAL

JULIO - SETIEMBRE 1979

Aprobóse la reestructuración de la red nacional de caminos

A TAL FIN SE TRANSFERIRAN EN FORMA RECIPROCA Y GRATUITA, ENTRE LA DIRECCION NACIONAL DE VIALIDAD Y LAS JURISDICCIONES PROVINCIALES DIVERSOS TRAMOS Y SECCIONES DE RUTAS, DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO EN LOS ARTICULOS 2º. Y 38º. DEL DECRETO - LEY N°. 505/58.

Por decreto N°. 1595 de fecha 5 de julio de 1979, el Poder Ejecutivo Nacional aprobó la reestructuración de la Red Nacional de Caminos propuesta por la Dirección Nacional de Vialidad de acuerdo con las políticas fijadas por el Gobierno Nacional de transferir progresivamente al patrimonio provincial todos los bienes y servicios que, por su naturaleza o características se hallen con sustanciados con las necesidades locales, incorporando a su vez los que estén identificados con el interés y requerimiento de orden nacional.

Transcribimos a continuación el texto del Decreto N°. 1595/79:

Bs. As., 5 de julio 1979

VISTO el expediente n°. 14.746 - Vs - 78, del registro de la Dirección Nacional de Vialidad, por el que se propicia aprobar la reestructuración de la Red Nacional de Caminos transfiriéndose a tal

fin, en forma recíproca y gratuita, entre la mencionada Dirección Nacional y las jurisdicciones provinciales diversos tramos y secciones de rutas, en un todo de acuerdo con lo establecido en los artículos 2º. y 38º. del Decreto - Ley n°. 505/58; y

CONSIDERANDO:

Que la adopción de la medida propuesta responde a la finalidad perseguida por el SUPERIOR GOBIERNO DE LA NACION, de transferir progresivamente al patrimonio provincial todos los bienes y servicios que, por su naturaleza o características, se hallen con sustanciados con las necesidades locales, incorporando a su vez los que estén identificados con el interés y requerimiento de orden nacional.

Que en tal sentido debe encararse la descentralización en materia de vialidad.

Que es indudable que la Dirección Nacional de Vialidad debe ser el organismo rector de la planificación e investigación, transfiriendo a las provincias progresivamente el mantenimiento de las obras viales.

Que siguiendo ese propósito la Dirección Nacional de Vialidad entabló tratativas con las diversas autoridades provinciales, a fin de acordar las rutas que deban pasar a dichas jurisdicciones, teniendo en cuenta, en cada caso, los distintos factores que tornan aconsejable que los gobiernos provinciales asuman la responsabilidad de impulsar el crecimiento de la economía local, al disponer el mejoramiento de las vías de comunicación de su competencia.

Que el resultado final del estudio realizado, que responde a lo acordado en la Ciudad de Corrientes en la XVIII ASAMBLEA ANUAL ORDINA-

RIA DEL CONSEJO VIAL FEDERAL, durante los días 17 al 19 de mayo de 1978 y reuniones posteriores con las autoridades de las distintas vialidades provinciales, se halla resumido en las planillas y planos anexos, que forman parte integrante del presente decreto, cuya aprobación procede en marcha la remodelación de la Red Nacional de Caminos en forma inmediata.

Que de acuerdo a lo establecido en el artículo 5º. de la Ley n°. 19.498, la Dirección Nacional de Vialidad está facultada para transferir gratuitamente a los organismos viales provinciales, las rutas, tramos o secciones correspondientes al Sistema Troncal de Caminos Nacionales que dejen de formar parte del mismo por modificación de trazado o por reestructuración de la Red Troncal, comprendiendo terrenos, puentes, obras de arte,

alcantarillas y obras anexas.

Que el medio idóneo para efectivizar la transferencia es la celebración de los convenios necesarios entre la Dirección Nacional de Vialidad y los organismos viales provinciales, en un todo de acuerdo con el detalle consignado en las planillas y planos anexos, que forman parte integrante del presente decreto.

Por ello,

EL PRESIDENTE DE LA NACION ARGENTINA
DECRETA:

Artículo 1º. — Apruébase la remodelación de la Red Nacional de Caminos la que quedará integrada por las rutas y tramos indicados en las planillas y planos anexos, que forman parte integrante del presente decreto.

Art. 2º. — La Dirección Nacional de Vialidad celebrará con los organis-

mos provinciales los convenios necesarios para materializar las transferencias gratuitas de las rutas, tramos y secciones del Estado Nacional (Dirección Nacional de Vialidad), a las provincias (organismos viales provinciales) y de éstas a aquél, resultantes de la modificación que se aprueba en el artículo 1°.

Art. 3°.— Establécese que las transferencias de que se trata, comprenderán los terrenos, puentes, obras de arte, alcantarillas y obras anexas, y todo lo adherido al suelo, dentro de la zona de camino, con sus correspondientes títulos, mensuras, etc., acordándose, que los cam-

mentos y dependencias adyacentes a las rutas, tramos y secciones involucrados, equipos, personal afectado a las tareas y servicios nacionales regidos por el Decreto - Ley n°. 505/58, deberán ser motivo de acuerdos especiales entre las partes intervinientes, evaluándose en cada caso las conveniencias del servicio que tornen o no viable su traspaso.

Art. 4°.— Determinase que los contratos de obras, en el momento de efectuar la transferencia, que se hallen en construcción o deban ejecutarse, continuarán bajo la responsabilidad exclusiva de la

dependencia de origen, la que proseguirá con la supervisión y el pago de las obligaciones emergentes, hasta la oportunidad en que se opere la recepción definitiva de los trabajos, en que pasarán automáticamente a la jurisdicción que correspondi, conforme lo acordado en el artículo 1°.

Art. 5°.— En los casos en que la Dirección Nacional de Vialidad construya nuevos caminos donde se modifiquen los trazados actuales, estos últimos dejarán de pertenecer a la Red Nacional, pasando automáticamente a la jurisdicción provincial respectiva.

Art. 6°.— Los convenios que se celebran en función de lo dispuesto por el presente decreto, serán sometidos a la consideración y aprobación del Poder Ejecutivo como lo establece el artículo 38 del Decreto - Ley n°. 505/58.

Art. 7°.— Establécese que a los efectos del cumplimiento integral del presente decreto, se fija como plazo límite para la materialización de las transferencias, SESENTA (60) días a partir de su promulgación, fecha en la cual, la jurisdicción de las rutas, tramos o secciones serán las indicadas en las planillas y planos ane-

xos, que forman parte integrante del mismo.

Art. 8°.— La Dirección Nacional de Vialidad propondrá la modificación de su estructura orgánica, en virtud del cumplimiento del presente decreto dentro del plazo de NOventa (90) días.

Art. 9°.— Comuníquese, publíquese, dése a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese.

(Fdo)

VIDELA
HARGUINDEGUY
MARTINEZ DE HOZ

Remodelación de la Red Nacional de Caminos

Provincias	Longitud en kilómetros		
	Rutas nacionales (red troncal y de vinculación que quedan en la Red Nacional)	Rutas provinciales que se incorporan a la Red Nacional	Rutas nacionales que pasan a jurisdicción Provincial o Municipal
Buenos Aires	5.079,69	255.—	987,24
Catamarca	933,15	7.—	1.329,53
Córdoba	2.361,17	138,86	832,01
Corrientes	1.225,06	262,40	762,51
Chubut	2.197,78	6,50	312,95
Chaco	1.086,49	—	267,85
Jujuy	662,29	64,72	458,66
Entre Ríos	1.388,44	154,05	844,59
Formosa	1.438,50	—	208,30
La Pampa	1.191,41	381.—	733,25
La Rioja	994,98	296.—	413,54
Mendoza	1.588,47	189.—	529,44
Misiones	868,14	120.—	100,13
Neuquén	1.526,61	—	557,48
Río Negro	2.360,90	—	762,01
Salta	1.719,70	208.—	1.001,87
San Juan	749,38	157.—	599,67
San Luis	1.133,46	229.—	514,48
Santiago del Estero	1.553,72	—	936,98
Santa Fe	2.106,19	345,66	814,71
Santa Cruz	2.044,66	393,34	442,37
Tucumán	449,99	16,18	48.—
Tierra del Fuego (*)	421,55	—	—
Totales - kilómetros	35.081,73	3.230,71	13.471,58

(*) Por tratarse de Territorio Nacional todas las rutas son de jurisdicción nacional.

(Viene de la pág. 18)

Con lo cual se puede representar ϵ_{bo} en función de N y ϵ_m en función de N , como se aprecia en el gráfico N° 8. Como puede verse ambas rectas son aproximadamente paralelas de acuerdo a la hipótesis de Pell, lo cual verifica que la $\text{tg } \alpha$ es una constante para cualquier N , motivo por el cual la expresión (2) puede ser utilizada para cualquier N con el ϵ_{bo} que corresponde en cada caso.

Finalmente se calculó el valor del Stiffness de la mezcla 3 para otras temperaturas 10°C y 30°C, midiéndose los nuevos ϵ_m que estén representados en el gráfico N° 8 ya mencionados. Es evidente que la resistencia a fatiga de la mezcla sufre mayor variación al pasar de 20°C a 30°C que al bajar de 20°C a 10°C.

También se procedió al cálculo de ϵ_m para distintas combinaciones de V : % en volumen de vacíos y V_b : % en volumen de asfalto, para $N = 10^6$ y las condiciones de temperatura y tiempo indicados para ver la influencia de ambas variables en la resistencia a fatiga de una mezcla. Se mantuvieron constantes los vacíos y se le dieron valores a V_b de 5 - 10 - 15 y 20 %.

Se obtuvo así el gráfico N° 9 con porcentaje de vacíos de 2 - 4 - 6 - 8 y 10 %.

Se ubicó en dicho gráfico el punto correspondiente a un concreto convencional dosificado en el laboratorio de ensayos Marshall, del Departamento Tecnología y el correspondiente a una arena asfalto dosificada con los materiales a ser utilizados en un tramo experimental que se encuentra en vías de ejecución, ambas con el mismo asfalto.

Dicho tramo forma parte de la Ruta N° 8 Tramo: Río Cuarto - Lte. con San Luis, en la Provincia de Córdoba.

Las conclusiones que se extraigan de este tramo, servirán como verificación de todo lo dicho en este trabajo. La mezcla arena asfalto fue dosificada con distintos porcentajes de cemento asfáltico, adoptándose como composición volumétrica más conveniente la siguiente:

$V_g = 81,5$ % $V_b = 14,5$ % $V = 4$ %

Dosificación en peso

Agregado = 93,5 % $\left\{ \begin{array}{l} 74,8 \text{ Arena Río IV} \\ 18,7 \text{ Arena Médano} \end{array} \right.$
C. A. = 6,5 % (70/100)

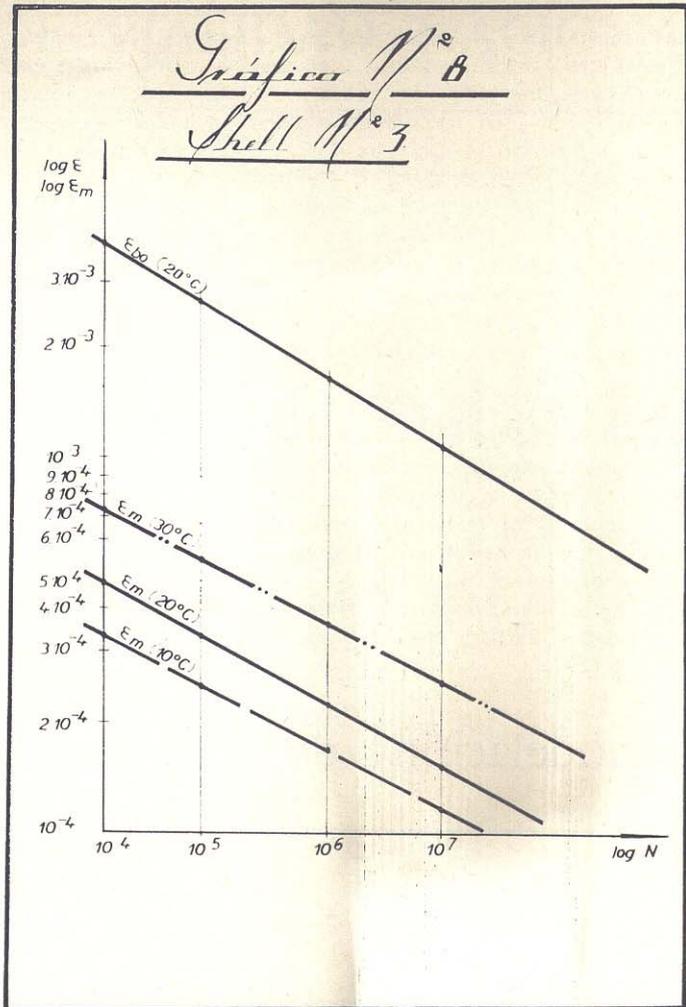
Dosificación en volumen

% en volumen de áridos: 81,5
% en volumen de C. A.: 14,5
% en volumen de vacíos: 4,0

Granulometría

% QUE PASA CRIBA O TAMIZ N°.

3/8"	4	8	16	30	50	100	200
100	88	70	51	30	22	20	5,6



Características de la mezcla en la dosificación óptima

Densidad: 2,270 kg/dm³ Est.: 491 kg
Vacíos: 4 % Fluencia: 0,19 cm
VAM: 18,7 % R E/F: 2.580 kg/cm
RBV: 79,0 %

Concreto Asfáltico.

Dosificación en peso

19,2 % agregado pétreo grueso
33,6 % agregado pétreo fino
28,8 % arena trituración
14,4 % arena sílicea
4,0 % arena C. A. 70/100

Dosificación en volumen

% volumen de áridos: 85,7
% volumen de C. A.: 9,6
% volumen de vacíos: 4,7

Granulometría

% QUE PASA CRIBA O TAMIZ N°.

1"	3/4"	3/8"	4	8	40	200
100	90	60	42	35	19	3,5

Característica de la mezcla en la dosificación óptima

Densidad: 2,411 kg/dm³ Est.: 852 kg
Vacíos: 4,7 % Fluencia: 0,23 cm
VAM: 14,3 % R E/F: 3.705 kg/cm
RBV: 67 %

Como puede apreciarse en el gráfico, la mezcla arena asfalto tiene una deformación admisible a tracción mayor que el concreto asfáltico, como surge por otra parte del cálculo correspondiente, utilizando la expresión (2).

Concreto Asfáltico

$$\epsilon_m = \left(\epsilon_{bo} + \frac{V}{\text{tg } \alpha} \right) V_b$$

$$N = 10^6 \quad \epsilon_{bo} = 1,77 \cdot 10^{-3}$$

$$\epsilon_{mc} = \left(0,00177 + \frac{0,047}{92,49} \right) 0,096$$

$$\epsilon_{mc} = 2,2 \cdot 10^{-4}$$

Arena Asfalto

$$\epsilon_{ma} = \left(0,00177 + \frac{0,04}{92,49} \right) 0,145$$

$$\epsilon_{ma} = 3,2 \cdot 10^{-4}$$

Teniendo en cuenta lo dicho al principio en cuanto a la constancia de densidades obtenidas en obra, en las sucesivas capas de concreto convencional en el tramo experimental, a pesar de la variación de relaciones modulares al aumentar el espesor de refuerzo, se puede concluir que no existe una variación de la mezcla en sí (por ejemplo dilatancia) sino sólo diferentes condiciones de apoyo, como ya se dijo.

Por lo tanto se puede admitir que la resistencia a fatiga tampoco cambia y se puede adoptar la determinada de acuerdo al análisis propuesto.

Luego como puede verse en el gráfico N.º 10, se determinó la recta $\log \epsilon_m - \log N$ para el concreto asfáltico convencional tomado como referencia y la arena asfalto dosificada para el tramo experimental de la Ruta Nacional N.º. 8 ya mencionado.

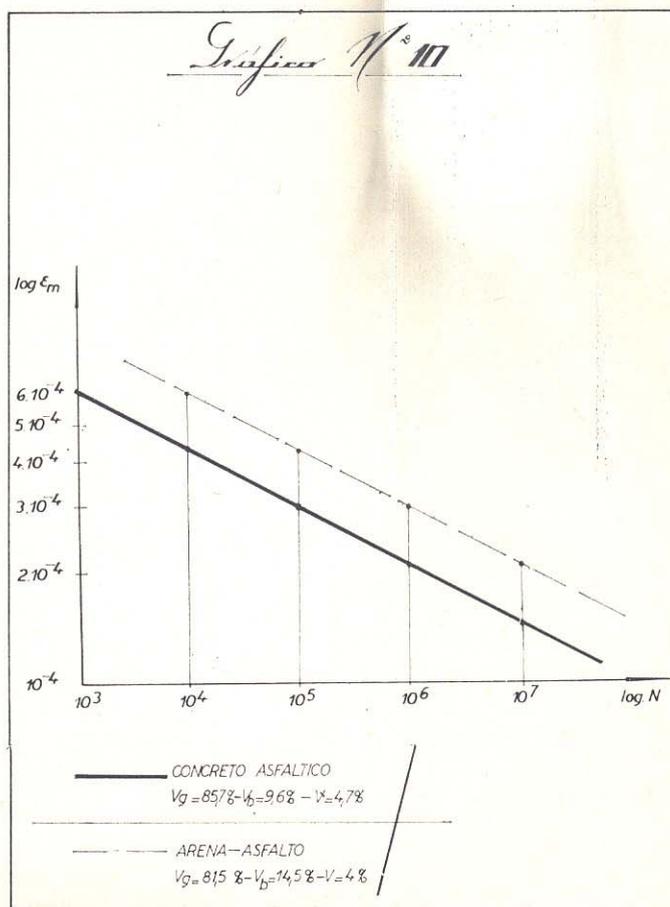
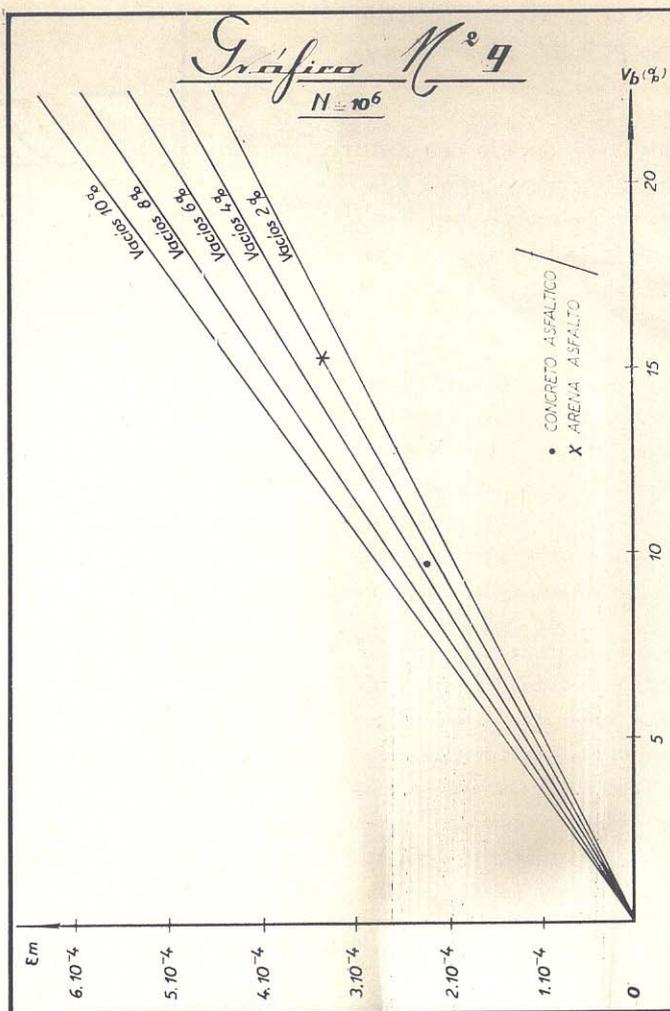
Los valores de ϵ_m se calcularon utilizando la expresión (2) con el valor de ϵ_{b0} que corresponde a cada N. Las composiciones volumétricas de ambas mezclas son las que pueden verse en el gráfico mencionado. Aun cuando las verificaciones efectuadas con las distintas mezclas extraídas de la bibliografía ya citada (6, 8) confirmarían la validez de la expresión (2) se considera necesario efectuar estudios de laboratorio para verificar experimentalmente tal expresión determinando el valor de ϵ_{b0} para los asfaltos utilizados en el país y la resistencia a fatiga de mezclas de distinto tipo preparadas con los mismos.

APLICACION AL ANALISIS DEL "REFUERZO PRECARIO"

Para aplicar los estudios efectuados detallados en los párrafos anteriores al análisis de un "refuerzo precario", se calculó el valor de ϵ_m (deformación admisible a tracción) que correspondería a un sistema bicapa, con un módulo de pavimento existente de 600 kg/cm² y un módulo de la mezcla a colocarse como refuerzo del orden de 25.000 kg/cm², que es el valor determinado para espesores reducidos de la capa. Los espesores tomados para el cálculo fueron 5 - 7 - 10 y 12 cm.

Los resultados obtenidos pueden verse en el gráfico N.º. 11. En el mismo puede observarse la diferencia de espesores necesarios para una vida de $N = 10^6$ según se utilice concreto asfáltico o arena asfalto como refuerzo.

Dicha diferencia se pone de manifiesto al trazar las rectas paralelas al eje de abscisas que corres-



ponden a los valores de ϵ_m , resistencia admisible a tracción para un $N = 10^5$, calculados para ambas mezclas.

Igual razonamiento puede hacerse para cualquier otro valor de N . Se evidencia así que 9 cm de arena asfalto permitirán obtener el mismo comportamiento bajo tránsito desde el punto de vista de resistencia a fatiga que 14,5 cm de concreto asfáltico.

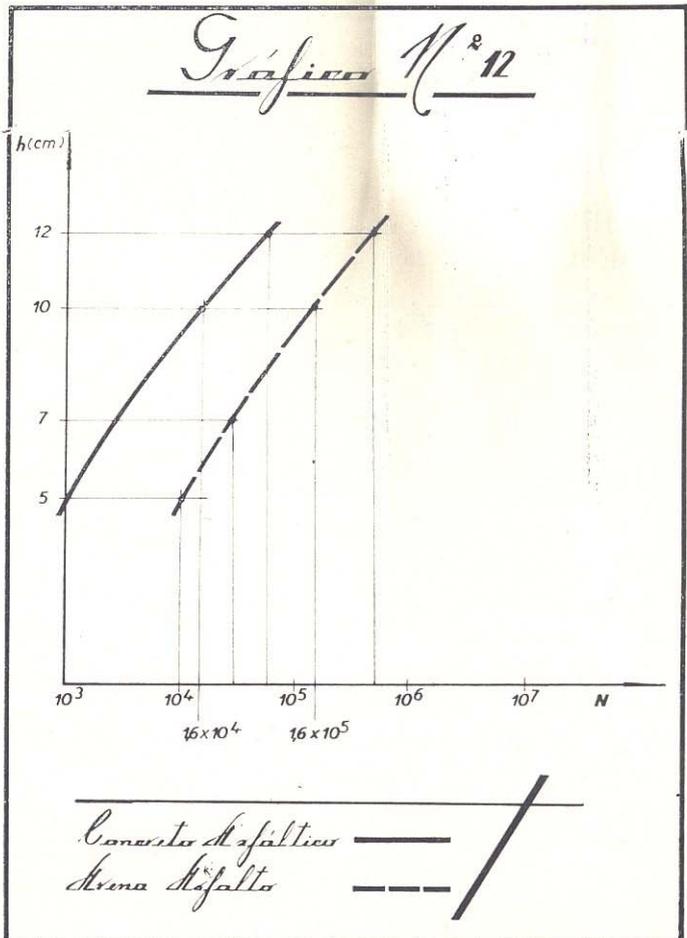
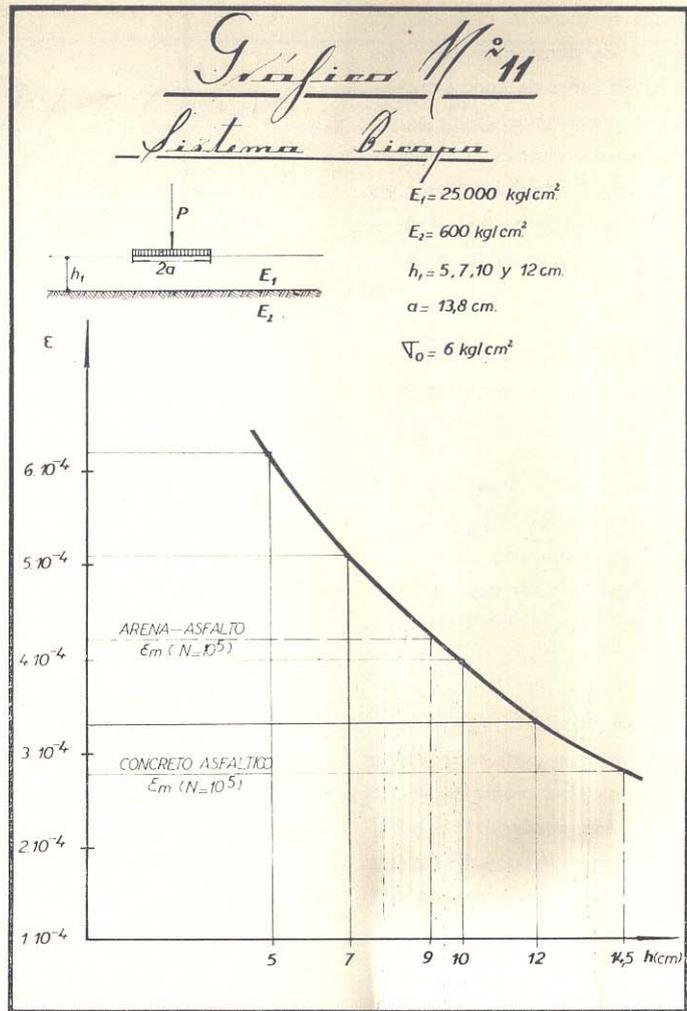
Otra forma de visualizar las ventajas de la utilización de una mezcla tipo arena-asfalto, es trazar las curvas que relacionan N y h (espesor de refuerzo) para poder apreciar las diferencias de vida que se obtienen con la mezcla propuesta o con un concreto convencional para un mismo espesor.

Lo antedicho puede apreciarse en el gráfico N.º 12. Para el trazado de ambas curvas se procedió de la siguiente forma: con los valores de ϵ_m calculados para el sistema bicapa ya visualizado en el gráfico N.º 10, se puede sacar del gráfico N.º 9 el valor de N que corresponde a cada mezcla para cada espesor, y de esta forma se pueden obtener las curvas mencionadas.

A título ilustrativo podríamos realizar el siguiente cálculo, suponiendo una ruta cualquiera por la cual circularían 160 ejes equivalentes de 10 t por día y por trocha y que contara con una estructura como las analizadas en este trabajo y que fuera a ser reforzada con 10 cm de concreto asfáltico. Como puede verse en el gráfico N.º 12 para este espesor la vida útil sería de $1,6 \cdot 10^4$ ejes equivalentes de 10 t o sea 100 días (3 meses), elevándose a $1,6 \cdot 10^5$ o sea 1.000 días (3 años) si se colocara igual espesor de una mezcla tipo arena asfalto, dosificada adecuadamente (gráfico N.º 9).

APLICACION DEL ANALISIS A UN REFUERZO DE ESPESOR MAYOR QUE EL DEFINIDO COMO "REFUERZO PRECARIO"

Lo dicho hasta aquí es totalmente válido para espesores débiles de refuerzo (5 a 12 cm) que hemos denominado "refuerzo precario". Si consideramos ahora una situación intermedia, es decir un espesor mayor de 12 cm de refuerzo pero sin llegar al total requerido, es evidente como se puede apreciar en el punto c) del presente trabajo, en el que se detallan los cálculos de las relaciones modulares utilizando Odemark que a medida que va creciendo el espesor de refuerzo, llega un determinado momento en que



la mezcla al mejorar sus condiciones de apoyo, puede comportarse con el módulo que le es característico.

En este caso, es decir espesores mayores de aproximadamente 12 cm de refuerzo, si calculamos el valor de la deformación unitaria de tracción en un bicapa como hemos hecho antes para una subrasante dada, las relaciones modulares a tomar serán distintas según la mezcla que coloquemos y por lo tanto obtendremos una curva para cada una de ellas que relaciona ϵ_m y h .

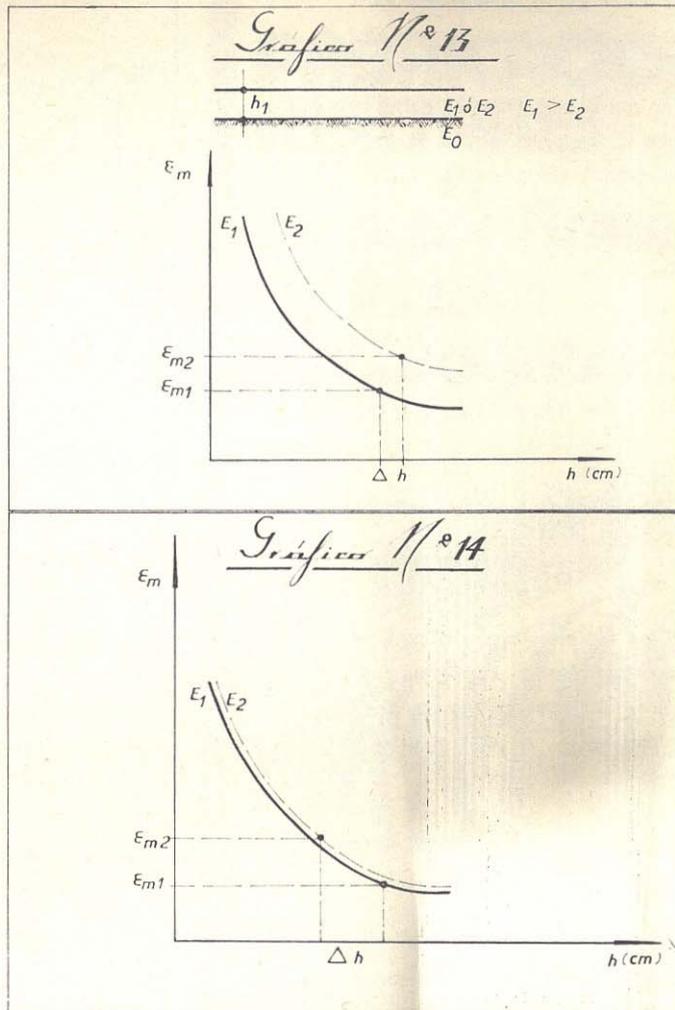
Si comparamos dos mezclas cualesquiera de manera que el módulo E_1 de la mezcla 1 sea mayor que E_2 de la mezcla 2, obtendremos lo que puede apreciarse en el gráfico N° 13. Teniendo en cuenta que la mezcla 2 tiene menor módulo, también tendrá mayor resistencia a fatiga, por lo tanto si trazamos las rectas que corresponden a los ϵ_m admisibles para ambas mezclas, se pondrá en evidencia un Δh , diferencia de espesores requeridos, que será tanto mayor cuanto más cercanos sean los valores de los módulos, como puede apreciarse en el gráfico N° 14, ya que al disminuir mucho el módulo ganamos resistencia a fatiga pero tenemos deformaciones tan grandes que no existe diferencia apreciable de espesores con la mezcla N° 2.

O sea que la situación óptima será dosificar una mezcla que tenga módulo similar al que corresponde a un concreto convencional y mejor comportamiento a fatiga, o sea que la solución para optimizar la durabilidad de un refuerzo será una solución de compromiso entre el módulo de la mezcla y el ϵ_m o sea su deformación admisible a tracción.

Para facilitar la dosificación de esa mezcla de comportamiento óptimo se procedió a trazar las rectas de E (módulo) constante para distintas combinaciones de Vb (% en volumen de asfalto) y V (% en volumen de vacíos) y de ϵ_m constante para iguales combinaciones de ambas variables. El gráfico obtenido es el N° 15.

En el mismo se han señalado los puntos que identifican a un concreto asfáltico (1), a la arena asfalto tomada como referencia en este trabajo (2) y a la mezcla N° 2 de Shell, que es también una arena asfalto (3).

Se evidencia entonces que la mezcla arena asfalto sin perder demasiado en cuanto a Stiffness se refiere, gana por su composición volumétrica en cuanto a resistencia a fatiga, superando también a la mezcla 3 que teniendo el mismo módulo posee menor resistencia a fatiga.



De la misma forma se puede jugar en este gráfico con los porcentajes en volumen de cemento asfáltico y de vacíos correspondientes a una mezcla cualquiera a utilizar como refuerzo de un pavimento en las condiciones ya analizada, con el objeto de comprobar qué ventajas o desventajas presenta frente a la utilización de un concreto asfáltico convencional, sin perder de vista el hecho de que la solución a adoptar será la más ventajosa si se gana resistencia a fatiga sin que el módulo de la mezcla en cuestión sea excesivamente bajo.

ANÁLISIS DE LAS DEFORMACIONES PERMANENTES

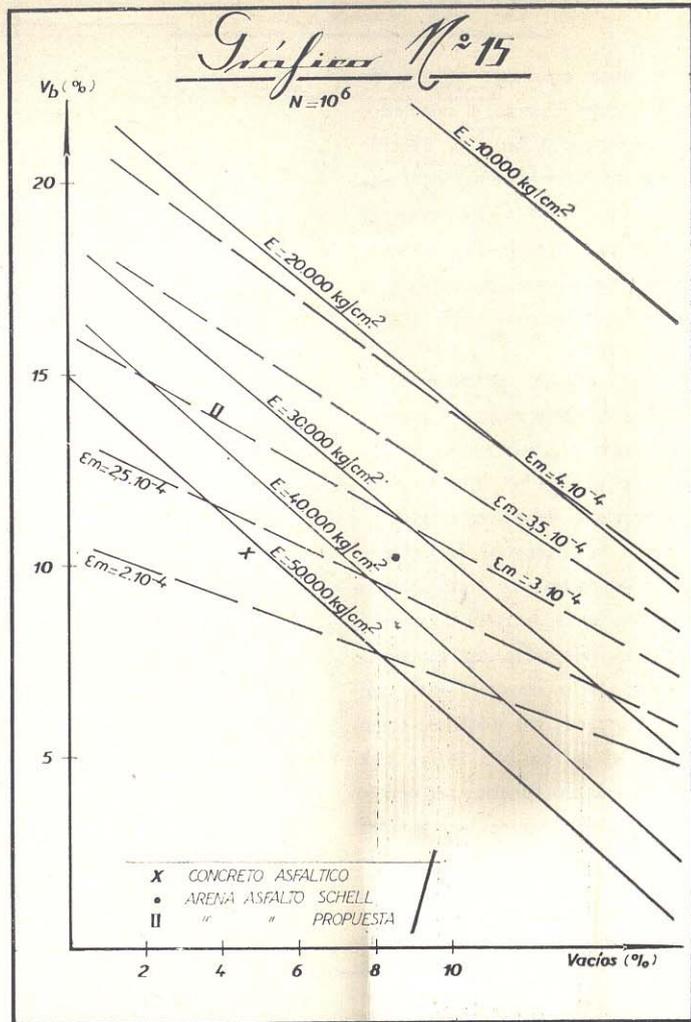
Finalmente se hizo un análisis de las deformaciones permanentes que sufriría la mezcla arena

asfalto propuesta al llegar al fin de su vida útil, considerando un refuerzo precario de 10 cm.

Al respecto como se recordará, surge del gráfico N° 12, que para 10 cm de espesor el N admisible para la mezcla en cuestión es de $1,6 \cdot 10^6$ ejes equivalentes de 10 t. Aplicando el criterio expuesto por el "Nuevo método Shell de diseño" en cuanto a deformaciones permanentes se refiere, se llegó a la conclusión de que colocándose en las peores condiciones en cuanto a temperatura se refiere o sea tomando como temperatura media mensual del aire durante todo el año 30°C , condición ésta que no se da normalmente en ninguna provincia de nuestro país, se obtendría al final de la vida útil mencionada una profundidad de ahuellamiento de alrededor de 10 mm, valor éste totalmente aceptable tratándose de un "refuerzo precario" como el que se analiza.

CONCLUSIONES.

- 1º.) Se pone en evidencia el paralelismo existente entre los valores que van tomando el radio de curvatura, el R de Ruiz y la relación modular entre una capa de refuerzo y la capa que le sirve de apoyo, a medida que se va aumentando el espesor de refuerzo.
- 2º.) Se plantea el hecho de que el módulo con que se comporta una capa asfáltica de un espesor máximo del orden de 10 cm, es función del módulo de la capa que le sirve de apoyo, en el caso de estructuras de muy bajo radio de curvatura y elevadas deflexiones.
- 3º.) Se fijan límites tentativos para esta relación modular para diferentes espesores de refuerzo.
- 4º.) Se propone una expresión para poder apreciar en forma aproximada el comportamiento a fatiga de una mezcla, conociendo su composición volumétrica y el comportamiento a fatiga del asfalto.
- 5º.) Se demuestra que la sustitución de un concreto convencional por una mezcla tipo arena asfalto que reúne ciertas condiciones, conduce a una vida útil sustancialmente mayor a igualdad de espesor en el caso de un refuerzo precario.
- 6º.) Se propone un gráfico que permite dosificar la mezcla asfáltica óptima para realizar un refuerzo de espesor mayor que el que se ha definido como "refuerzo precario" como resultado de una solución de compromiso entre el valor del módulo correspondiente a esa mezcla y del comportamiento a fatiga expresado a través de su resistencia unitaria a tracción, utilizando solamente como variables los porcentajes en volumen de vacíos y cemento asfáltico.



BIBLIOGRAFIA

- (1) Comisión Permanente del Asfalto, Cuarto Simposio, año 1972.
- (2) JONES, A.: "Tables of Stresses in Three-Layer Elastic Systems".
- (3) SPECIAL, B.: "Essais de Plaques et Mécanique des Chaussées", Bulletin de Liaison des Laboratoires Routiers.
- (4) ODENMARK, Nils: "Statens Vaginstitut", Stockholm Meddelande 77.
- (5) AUTRET, P.: "Utilization du Produit Rd pour l'auscultation des Chaussées a Couche de Base Traitée", Bulletin de Liaison des Laboratoires Routiers, Ponts et Chaussées N° 42.
- (6) The university of Michigan Fourth International Conference Structural Design of Asphalt Pavements, Volume I, 1977. "Asphalt Pavement Design, The Shell Method. A. I. M. Claessen, J. M. Edwards, P. Sommer and P. Ugé". "Kentucky Research: A Flexible Pavement Design and Management System Southgate, Dee, Havens and Drake".
- (7) International Conference on Structural Design of Asphalt Pavements. Ann Arbor, Michigan, USA, August 20 - 24, 1962. "Fatigue Characteristics of Bitumen and Bituminous Mixes. P. S. Pell".
- (8) Laboratory Report N° 633. Cooper and P. S. Pell.

Obras Viales Incluidas en el IV° Préstamo del BIRF

Dentro del programa confeccionado por la Dirección Nacional de Vialidad para licitar las obras correspondientes, cuya financiación parcial está a cargo del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), desde principios de este año procedió a la apertura de varias licitaciones para contratar los trabajos correspondientes a: **Acceso Sud a Tucumán** - Empalme Ruta N°. 301 - Variante Ruta N°. 9; **Salta**: Ruta N°. 16 - Tramo El Tunal - Empalme Ruta N°. 34 (3a. sección); **Buenos Aires**: Ruta N°. 205 - Tramo: Saladillo - Bolívar; **San Juan** - Ruta s/r.° - Avda. de Circunvalación - Tramo II y III - Accesos Norte y Este.

También ha establecido las fechas para la apertura de las ofertas de seis licitaciones, de acuerdo al siguiente cronograma: el día 30 de agosto - **Salta**: Ruta N°. 16 - Tramo El Tunal - Empalme Ruta 34 (1° y 2° Sección); el 4 de septiembre: **Corrientes** - Ruta N°. 129 - Tramo: Empalme Ruta N°. 126 - Yapeyú y Empalme Ruta Provincial N°. 40; y el 2 de octubre: **San Juan** - Corredor Córdoba - Cuyo, Tramo: La Tranca - Encon (en dos secciones). Asimismo, el organismo vial nacional resolvió incluir en las licitaciones a convocar próximamente, las obras correspondientes a: **Buenos Aires**: Ruta N°. 205 - Tramo: Saladillo - Bolívar (secciones faltantes); **Córdoba**: Ruta Ex-Provincial N°. 1 - Tramo: Río Cuarto - Villa María (en dos secciones) y Las Varillas - San Francisco; **Mendoza**: Ruta s/n° - Corredor Córdoba - Cuyo - Tramo: Lavalle - Encon (en dos secciones). **Santa Fe**: Ruta N°. 34 - Tramo: Sanchales - Límite con Santiago del Estero (en tres secciones) y el Tramo: Rosario - Lucio V. López; **San Luis**: Ruta N°. 147 - Tramo: La Chañarrieta - La Tranca y en **Tucumán**: Ruta s.n° - Variante Ruta N°. 9 (Sud) y Avenida de Circunvalación.

Día del Camino

La Asociación Argentina de Carreteras además de participar de varios actos oficiales con motivo de la celebración del próximo "Día del Camino" —5 de octubre— llevará a cabo su tradicional cena de camaradería vial con la participación de autoridades nacionales, provinciales y municipales.

Esta cena se realizará en el salón Chateau Frontenac del Automóvil Club Argentino el día miércoles 3 de octubre a las 21,30 horas.

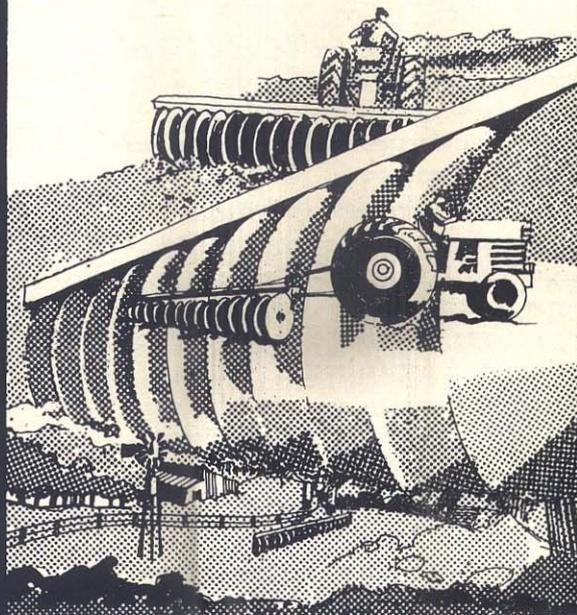
Simposio sobre utilización de materiales locales en pavimentaciones asfálticas

La Comisión Permanente del Asfalto prosigue con la organización del Simposio sobre "Utilización de materiales locales en pavimentaciones asfálticas" que realizará en el salón Bernardino Rivadavia, Av. Independencia 3082 de la ciudad de Mar del Plata.

Este Simposio que se llevará a cabo durante los días 7, 8 y 9 de noviembre venidero será desarrollado por destacados profesionales de nuestro país y han sido invitados también a participar de él especialistas del exterior relacionados con la mencionada entidad.

FABRICACIONES MILITARES

siempre firme en la ruta del progreso.



Discos FM

El campo argentino es uno de los más fértiles del mundo y utiliza DISCOS FM para arado.

Discos especiales, elaborados con acero de la más alta calidad y sometidos a exhaustivos controles de tenacidad, diseño y terminación.

DISCOS FM, concebidos por argentinos para muchas cosechas de la riqueza argentina.



DIRECCION GENERAL DE FABRICACIONES MILITARES

Buenos Aires: Cabildo 65 - Tel. 771-4084/88
Córdoba: Boulevard Chacabuco 368 - Tel. 42395
Mendoza: Montevideo 19 - Tel. 2-44629
Rosario: Córdoba 1365 - 2° Piso, Of. 202/203 - Tel. 44878

La Educación como Factor de Seguridad en el Tránsito

Por el Dr. CARLOS S. PRANDI*

EDUCACION E INSTRUCCION

El mundo actual es el mundo de la tecnología. Permanentemente se incorporan al quehacer humano nuevos y más modernos sistemas, implementos, maquinarias, procedimientos, técnicas.

El individuo debe ser inmediatamente **instruido** a efectos de la utilización de esos avances científicos y tecnológicos. De no ocurrir así el hombre no solo no avanza: retrocede.

Pero este fenómeno nos plantea un serio, profundo interrogante: cuenta el hombre con la **educación** necesaria para utilizar apropiadamente esos adelantos, no ya desde el punto de vista técnico, sino desde el ángulo social?

Desde el momento en que debe recurrirse a la legislación para regular innumerables casos de utilización de tales elementos, estimamos que la respuesta debe ser, en principio, negativa.

¿Contamos con recursos para tornar en afirmativa esa respuesta? Pensamos que sí. Nos proponemos demostrarlo en los capítulos siguientes.

EDUCACION Y CONVIVENCIA EN SOCIEDAD

El ser humano toma conciencia de su inserción dentro de la sociedad cuando cuenta alrededor de 13 - 14 años de edad.

Llega a esa altura de su vida con algunas pautas socio-culturales aportadas por su familia, por la escuela y por el medio.

Con ese bagaje elemental comienza su difícil tarea de ubicarse dentro de la sociedad. Mientras tanto, continúa recibiendo los aportes precitados, a los cuales se suma su propia actitud crítica, rudimentaria en los primeros tiempos.

El camino a seguir es duro: en aras de la convivencia debe ceder parte de su individualidad. La correcta adaptación al medio social será la resultante de un apropiado proceso educativo. Deberá salir de la adolescencia con suficientes pa-

trones de convivencia que —a su vez— servirán para incorporar otros nuevos en la adultez.

Comprenderá de tal modo el criterio social de utilización de los avances científicos y tecnológicos. La **instrucción** estará dimensionada por la **educación** y ésta, al servicio de la convivencia en sociedad.

EDUCACION Y SEGURIDAD EN EL TRANSITO

Vamos ahora a concretar, específicamente para la seguridad en el tránsito, los conceptos generales vertidos precedentemente.

a) La técnica al servicio de la seguridad en el tránsito.

Innumerables son los aportes de la técnica en este aspecto.

Carreteras más seguras; demarcación horizontal y vertical reflectante; semaforización computada o videoguiada, son unos pocos ejemplos en el terreno relativo a la vía de circulación.

Habitáculos rígidos, partes delantera y trasera deformables, cinturones de seguridad, interiores diseñados para absorber impactos del cuerpo, mecanismos antibloqueo de freno, constituyen una ínfima muestra del aporte de la ingeniería del automóvil a la seguridad en el tránsito.

El usuario (conductor o peatón) recibe todo ese bagaje inapreciable de tecnología pero —en general— no lo utiliza adecuadamente. El revertir el problema es misión de la educación.

b) La educación al servicio de la seguridad en el tránsito.

Dijimos anteriormente que se hace necesario contar con la formación suficiente para aplicar con criterio social los conocimientos que nos suministra la instrucción. Lo reiteramos aquí. De poco nos servirá

el aporte tecnológico si no lo utilizamos responsablemente. Desvirtuaremos y muchas veces invertiremos el valor del elemento técnico.

Si no respetamos la luz roja de un semáforo, nuestra actitud —para y simplemente nuestra actitud— anula la utilidad de ese elemento. Nosotros mismos lo convertimos en trampa a veces mortal para quien avanza con luz verde.

La falta de educación aniquila así, en instantes, el significativo valor de un implemento regulador del tránsito.

No queda otro camino entonces que emprender la gran tarea educativa, la cual —al igual que viene ocurriendo con la labor tecnológica— deberá encararse con absoluto rigor científico, con método, coordinadamente y con visión de futuro.

Los objetivos básicos de esa tarea educativa serán: lograr una aceptable fluidez de tránsito con prudentes márgenes de seguridad; disminuir los elementos de contaminación ambiental en las grandes ciudades (gases, humo, ruido), que al afectar el sistema nervioso de los conductores se convierten también en factor de riesgo de accidente; disminuir el peligro de accidentes de tránsito; evitar el agravamiento de las consecuencias de un accidente; crear en conductores y peatones modelos correctos de comportamiento en la vía pública.

Analizaremos entonces, por una parte, los factores relativos a la eficiencia en el tránsito y, por la otra, los relacionados con el accidente de tránsito, sin ignorar, por supuesto, la interrelación de unos y otros.

Factores relativos a la eficiencia en el tránsito.

1. — En primer lugar, debe llevarse al usuario de la vía pública al convencimiento de que la utilización de la misma responde al principio de "uso compar-

* Administrador General del Touring Club Argentino.

tido", esto es, que toda actitud que implique abuso de un individuo en esa utilización lo será siempre en desmedro de los derechos de otro u otros. Y, además, que la actitud abusiva de quienes imiten su proceder hará que, en definitiva, él también resulte perjudicado.

2. — En segundo lugar, el usuario deberá admitir que los problemas de tránsito en las grandes ciudades son prácticamente insolubles y, en consecuencia, solamente una actitud comprensiva de su parte (educación) podrá aliviar esos problemas. Esa actitud comprensiva debe trasuntarse en aspectos tales como: no obstrucción de bocacalles, facilitación del cruce de peatones, no utilización de la bocina ante un atascamiento, colaboración con el conductor a quien su vehículo se le ha detenido por fallas mecánicas (singularmente ayudándolo a liberar la vía de circulación), facilitación del tránsito de vehículos de auxilio o policiales, etc., etc.

También deberán peatones y conductores llegar al convencimiento de que las normas, señales, indicaciones, etc., deben ser respetadas, no por temor a la sanción que acarrea su incumplimiento, sino porque han sido establecidas para prevenir accidentes y facilitar el tránsito en función, precisamente, del principio de "uso compartido" ya mencionado.

Singularmente, el usuario de la vía pública deberá tener siempre presente que el ordenamiento, la eficiencia y la seguridad en el tránsito son resultados que a él le incumbe lograr y que —por el contrario— ni la ley ni la sola acción de la autoridad podrán obtenerlos.

Factores relativos a la seguridad en el tránsito.

Dijimos ya que estos factores están íntimamente relacionados con los anteriores. Obviamente, un tránsito eficiente es más seguro.

Pero queremos analizar aquí los puntos específicos que hacen a la educación en su relación directa con el accidente de tránsito en sus tres etapas: antes del accidente, en el accidente y después del accidente.

Hemos sostenido en un trabajo anterior ("Sistemas de Educación Vial") que en este tema el aspecto preventivo es de importancia fundamental.

Conductores y peatones deben estar siempre alertas no solo para no conver-

tirse en factores de riesgo de accidente, sino también para anular o paliar las consecuencias de un incorrecto accionar de otras personas.

1. — El conductor.

Estimamos, singularmente en el caso de los conductores, que como guardianes de un objeto peligroso (el automotor) deben extremar su celo en la protección de sus semejantes.

El "Código de Conducción Defensiva" debe constituir su patrón permanente de comportamiento. Es éste un código que no puede imponernos ninguna autoridad. Nada más que nuestra educación y nuestra conciencia pueden obligarnos a actuar tal como dicho "código" recomienda.

Al respecto, dice la Asociación Americana Automovilística: "..... Ningún conductor está solo. Mientras usted se protege de un conductor, otro conductor se está defendiendo de usted. El conducir a la defensiva debe significar un poco más que defenderse de los malos conductores; un poco más que lo que la ley requiere; un poco más que la cortesía mínima. El conductor superior se protege a sí mismo y a sus pasajeros y también está protegiendo a otros conductores. El conducir a la defensiva es la máxima expresión de la cooperación".

El Consejo Nacional de Seguridad de Méjico ha dicho que conducir a la defensiva significa "conducir de tal forma que se eviten accidentes previendo los actos equivocados de otros conductores".

La mente del conductor debe estar preparada para, en el menor tiempo posible, reaccionar de una manera efectiva ante situaciones o circunstancias que se presentan en el tránsito y que, para ese conductor, no serán entonces "impresvistos".

Si ha adoptado el "Código de Conducción a la Defensiva", el conductor se guiará no solo por las señales manuales, mecánicas o luminosas que efectúen otros conductores, sino que también utilizará otros factores de información, como la observación de las ruedas delanteras de los otros rodados, el encendido de las luces traseras de los automóviles que marchan más adelante, si sale humo del caño de escape de un automotor (señal de cambios de marcha), etc.

También habrá previsto ese conductor qué hacer ante la aparición repentina

de un peatón o de otro rodado en su línea de marcha; si lo pasan por la derecha; si un vehículo se le adelanta y viene otro en sentido contrario; si se acerca a una zona escolar; si la visión en un cruce está obstruída o dificultada; si de improviso una pelota cruza la calle (detrás vendrá un niño).

Tendrá presente si, en función de los medicamentos que toma, está en condiciones de conducir. Para ello, habrá consultado a su médico.

En cuanto al consumo de bebida alcohólica, recordará siempre la regla: "Si conduce no tome y si toma no conduzca".

En síntesis, habrá aceptado previamente una serie de pautas socioculturales y las habrá incorporado como patrones de comportamiento. Se habrá educado.

Si, pese a las precauciones tomadas, ese conductor debe afrontar un accidente, tendrá también "programada" su mente para disminuir al mínimo sus consecuencias.

También sabrá cuál ha de ser su comportamiento luego del accidente. Conocerá perfectamente lo que debe hacer y lo que **no debe hacer**. Más todavía si no ha sido partícipe del siniestro.

Tendrá siempre presente que son premisas fundamentales no perder la calma y no obrar con apresuramientos.

Estará grabado en su mente el orden de prioridades ante la emergencia: apagar el fuego; señalar debidamente el lugar del siniestro; liberar al máximo posible la vía de circulación; recabar auxilio policial y médico; ver por los heridos.

Nótese que en el último punto hemos utilizado la expresión "ver por los heridos". Y no ha sido una mera forma gramatical. Los médicos especialistas en accidentología han repetido hasta el cansancio que, salvo casos extremos, los accidentados han de ser movidos por personal especializado. En cada oportunidad que se les ha presentado nos instruyeron acerca de los peligros que entraña una movilización inexperta de un accidentado, recordándonos que —en general— es mucho más importante una evacuación eficiente que una evacuación rápida de un herido.

En suma, es necesario contar con la suficiente **educación** para, en forma serena y meditada, hacer lo que está indicado y abstenernos de hacer lo que no debemos. De ser necesario, hemos de imponernos antes quienes asuman actitudes equivocadas.

Es innegable que las precedentes pautas de comportamiento no podrán lograrse por medio de la legislación o de la acción represiva de la autoridad. La única posibilidad que se nos ofrece es la educación.

2. — El peatón.

En el caso de los peatones se hace más evidente la poca eficacia de la legislación y de la actividad represiva. Paralelamente, cobra más claridad la importancia del aspecto educativo.

Por lo que podemos observar en nuestras calles y caminos, muy pocos son los peatones que han tomado conciencia de su participación en los problemas del tránsito, singularmente en el aspecto seguridad.

Y en este sentido, la tarea educativa ha de ser grande. Sus objetivos: concientizar a los peatones en cuanto a los espacios que, en principio, les corresponden en la vía pública: aceras, sendas peatonales demarcadas o imaginarias en los cruces; llevarlos al convencimiento de

que las señales reguladoras del tránsito son también para ellos; provocar en los mismos la aceptación de normas que los conviertan en artífices de su propia seguridad y de la de los demás. Recordemos que en muchas ocasiones el negligente proceder de un peatón ha sido el origen de un serio accidente de tránsito.

Finalmente, en cuanto a la eficacia del aspecto formativo, debemos tener presente que la educación vial recibida por los niños en las escuelas ya ha comenzado a dar positivos resultados en cuanto a su comportamiento como peatones. Es ésta la mejor prueba en favor de la tesis que sostenemos.

CONCLUSIONES

— Es necesario suministrar al ser humano la **educación** suficiente para que la aplicación de la instrucción que reciba signifique un pleno aprovechamiento social de los conocimientos.

— Los avances científicos y tecnológicos en materia de seguridad en el tránsito deben ser acompañados por el consi-

guiente proceso educativo que permita un correcto empleo de los mismos en función de la interacción social que representa la utilización colectiva de la vía pública.

— Ni la legislación ni la acción represiva de la autoridad pueden lograr resultados aceptables en materia de seguridad en el tránsito.

— La única alternativa válida que se nos ofrece en esta materia es la educación de quienes utilizan la vía pública.

— Dicha educación tendrá como objetivo primigenio lograr en el individuo el absoluto convencimiento de que esa utilización de calles y caminos responde al principio del uso compartido.

— Esa educación buscará afirmar en el ser humano patrones de comportamiento basados en la solidaridad social, en función de los cuales cada usuario tendrá la certeza de que cuidando al prójimo se protege a sí mismo y, así, estará colaborando activamente en la obtención de un tránsito fluído, eficiente y —particularmente— seguro.

CONSULBAIRES

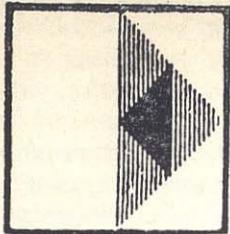
Ingenieros Consultores S. A.

5 de Octubre
Día del Camino

MAIPU 554 3º y 4º Pisos

TEL. 392 - 1925/2377

BUENOS AIRES



EMAPI S.A.I.C.F.E.I.

137 N° 1269 - Tel. 54446 y 55248 - LA PLATA

Av. de MAYO 981 - Of. 406/412 - Tel. 37-8359 - 38-4465

BUENOS AIRES

PRODUCTOS ASFALTICOS Y PETROQUIMICOS INDUSTRIALES

DEPARTAMENTO ADITIVOS PARA HORMIGON

Plastificantes • Retardadores de Fragüe
Aceleradores de Fragüe • Incorporadores de Aire
Aceleradores de Resistencia • Densificantes
Fluidificantes • Membranas de Curado
Desmoldantes para Madera y Metal

NUESTRO LEMA ES:

CALIDAD: *Avalada por: Usuarios*
Certificada por: Institutos Oficiales y Privados

RESPONSABILIDAD: *Garantizada por nuestros 25 años al servicio de la Industria de la construcción.*

SERVICIO: *Cubierto por nuestro Departamento Técnico en cualquier punto del País.*

CRUCES FERROVIARIOS A NIVEL

Por Hoy A. Richards y G. Sadler Bridges *

PREFACIO

Esta es la primera de una serie de publicaciones que actualizan El Control de Tránsito y los elementos de la Calzada - Su Relación con la Seguridad en el Tránsito que fue publicada por primera vez en 1963 por la Fundación para la Seguridad Automotriz, en cooperación con el U.S. Bureau of Public Roads.

El objetivo de la publicación originaria, a ser continuada en capítulos siguientes fue suministrar a los ingenieros viales y a los especializados en tránsito, una fuente de resultados de investigaciones fácticas acerca de los efectos en la seguridad de un diseño específico y de los dispositivos de control.

Bajo la dirección, como editor, de Peter A. Mayer, Ingeniero en Investigaciones sobre Tránsito —Fundación para la Seguridad Automotriz— autores especializados en cada área temática han pasado revista a toda la investigación pertinente completada desde la publicación originaria, y han revisado y actualizado el texto. Siguiendo el formato originario, se tratan y se resumen los resultados significativos, indicándose cuando la evidencia es terminante o, de lo contrario, cuando los resultados no son definitivos y se requiere continuar la investigación.

La Secretaría de Transporte ha calculado que en la actualidad hay más de 14.000 accidentes viales en cruces ferroviarios a nivel, en los Estados Unidos. El Departamento de Transporte pronostica que en 1968 los muertos llegarán a 1.800; habrá otros 15.000 heridos con pérdidas totales de sus pertenencias, como resultado de estos accidentes, que llegarán a 100 millones de dólares. Esto es equiparable con las cifras dadas por el Consejo Nacional de Seguridad que indican 1.740 muertos y 6.000 heridos para 1966.

La magnitud del problema de los cruces a nivel queda demostrado por el hecho de que hay aproximadamente 220.000 cruces en los Estados Unidos y menos de 44.000 tienen algún tipo de dispositivo especial de protección. El informe reciente más completo acerca de todos los factores que se refieren a este problema, se encuentra en la publicación de enero de 1964* ICC Dockett N°. 33440.

Queda claramente evidenciado que el problema de los cruces ferroviarios a nivel

requiere un atento enfoque de todos los factores que contribuyen a estos accidentes (77,80). Las ciudades, los distritos, los estados y los organismos federales, están buscando soluciones a los problemas que existen dentro de sus áreas de responsabilidad. Estudios recientes llevados a cabo en Lincoln, Nebraska, Amarillo, y Houston indican que las ciudades están preocupadas por este problema. El distrito de Contra Costa, en California se ha ocupado de este problema en lo referente a cruces rurales. En los últimos tres años varios Estados incluyendo Indiana, Wisconsin, Illinois, California y Texas han mostrado notable interés al presentar programas destinados a reducir los accidentes en cruces ferroviarios a nivel.

El programa de seguridad en cruces a nivel recientemente anunciado por el Departamento de Transporte se basa primordialmente en los resultados preliminares de dos proyectos de investigación. El primero, un estudio emprendido por el Programa Nacional Cooperativo de Investigaciones Viales y el otro, un proyecto de investigación cooperativa patrocinado por el U.S. of Public Roads y el Departamento de Carreteras de Texas. Una fase inicial del programa fue dictar normas en cada uno de los estados para establecer un programa de seguridad de cruces ferroviarios a nivel.

Funcionarios del Departamento de Transporte presentaron una explicación de este programa en el Simposio Nacional de Seguridad sobre Cruces a Nivel. Estas normas, aún cuando estaban destinadas a ser usadas por los estados, pueden encontrar aplicación independientemente por parte de ciudades o distritos que estén buscando métodos para reducir los accidentes de cruces ferroviarios a nivel.

El programa incluye normas para:

- a) La institución de un inventario de cruces ferroviarios a nivel.
- b) La institución de equipos diagnósticos compuestos por representantes de todos los grupos interesados, para evaluar in-situ las mejoras en los cruces a nivel.
- c) La mejora de la distancia visual en cruces a nivel.
- d) La implementación de un programa de acción para otorgar la protección requerida en determinados cruces.
- e) La metodología para computar un índice de riesgo de todos los cruces ferroviarios a nivel.

Hay acuerdo general acerca del hecho de que las técnicas actuales para calcular el riesgo relativo de los cruces ferroviarios a nivel son confiables. La diferencia básica entre los diferentes índices de riesgo que han sido presupuestos en los últimos años, es su complejidad analítica.

Bezkorovainy aplicó once fórmulas de índices de riesgo a 180 cruces ferroviarios en Lincoln, Nebraska y resolvió que cada fórmula daba básicamente la misma jerarquización de los cruces de acuerdo a su potencial de accidentes. Las fórmulas de índices de riesgos se muestran en la Tabla 1. Además, dedujo que el análisis de las correlaciones aplicado en este estudio no indicaba cual de las once fórmulas representa mejor las necesidades de Lincoln. El análisis sólo da pruebas de que los cruces ferroviarios de Lincoln pueden ser evaluados por cualquiera de las once fórmulas y de que el rango resultante muestra alta corre-

* Departamento de Operaciones del Tránsito
Instituto de Transportes de Texas
Universidad A & M de Texas

* ICC - Comisión de Comercio Interestadual

lación con las jerarquizaciones obtenidas con las diez fórmulas restantes.

Bezkorovainy resolvió que la fórmula de New Hampshire se adapta mejor al promedio aritmético compuesto de todas las jerarquizaciones que queda determinado por las once fórmulas ensayadas. Bezkorovainy sugiere que las fórmulas de índice de riesgos disponibles en la actualidad no se deben utilizar para comparar dos o tres cruces ferroviarios aislados. Por el contrario, la fórmula sí se puede usar para clasificar un grupo grande de cruces ferroviarios de acuerdo con su riesgo inherente.

La aplicación de cualquiera de las fórmulas de índices de riesgo seleccionados, que se muestran en la Tabla 1, para brindar un sistema de prioridades de agrupaciones de los cruces que demandan atención inmediata, requiere el cálculo de tres variables básicas, por lo menos.

Estas son:

- a) la protección relativa de varios tipos de dispositivos de protección en cruces ferroviarios a nivel;
- b) la posibilidad de conflicto;
- c) espacios claros para la vista en las intersecciones ferro-viales.

TABLA 1
FORMULAS SELECCIONADAS DE INDICES DE RIESGO

Fórmula Peabody y Dimmick (63)

$$A_5 = 1,28 \frac{V^{0.170} \times T^{0.151}}{P_c^{0.171}} + K$$

Fórmula de Mississippi (25)

$$H. I. = \frac{\frac{SDR}{8} + A_5}{2}$$

Fórmula de New Hampshire (54)

$$H. I. = VTPf$$

El Método Ohio (59)

$$H.I. = Af + Bf + Gf + Lf + Nf + SDR$$

Método Wiscosin (87)

$$H. I. = \frac{T \left(\frac{V}{20} + \frac{P^1}{50} \right)}{5} + SDR + A_e$$

Método del Distrito de Contra Costa (23)

$$H. I. = T. Z \left(1 - 2,718 \frac{-Vt}{1400Z} \right)$$

El Método Oregón (62)

$$H. I. = [V_1 T_1 P_f + 1.4 V_2 T_2 P_f] \cdot \frac{A_e}{A_5}$$

Sistema de North Dakota (58)

$$H. I. = [Nf + Lf] + [Pf + Df + Gf + Xf] + (VTf) + SDR$$

Fórmula de Idaho (33)

$$H. I. = Vf \times Tf (CBf + SDR + Nf + Yf)$$

Fórmula de Utah (89)

$$H. I. = \frac{T}{1000} \left[\left(\frac{T}{10} + \frac{F}{20} + \frac{S}{30} \right) + SDR + Nf + Xf + Rf \right] + 2A_e + \frac{P^1}{100,000} \left(\frac{P}{10} + \frac{F}{20} + \frac{S}{30} \right) - Pf$$

Fórmula de la Ciudad de Detroit (50)

$$H. I. = \frac{T}{1000} \left[\left(\frac{P}{10} + \frac{F}{20} + \frac{S}{30} \right) SDR + Nf + Xf + Rf \right] (100 \% - \% Pf) + 2A_e$$

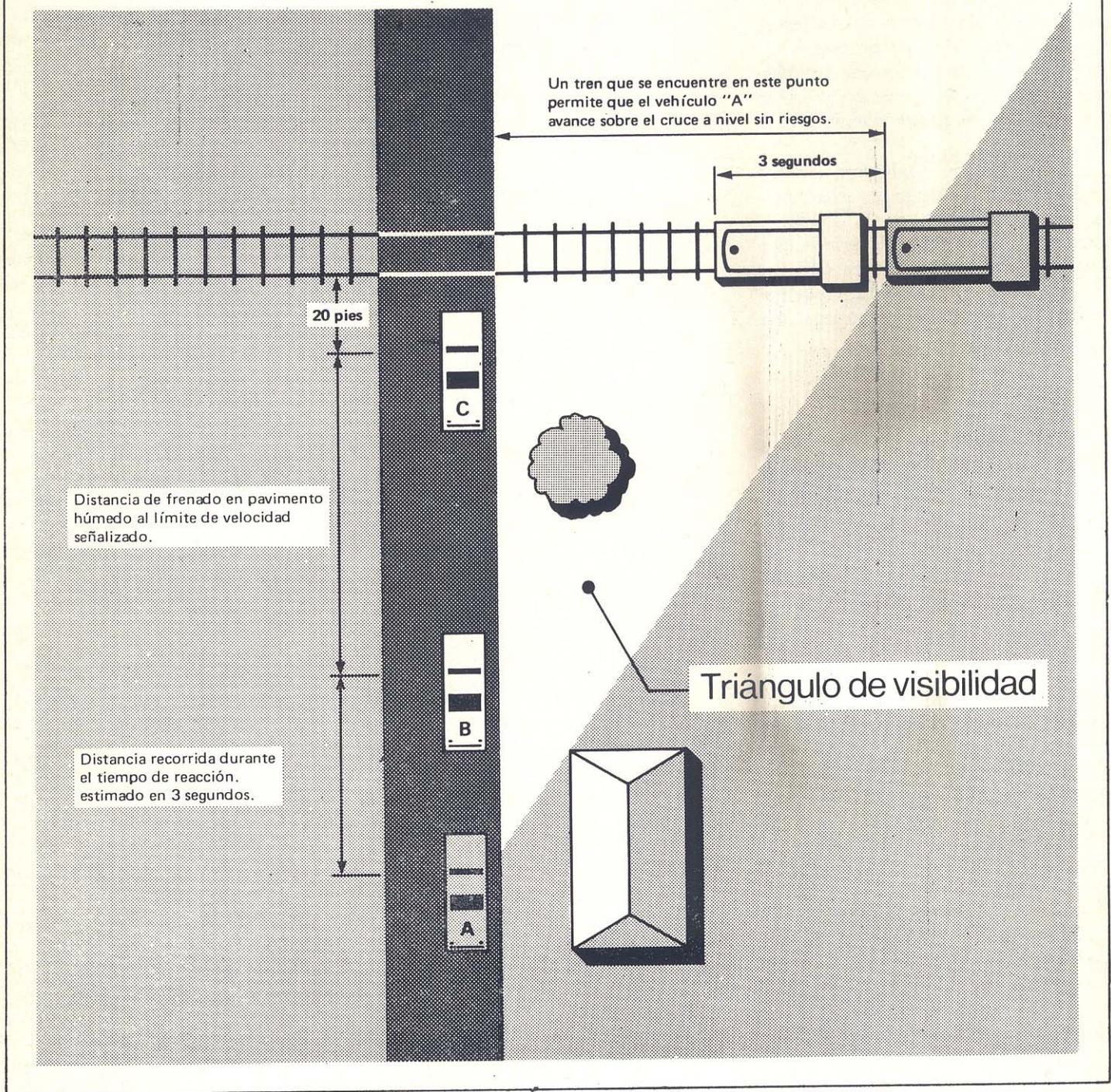
SIMBOLOS

- A₅ = Número de accidentes previstos en cinco años
- A_e = Experiencia de accidentes
- A_f = Factor (de) probabilidad de accidentes
- B_f = Factor (de) velocidad del tren
- CB_f = Factor (de) tipo y velocidad del tren

- D_f = Factor de alineación de rieles y carreteras
- F = Cantidad de trenes de carga en 24 horas
- G_f = Factor de gradiente de acceso
- H. I. = Índice de azar
- K = Parámetro adicional
- L_f = Factor (de) ángulo de cruce
- N_f = Factor número de vías
- P = Cantidad de trenes de pasajeros en 24 horas
- P₁ = Cantidad de peatones en 24 horas
- P_c = Coeficiente de protección
- P_f = Factor protección
- R_f = Factor de acceso a carretera
- S = Número de trenes de desvío en 24 horas
- SDR = Jerarquización de distancia de visión
- t = Tiempo que está bloqueado el cruce
- T = Volumen promedio de trenes en 24 horas
- T₁ = Volumen promedio de trenes con luz diurna
- T₂ = Volumen promedio de trenes durante las horas de oscuridad
- T_f = Factor volumen de trenes
- V = Volumen promedio de tránsito en 24 horas
- V₁ = Volumen promedio de tránsito con luz diurna
- V₂ = Volumen promedio de tránsito durante las horas de oscuridad
- V_f = Factor volumen de tránsito
- VT_f = Factor de riesgo
- X_f = Factor estado de cruce
- Y_f = Factor de peligrosidad
- Z = Cantidad de trochas para tránsito

Desde 1941 se han propuesto varias estimaciones acerca de la protección relativa ofrecida por varios dispositivos protectores. La tabla 2 presenta las más corrientes de estas propuestas. Se evidencia la reducción del riesgo que muestra el uso de dispositivos automáticos.

Figura 1: ESPACIO DE VISIBILIDAD



Como se puede ver en la Tabla 1 la mayoría de las fórmulas de índices de riesgo incluyen alguna forma de la probabilidad del conflicto como variable significativa, para determinar accidentes en cruces a nivel. Se han calculado varios tipos de posibilidades de conflicto. Estas abarcan desde la inclusión de volumen de viaje de tren y vehículo, a estimaciones totalmente basadas en distribuciones probabilísticas.

Rockrock quien en 1947 informó sobre un estudio hecho por la Asociación Americana de Ingenieros Ferroviarios, halló que se mencionaban frecuentemente volúmenes de vehículos y de trenes. Anteriormente Henry hizo hallazgos similares. Voorhees ha presentado uno de los cálculos más complicados sobre la probabilidad de conflicto.

La probabilidad de conflicto es la posibilidad de que un vehículo carretero y un tren traten de ocupar el cruce a nivel a un mismo tiempo. La probabilidad de conflicto en cruces a nivel riel-carretera se puede expresar en tres formas:

1. la probabilidad de que pueda llegar un tren mientras el cruce esté ocupado por un vehículo;
2. la probabilidad de que pueda llegar un vehículo mientras el cruce esté ocupado por un tren; y
3. la probabilidad de que un vehículo y un tren puedan llegar a un cruce simultáneamente.

En condiciones normales de operación del tránsito los vehículos ocupan los cruces sólo durante períodos muy cortos. Por lo tanto, la probabilidad de que llegue un tren mientras un vehículo está ocupando un cruce, implica un conjunto especial de condiciones o circunstancias. Un vehículo puede ocupar un cruce durante una cantidad importante de tiempo en las tres circunstancias siguientes:

- a) el vehículo puede haberse detenido en el cruce;
- b) como parte de un grupo de vehículos controlados por una señal de tránsito adyacente, el vehículo puede haber sido detenido en el cruce;

c) como vehículo de un tipo especial (camión) se le puede exigir que se detenga en el cruce sin cambiar de velocidad.

Que cualquiera de las condiciones precedentes se cumpla, no puede predecirse mediante una simple medición de volúmenes de tránsito solamente. Por lo tanto cualquier predicción de estos hechos debería hacerse teniendo presente las condiciones específicas de un cruce dado.

La segunda posibilidad, es decir, la posibilidad de que llegue un vehículo mientras un tren está ocupando un cierto cruce, se puede predecir con mayor facilidad.

Estudios previos han demostrado que la llegada de vehículos al azar, en un intervalo dado, sigue una curva de distribución de Poisson. Esta forma de la probabilidad de conflicto se puede calcular, por lo tanto, relacionando los volúmenes de tránsito y la longitud del tiempo durante el cual los trenes van a ocupar el cruce durante un lapso dado, con la distribución de vehículos. Por ejemplo, la posibilidad de llegada de uno o más vehículos dentro del lapso en cuestión, quedaría expresada por la siguiente fórmula:

$$P_e = 1 - \frac{e^{-a \cdot m}}{T.P.D.}$$

$$am = ADT \left[\frac{Lt}{1,47 St} \right] \times \text{seg./día}$$

donde

TPD = trenes por día

ADT = promedio diario de tránsito vehicular por carretera

Lt = longitud del tren, en pies

Vt = velocidad del tren, en millas por hora

seg./día = 86.400 segundos por día

Esta fórmula tendría aplicación general cuando no se tuviera ninguna información sobre horarios de trenes ni sobre fluctuaciones en el volumen del tránsito. Se podría obtener predicciones mucho más precisas utilizando

T A B L A 2

RELACIONES DE RIESGO RELATIVO PARA DISPOSITIVOS DE PROTECCION EN CRUCES FERROVIARIOS A NIVEL

Tipo de protección	Riesgo relativo
Cruz de San Andrés	1,00
Señales de detención	0,58
Señales con banderines	0,34
Luces intermitentes	0,20
Barreras.....	0,11

Fuente: Factores que influyen en la Seguridad en Cruces Ferro - Viales a Nivel, por Alan M. Voorhees y Asociados, Inc. Preparado para la Comisión de Investigaciones Viales de la Academia Nacional de Ciencias (1967). NCHRP 3 - 8 Vol. 1, Pág. 150.

el volumen de vehículos por hora, durante las horas en que se ha planificado que lleguen trenes al cruce en consideración.

La tercera posibilidad de una situación de conflicto se produce debido a la llegada simultánea de vehículo tren. Las estadísticas han demostrado que esta situación es la que más contribuye a producir accidentes.

Puesto que un vehículo operando a una velocidad dada requiere una distancia especificada para detenerse, hay un punto en el cual, una vez traspuesto por el vehículo, lo obliga a parar sobre el cruce.

Si un vehículo llegara a trasponer dicho punto mientras un tren estuviera dentro del lapso que el vehículo requiere para llegar al cruce, entonces, tanto el vehículo como el tren se ven forzados hacia el cruce a un mismo tiempo, creando por lo tanto una situación definida como llegada simultánea. Aunque el vehículo pueda tener la posibilidad de realizar maniobras para eludir el accidente, antes de atravesar el cruce, esta acción seguramente terminaría en otro tipo de accidente. La posibilidad de llegada simultánea se expresa bajo la siguiente fórmula:

$$P_t = 1 - \frac{e^{-a \cdot m}}{ADT}$$

donde

$$a \cdot m = TPD \left[Rt + \frac{1,17 Sv}{32,2(f+g)} \right] \times \text{seg./día}$$

Rt = tiempo de reacción del conductor

Sv = velocidad del vehículo carretero en millas por hora

f = coeficiente de fricción a lo largo de la carretera

g = pendiente de la carretera, en porcentaje

Finalmente, estas dos fórmulas pueden combinarse para dar una fórmula general que incluya ambos casos; por ejemplo,

$$P = 1 - \frac{e^{-am}}{ADT}$$

donde

$$am = ADT \left[\frac{Lt}{1,47 Sv} + Rt + \frac{1,47 Sv}{32,2 (f + g)} \right] \text{ seg., día}$$

La posibilidad de conflicto no se debe confundir con la posibilidad de tener un accidente. Voorhees demuestra que la posibilidad de accidente es la resultante de la posibilidad de conflicto y de riesgo. Sus datos, indican que el riesgo que se asocia con la posibilidad de que un vehículo choque contra un tren, a menos que el cruce sea utilizado por trenes muy lentos por la noche, es relativamente bajo. Esto indica que uno necesitaría sólo la posibilidad de una llegada simultánea, a fin de calcular la posibilidad de un accidente. Naturalmente, esto no incluiría los accidentes que ocurrieran como resultado de circunstancias especiales, tales como un vehículo detenido, etc.

La capacidad de un conductor de un vehículo carretero, de ver un tren que se acerca a tiempo para realizar la necesaria maniobra para evitar el accidente, es común a la mayoría de los índices de riesgo. Henry fue el primero en usar esta idea en estudios de cruce a nivel. En un estudio más reciente Voorhees llega a calcular la distancia de visibilidad requerida.

El conductor debe tomar dos decisiones importantes al llegar a un cruce a nivel. En primer lugar, ¿tiene el conductor suficiente visibilidad del cruce y del tren que se aproxima, para poder detenerse a tiempo, a corta distancia del cruce? En segundo lugar, ¿tiene el

conductor suficiente visibilidad del tren que se aproxima para poder avanzar sobre el cruce sin riesgos?

La figura 1 ilustra estos temas sobre toma de decisiones. El conductor que está en el punto A tiene tiempo suficiente para detener su vehículo. La distancia a lo largo de la carretera incluye las distancias recorridas por el vehículo durante el tiempo de reacción y durante el frenado, más la distancia entre el ojo del conductor y la vía férrea, después que el vehículo se ha detenido. Esta distancia puede calcularse por:

$$Dt = Dp + Db + De$$

donde

Dt = distancia total desde el cruce

Dp = distancia recorrida durante el tiempo de reacción

Db = distancia recorrida durante la frenada

De = espacio final desde los ojos del conductor y el cruce

La distancia recorrida durante el tiempo de reacción aparece en la fórmula que sigue,

$$Dp = 1,47 Sv \cdot Rt$$

donde

Sv = velocidad del vehículo en millas por hora

Rt = tiempo de reacción

La distancia de frenado se calcula por:

$$Db = \frac{Sv^2}{30 (f + g)}$$

donde

Db = distancia recorrida durante la frenada

f = coeficiente de fricción sobre el pavimento húmedo para la velocidad supuesta

g = pendiente de la carretera en porcentajes

La segunda alternativa que debe tener un conductor que se aproxime a un cruce a nivel debe permitirle atravesar el cruce sin riesgos. En la Figura 1, el conductor que se encuentre en el punto A debe poder ver a lo largo de

la vía una distancia suficiente como para permitirle tomar una decisión en cuanto a si puede o no, avanzar sobre el cruce sin riesgos. El tiempo que le requiere al vehículo que se encuentra en el punto A avanzar sin riesgos se puede calcular por:

donde

$$Tp = \frac{Dt + Dv}{Sv \cdot 1,47}$$

Tp = tiempo que le demanda al vehículo carretero para avanzar sin riesgos

Sv = velocidad del vehículo carretero en millas por hora

Dv = distancia adicional que el vehículo necesita para pasar al otro lado de las vías

La distancia recorrida por el tren durante el tiempo que le lleva al vehículo avanzar sin riesgo sobre el cruce puede ser calculada entonces por:

$$Drr = St (1,47) Tp$$

donde

Drr = distancia a lo largo de la vía férrea

St = velocidad del tren en millas por hora

Las dos distancias, medida una en la vía férrea y la otra en la carretera, definen el triángulo de visibilidad. La Tabla 3 presenta las distancias para definir el triángulo de visibilidad para velocidades determinadas de vehículos y de trenes. Donde no existan dispositivos protectores accionados, se recomienda que los triángulos de visibilidad en cada cuadrante del cruce, estén libres de obstrucciones visuales. Si no existe suficiente distancia de visibilidad, se le debe proporcionar al conductor, una distancia de visibilidad, hasta un dispositivo de control accionado, de modo que todavía pueda decidir detenerse antes de llegar a su punto de obligatoriedad. Los vehículos, detenidos en un cruce deberían disponer de distancia de visibilidad adecuada. Las leyes estatales y federales disponen que ciertos camiones se detengan en todos

TABLA 3

DISTANCIAS DE VISIBILIDAD

(Requeridas para combinación de velocidades de vehículos carreteros y de trenes)

Velocidad del tren (km/hora)	Velocidad en carretera (km/hora)							
	0	16	32	48	64	80	96	113
	Distancia a lo largo de la vía férrea desde el cruce (metros)							
16	49	38	28	28	30	32	35	39
32	97	76	56	56	59	64	70	77
48	136	114	84	84	88	96	106	116
64	194	151	113	113	118	128	141	155
80	242	189	141	141	148	160	176	193
96	290	227	169	169	177	193	211	232
113	339	265	197	197	205	225	247	271
129	387	302	226	226	236	257	282	310
145	4.5	340	253	253	265	289	317	348
	Distancia a lo largo de la carretera desde el cruce (metros)							
	6	14	38	65	99	141	192	252

Nota: Para estos datos se suponen: condiciones de pavimento húmedo y un tiempo de reacción de 2,0 segundos. (Los valores en medidas métricas están redondeados).

los cruces ferroviarios. La longitud total y las características de aceleración de estos vehículos, les obligan a ocupar el cruce durante un lapso importante. Para poder tomar una decisión sin riesgos en cuanto sí pueden cruzar la vía (o vías), los conductores deben poder ver al tren más veloz que atraviése por un cruce o, por lo menos once segundos antes de su llegada al cruce. Se deben proporcionar señales accionadas si no se pueden brindar espacios de visibilidad en un cruce.

Otra posibilidad sería prohibir el uso de ciertos cruces riesgosos a estos vehículos.

Se han considerado otros factores en cruces ferro - viales a nivel. Por ejemplo, el análisis de costo - beneficio se ha

convertido en parte de los estudios de investigación recientes sobre cruces a nivel (55,84).

Sin embargo, estos estudios sólo tienen una aplicación limitada, debido a la falta de procedimientos aceptables para medir el costo total de los accidentes, y a la exclusión del análisis del costo de demoras en los viajes.

El uso de señalización vial standard para la protección de los cruces ferro - viales a nivel (10,26) ha producido informes opuestos en cuanto a su valor protector total (31,77). Se ha prestado poca atención a la necesidad de ensayar señales y dispositivos nuevos (84,77).

Las recomendaciones acerca del desa-

rollo de nuevos mecanismos a ser utilizados para prevenir a los automovilistas sobre riesgos intermitentes en todas las intersecciones ferro - viales, no han dado como resultado invenciones importantes en este campo.

En el campo de los accidentes vehículo - objeto fijo (no tren), se están llevando a cabo estudios en el Instituto de Transportes de Texas para determinar la factibilidad del concepto de señal de arranque en el diseño de dispositivos protectores ferroviarios. Suponiendo que este diseño fuera factible, la implementación de un programa tal debería reducir la cantidad de muertos y heridos, daños que actualmente se atribuyen a la intersección de cruce a nivel.

Rt = tiempo de reacción del conductor

Sv = velocidad del vehículo carretero en millas por hora

f = coeficiente de fricción a lo largo de la carretera

g = pendiente de la carretera, en porcentaje

Finalmente, estas dos fórmulas pueden combinarse para dar una fórmula general que incluya ambos casos; por ejemplo,

$$P = 1 - \frac{e^{-am}}{ADT}$$

donde

$$am = ADT \left[\frac{Lt}{1,47 Sv} + Rt + \frac{1,47 Sv}{32,2 (f + g)} \right] \times \text{seg., día}$$

La posibilidad de conflicto no se debe confundir con la posibilidad de tener un accidente. Voorhees demuestra que la posibilidad de accidente es la resultante de la posibilidad de conflicto y de riesgo. Sus datos, indican que el riesgo que se asocia con la posibilidad de que un vehículo choque contra un tren, a menos que el cruce sea utilizado por trenes muy lentos por la noche, es relativamente bajo. Esto indica que uno necesitaría sólo la posibilidad de una llegada simultánea, a fin de calcular la posibilidad de un accidente. Naturalmente, esto no incluiría los accidentes que ocurrieran como resultado de circunstancias especiales, tales como un vehículo detenido, etc.

La capacidad de un conductor de un vehículo carretero, de ver un tren que se acerca a tiempo para realizar la necesaria maniobra para evitar el accidente, es común a la mayoría de los índices de riesgo. Henry fue el primero en usar esta idea en estudios de cruce a nivel. En un estudio más reciente Voorhees llega a calcular la distancia de visibilidad requerida.

El conductor debe tomar dos decisiones importantes al llegar a un cruce a nivel. En primer lugar, ¿tiene el conductor suficiente visibilidad del cruce y del tren que se aproxima, para poder detenerse a tiempo, a corta distancia del cruce? En segundo lugar, ¿tiene el

conductor suficiente visibilidad del tren que se aproxima para poder avanzar sobre el cruce sin riesgos?

La figura 1 ilustra estos temas sobre toma de decisiones. El conductor que está en el punto A tiene tiempo suficiente para detener su vehículo. La distancia a lo largo de la carretera incluye las distancias recorridas por el vehículo durante el tiempo de reacción y durante el frenado, más la distancia entre el ojo del conductor y la vía férrea, después que el vehículo se ha detenido. Esta distancia puede calcularse por:

$$Dt = Dp + Db + De$$

donde

Dt = distancia total desde el cruce

Dp = distancia recorrida durante el tiempo de reacción

Db = distancia recorrida durante la frenada

De = espacio final desde los ojos del conductor y el cruce

La distancia recorrida durante el tiempo de reacción aparece en la fórmula que sigue,

$$Dp = 1,47 Sv \cdot Rt$$

donde

Sv = velocidad del vehículo en millas por hora

Rt = tiempo de reacción

La distancia de frenado se calcula por:

$$Db = \frac{Sv^2}{30 (f + g)}$$

donde

Db = distancia recorrida durante la frenada

f = coeficiente de fricción sobre el pavimento húmedo para la velocidad supuesta

g = pendiente de la carretera en porcentajes

La segunda alternativa que debe tener un conductor que se aproxime a un cruce a nivel debe permitirle atravesar el cruce sin riesgos. En la Figura 1, el conductor que se encuentre en el punto A debe poder ver a lo largo de

la vía una distancia suficiente como para permitirle tomar una decisión en cuanto a si puede o no, avanzar sobre el cruce sin riesgos. El tiempo que le requiere al vehículo que se encuentra en el punto A avanzar sin riesgos se puede calcular por:

donde

$$Tp = \frac{Dt + Dv}{Sv \cdot 1,47}$$

Tp = tiempo que le demanda al vehículo carretero para avanzar sin riesgos

Sv = velocidad del vehículo carretero en millas por hora

Dv = distancia adicional que el vehículo necesita para pasar al otro lado de las vías

La distancia recorrida por el tren durante el tiempo que le lleva al vehículo avanzar sin riesgo sobre el cruce puede ser calculada entonces por:

$$Drr = St (1,47) Tp$$

donde

Drr = distancia a lo largo de la vía férrea

St = velocidad del tren en millas por hora

Las dos distancias, medida una en la vía férrea y la otra en la carretera, definen el triángulo de visibilidad. La Tabla 3 presenta las distancias para definir el triángulo de visibilidad para velocidades determinadas de vehículos y de trenes. Donde no existan dispositivos protectores accionados, se recomienda que los triángulos de visibilidad en cada cuadrante del cruce, estén libres de obstrucciones visuales. Si no existe suficiente distancia de visibilidad, se le debe proporcionar al conductor, una distancia de visibilidad, hasta un dispositivo de control accionado, de modo que todavía pueda decidir detenerse antes de llegar a su punto de obligatoriedad. Los vehículos detenidos en un cruce deberían disponer de distancia de visibilidad adecuada. Las leyes estatales y federales disponen que ciertos camiones se detengan en todos



Otra Empresa
Argentina que
hace al progreso
vial del país

5 de Octubre

DIA DEL CAMINO

PROYECTO DE AUTOPISTAS

- La Plata - Buenos Aires: Tramo común con el Acceso Sudeste
- Costera de la Ciudad de Buenos Aires
- Accesos Este y Sud a Mendoza
- Avenida de Circunvalación de Bahía Blanca
- Autopistas de Acceso y Circunvalación, Tucumán
- Ruta 215 - La Plata - Etcheverry

PROYECTOS DE CAMINOS Y PUENTES:

- Diversas obras en distintas zonas del país

ESTUDIOS DE INGENIERIA PARA LA DETERMINACION DE LA FACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICA DE OBRAS VIALES:

- Región del Comahue
- Accesos a San Miguel de Tucumán

SUPERVISION DE OBRAS VIALES:

- 980 Km en distintas zonas del país, para la Dirección Nacional de Vialidad

CADIA

Consultores Argentinos Asociados

LIBERTAD 1039 - TEL. 41-4785/3564 - BUENOS AIRES



Reunión Regional Interamericana de la International Road Federation

LA ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS PROSIGUE CON LA ORGANIZACION DE ESTA REUNION DECLARADA DE INTERES NACIONAL POR EL PODER EJECUTIVO, POR DECRETO N°. 438/79, QUE SE LLEVARA A CABO EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES ENTRE EL 5 Y EL 9 DE MAYO DE 1980 EN LOS SALONES DEL CENTRO CULTURAL GENERAL SAN MARTIN.

DURANTE EL PROXIMO MES DE NOVIEMBRE LOS INTERESADOS QUE YA SE HAN INSCRIPTO EN FORMA PROVISORIA RECIBIRAN LA CIRCULAR NUMERO DOS CON UNA AMPLIA INFORMACION SOBRE LA REUNION, INCLUIDA LA FICHA DE INSCRIPCION DEFINITIVA.

AL CIERRE DE ESTA EDICION YA SE HAN RECIBIDO 80 PROPUESTAS DE TRABAJOS A CUYOS AUTORES NUESTRA ASOCIACION LES ENVIO INSTRUCCIONES PRECISAS PARA SU PRESENTACION QUE VENCE INDEFECTIBLEMENTE EL 1°. DE DICIEMBRE VENIDERO.



5
DE
OCTUBRE
DIA DEL
CAMINO

**Los caminos
de hormigón
son los que recorren
más futuro.**

INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO

San Martín 1137 - Buenos Aires

SECCIONALES: CORDOBA: Avda. Gral. Paz 70, Córdoba - TUCUMAN: 25 de Mayo 30, San Miguel de Tucumán - LA PLATA: Calle 48 N° 632, La Plata - ROSARIO: San Lorenzo 1047, Rosario (Santa Fe) - MENDOZA: San Lorenzo 170, Mendoza - SAN JUAN: Ignacio de la Roza 194, Oeste, San Juan - BAHIA BLANCA: Luis María Drago 23, Bahía Blanca - CORRIENTES: Córdoba 1164, Corrientes - NEUQUEN: Avda. Argentina 251, Neuquén - DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES: Ensayos estructurales: Capitán Bermúdez 3958, frente Acceso Norte, Partido Vte. López.

Caños de
2 metros
de diámetro
instalados
para desagües
pluviales en las
proximidades
del Estadio
del C. A.
Vélez Sársfield



También en la autopista
"PERITO MORENO"

ALCANTARILLAS ARMCO

Para información adicional:
ARMCO ARGENTINA S. A.
División Productos Ingeniería
Corrientes 330 (1378) Bs. As.
Tel. 31-6215

Sucursales:
Belgrano 132 (5000) Córdoba
Tel. 28734
Córdoba 1749 (2000) Rosario
Tel. 24302

ARMCO ARGENTINA S.A.

