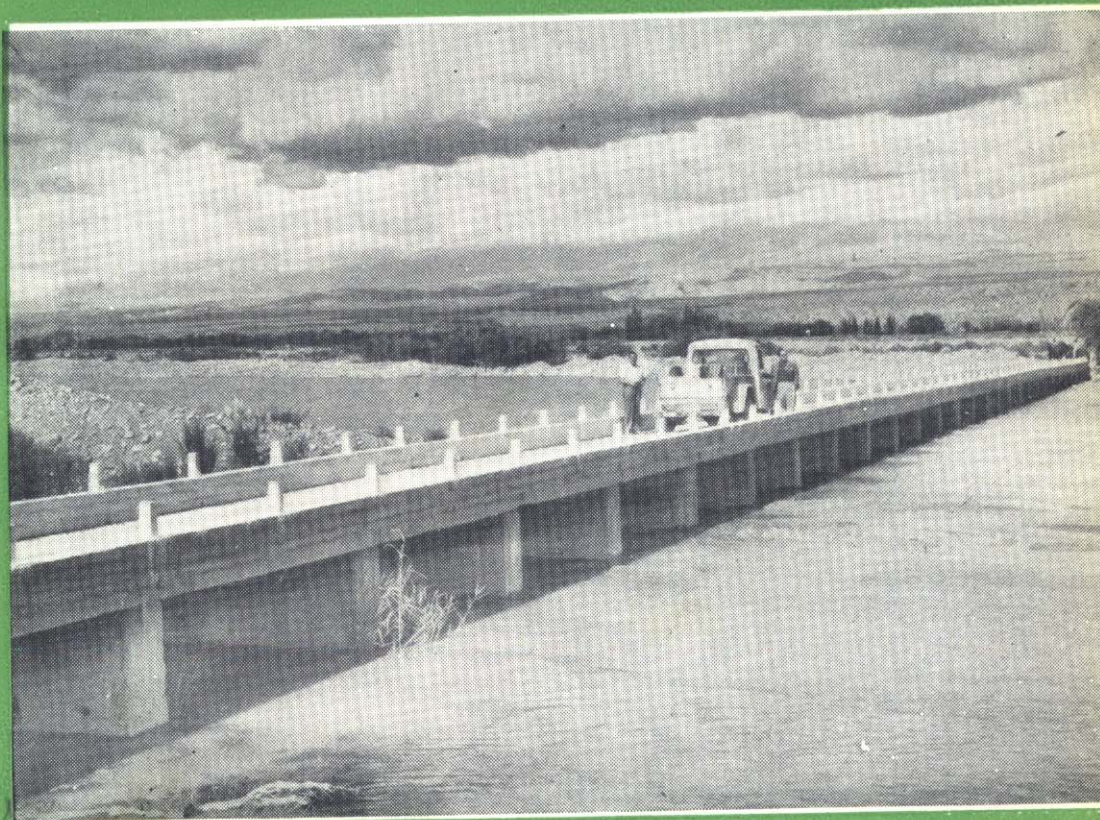


AÑO VII

Nº 30

Carreteras

OCTUBRE - DICIEMBRE 1962



ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS



CONSEJO DIRECTIVO

de la

Asociación Argentina de Carreteras



ADHERIDA A LA INTERNATIONAL ROAD FEDERATION

PRESIDENTE	Luis De Carli	(Cámara Argentina de la Construcción)
(Con licencia)		
VICEPRESIDENTE 1º	Edgardo Rambelli	(Shell, Compañía Argentina de Petróleo S.A.)
(En ejercicio de la presidencia)		
VICEPRESIDENTE 2º	Lucas G. M. Marengo	(Marengo S.A.I.C.F.)
SECRETARIO	Ezio M. A. Strazzolini	(Yacimientos Petrolíferos Fiscales)
PROSECRETARIO	Adolfo Brané	(B.P.B. Ind. y Com.)
TESORERO	Walther Burgwardt	(Burgwardt y Cia. S.A.I.C. y Agroganadera)
PROTESORERO	Juan F. García Balado	(Instituto del Cemento Portland Argentino)
VOCALES	Néstor C. Alesso	(José M. Aragón S.A.)
	Eduardo Arenas	(Dirección Nacional de Vialidad)
	Rafael Balcells	(Representante de la Categoría "A" - Socios Individuales)
	Jorge Baker Longan	(Firestone de la Argentina S.A.I.C.)
	Juan A. Brociero	(Argentrac S. A.)
	Arturo C. A. Buxton	(Automóvil Club Argentino)
	Enrique Humet	(Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires)
	Ricardo Pereyra Moine	(Representante de la Categoría "A" - Socios Individuales)
	Marcos Sastre	(Representante de la Categoría "A" - Socios Individuales)

Delegaciones en el Interior

CATAMARCA

Presidente	Pedro R. Puerta	(Emp. Const. Ing. Pedro R. Puerta)
Vicepresidente	Mario Folquer	(Ferreyra y Folquer - Estudios y Construcciones)
Secretario	Rafael Pérez Navarro	(Representante Mercedes Benz Argentina)
Tesorero	Edmundo Gelosi	(Casa Gelli)
Vocales	Augusto Figueroa	(Cámara Argentina de la Construcción)
	Renato Morandini	(Dirección Provincial de Vialidad)
	Andrés Vázquez de Novoa	(Distrito 11 de la Dirección Nacional de Vialidad)
	Esteban Milanesi	(Milanesi Hnos. - Agentes de Ford)

(Continúa en la contratapa interior)

CARRETERAS

ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS

AÑO VII

OCTUBRE - DICIEMBRE DE 1962

Nº 30

Director: Ing. Eduardo Arenas - Secr. de Redacción: Antonio P. Lomónaco - Registro de la Prop. Intelectual Nº 641.111 - Revista trimestral editada por la Asociación Argentina de Carreteras - Adherida a la Asociación de la Prensa Técnica Argentina - Direc., Redac. y Adm.: Paseo Colón 823, piso 7º, Buenos Aires, Argentina - Cables: "Carreteras" - Teléfonos: 30 - 0889 y conmutador 30 - 5536 y 34 - 8076 (Interno 8)



SUMARIO

por
más
y
mejores
caminos

	Pág.
OCUPAN UN HONROSO LUGAR... Editorial	3
FLEXIBILIDAD DE LAS CAPAS ASFALTICAS DE TIPO SUPERIOR Por el Dr. Celestino L. Ruiz	4
EL PROGRAMA DE CONSTRUCCION DE CARRETERAS EN GRAN BRETAÑA Por A. F. J. Baker	20
NORMAS QUE DEBEN APLICARSE EN MATERIA DE PUBLICACIONES CIENTIFICAS	24
LA 3ra. REUNION DE TERMINOLOGIA VIAL DE LOS CONGRESOS PANAMERICANOS DE CARRETERAS	29
PORTADA: Pasarela Sorocayense sobre el río Los Patos, provincia de San Juan. Esta pasarela une las rutas provinciales 207 y 208. (Foto de la Dirección de Vialidad de la provincia de San Juan).	

AVISADORES
EN ESTE NUMERO:

Acindar S. A. — Adrog — Argentrac — Corcemar — Esso S.A.P.A. — Good Year — Instituto
Cemento Portland — Shell Compañía Argentina de Petróleo S. A.



NUEVO DE PUNTA A PUNTA! el tractor CATERPILLAR **D6 SERIE C**

**PRUEBE UD. ESTE NUEVO TRACTOR
MAS POTENTE: 120 HP! – MAS PESADO: 9.000 KGS.!**

Un nuevo eslabón en la cadena del éxito de tractores Caterpillar. Su potencia y peso le permiten realizar las tareas más arduas con topadora y con barra de tiro, pero es, al mismo tiempo, versátil para trabajos menores y fácilmente transportable.

TRANSMISION DIRECTA O CON SERVO CAMBIO: La palanca única de control de la servo transmisión brinda cambios de velocidad y dirección instantáneos sobre la marcha. Esta transmisión, de diseño exclusivo Caterpillar, combina la capacidad de adaptación a cargas variables con la tracción positiva del mando directo. También puede optarse por la transmisión directa con cambios ágiles y el bien probado embrague CAT en baño de aceite.

TREN DE RODAMIENTO DE SERVICIO PESADO: Comparable en tamaño y capacidad a los D7 anteriores. El sistema patentado de carriles sellados aumenta la vida de los pernos, bujes y otras partes del tren de rodamiento. Los rodillos y ruedas de guía con lubricación permanente no requieren atención alguna.

OTRAS VENTAJAS: Embrague y frenos refrigerados por aceite... Controles hidráulicos de accionamiento rápido... Cilindro auxiliar hidráulico de inclinación... Estas y otras ventajas que ya han sido probadas en los D9, D8 y D7, se ofrecen ahora en el D6 Serie C.

REPRESENTANTES Y DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS

ARGENTRAC
COMPAÑIA ARGENTINA DE TRACTORES Y MAQUINARIAS S.A.I.C.e.I.
SUCESORA DE BRANDER & Cía. S. A.

T. E.
38 - 3001/8

TACUARI 147
Buenos Aires

SUCURSALES: COMODORO RIVADAVIA, CORDOBA, MENDOZA Y SALTA
Caterpillar, Cat y Traxcavator son marcas Registradas de Caterpillar Tractor Co.

Ocupan un honroso lugar...

Desde hace aproximadamente dos meses los órganos periodísticos del país van dando a conocer informaciones relacionadas con la situación financiera de los organismos viales de la nación y de las provincias. La mayoría de esas informaciones hacen referencia, naturalmente, a la deuda que Y.P.F. mantiene con dichos organismos en concepto de los aportes retenidos por impuestos a los combustibles y lubricantes destinados a la construcción y mantenimiento de la red vial argentina.

A pesar de la amplitud de esa información y de la frecuencia con que ellas tienen cabida en las páginas de los diarios y periódicos argentinos lo cierto es que el lector permanece sumido en la más profunda confusión y poca es la claridad que de todas esas noticias podrá extraerse en virtud de que por un lado la Secretaría de Obras Públicas realiza ciertas manifestaciones que no coinciden con las que produce Y.P.F. y a su vez ninguna de las dos concuerdan con las que emanan de la Secretaría de Energía y Combustibles en cuanto se refiere a las posibilidades y mecanismos de financiación de las obras viales y de cumplimiento de las disposiciones legales referentes a las recaudaciones de los impuestos que específicamente destinados a Vialidad recauda Y.P.F.

Mientras tanto y a pesar de tantas informaciones los contratistas de obras públicas no cobran; los aportes que efectúa Y.P.F. a Vialidad Nacional decrecen día a día; las vialidades provinciales no reciben lo que les corresponden ni por parte de Vialidad Nacional ni por parte de Y.P.F.; la mayoría de las obras camineras se están desarrollando a ritmo disminuido, y muchas ya están paralizadas, y en la lista de las empresas que quiebran en nuestro país, los contratistas de obras viales ocupan un conspicuo y honroso lugar... En este sombrío panorama una cosa indudablemente es positiva y verdadera: la singular paciencia que están evidenciando tener los hombres que conducen las obras públicas y la vialidad argentina para mantenerse en sus cargos y luchar para sacar a esta vital actividad del marasmo en que se encuentra por causas totalmente ajenas a su funciones específicas y a las previsiones legales que aseguran la financiación de esas obras.

FLEXIBILIDAD DE LAS CAPAS ASFALTICAS DE TIPO SUPERIOR

Por el Dr. CELESTINO L. RUIZ

EL AUTOR PRESENTO ESTE TRABAJO EN LA XII REUNION
DEL ASFALTO, CELEBRADA EN MAR DEL PLATA EN EL MES
DE NOVIEMBRE PROXIMO PASADO.

PRIMERA PARTE

CONTRALOR EMPIRICO Y CIENTIFICO DE LA FLEXIBILIDAD

1. — Introducción

En la técnica de los pavimentos asfálticos se utiliza el término "*flexibilidad*" para designar a la propiedad compleja que permite a una capa asfáltica el deformarse sin fisuramientos bajo la acción repetida de las cargas del tránsito, movimientos de la estructura, gradientes de temperatura y otros factores incidentales. Gracias a su flexibilidad, las capas asfálticas mantienen entre sí y con el resto de la estructura, el íntimo y uniforme contacto que caracteriza a los pavimentos flexibles.

La flexibilidad es una propiedad básica y esencial de tanta importancia como la estabilidad. Fallas por flexibilidad llevan al fisuramiento y cuarteo de las carpetas de rodamiento, comprometiendo el servicio útil de toda la estructura. En la VIII Reunión Anual del Asfalto —1955—, Rambelli encaró acertadamente este tema por lo cual no insistiremos aquí; sólo diremos que ya puede considerarse como un axioma que las propiedades opuestas, estabilidad y flexibilidad, deben balancearse entre sí sin caer en el error de dar excesivo peso a la una sobre la otra.

Comparativamente con la estabilidad, el estudio de la flexibilidad había merecido menor atención de los especialistas en la materia, tanto en las investigaciones de obra como en las de laboratorio, notándose sin embargo mayor preocupación en estos últimos años, fruto de la frecuencia de las fallas por flexibilidad.

A nuestro juicio, la complejidad propia de la flexibilidad impone para su estudio la aplicación del principio general utilizado en las ciencias naturales, esto es dividir el fenómeno complejo en otros más sencillos que lo determinen y analizarlos por separado. Con este criterio cabe distinguir:

- a) La flexibilidad inicial o *propriadamente dicha* de la capa asfáltica considerada aislada y virgen, es decir al terminar la etapa constructiva, sin sufrir los efectos del tránsito y de los factores climáticos. Ella queda definida por su capacidad para deformarse bajo cargas menores o iguales a la que ocasiona la rotura. El tiempo de aplicación de las cargas y la temperatura del material que se consideren deben ser representativos de las condiciones críticas extremas de servicio y el esfuerzo que determina la rotura debe guardar relación con el máximo esfuerzo a que será solicitado el material en servicio.
- b) Partiendo de una cierta y determinada flexibilidad inicial, la repetición de ciclos de carga y descarga con esfuerzos *menores* que el que determina la rotura, produce

la *fatiga* del material, que modifica la flexibilidad inicial pudiéndose alcanzar la rotura con menores esfuerzos, o sus correspondientes deformaciones, que los que la determinan en el estado inicial. Paralelamente, el ligante bituminoso sufre un cambio de propiedades con el tiempo por influencia de los factores externos, que se superponen a la fatiga propiadamente dicha producida por la repetición exclusiva de ciclos de carga y descarga. Por otra parte, la acción del tránsito densifica y modifica la estructura interna del material.

- c) La flexibilidad inicial y la resistencia a la fatiga son propiedades inherentes a una capa asfáltica, considerada como elemento aislado. Cuando dicha capa forma parte de la estructura de un pavimento flexible, o sea de un sistema de capas superpuestas, la capa asfáltica considerada influye en el comportamiento del conjunto y recíprocamente las otras capas en el de la considerada, determinando el tipo, magnitud de los esfuerzos y deformaciones críticas a que estará sometida en las condiciones del servicio práctico. En consecuencia el comportamiento de la capa asfáltica considerada desde el punto de vista de su flexibilidad será también función de un *factor estructural* dependiente del conjunto.

Para el estudio de la influencia del factor estructural en la flexibilidad de la capa considerada es necesario enearar el comportamiento del sistema de capas en conjunto, en base a las teorías del diseño de las estructuras viales.

La división del fenómeno complejo de la flexibilidad en los tres citados es una necesidad metodológica. Ella aclara y deslinda las causas que determinan las fallas atribuidas *genéricamente* a falta de flexibilidad de las carpetas asfálticas, al respecto cabe mencionar ejemplos bien conocidos. Repetidamente ha sido observado el caso de carpetas de tipo superior (concreto asfáltico, sheet-asphalt) que aun con relativamente baja flexibilidad inicial se han comportado satisfactoriamente sobre estructuras de apoyo de suficiente rigidez, particularmente si la frecuencia del tránsito no es elevada, es decir si los factores estructural y fatiga son favorables. A la inversa, un tratamiento superficial de elevada flexibilidad inicial, puede acompañar satisfactoriamente durante cierto tiempo las elevadas deflexiones de una estructura débil, sin embargo debe tenerse presente que ello se logra sobrecargando su resistencia a la fatiga, la que en última instancia determinará la falla y tanto más rápidamente cuanto mayor haya sido la frecuencia del tránsito pesado.

Sin pretender encarar aquí las teorías y métodos de diseño de pavimentos flexibles, diremos que todas ellas, tanto las totalmente empíricas cuyo ejemplo clásico es el C.B.R., como las más modernas teorías basadas en el comportamiento elástico de los materiales constitutivos bajo cargas dinámicas, consideran un sistema de capas de cierto espesor individual y constituida cada capa por cierto material cuyo comportamiento bajo carga queda expresado por una o más características propias. La diferencia fundamental es la forma de medir las características que individualizan al material y los métodos utilizados para relacionar los esfuerzos y deformaciones permitidas en la estructura. Por ejemplo, el C.B.R. aplica como criterio básico un módulo arbitrario de deformación por punzonado a deformación fija (0,1") expresado como porcentaje del que corresponde a un material patrón, sin tomar en cuenta la naturaleza de las deformaciones (sean recuperables o permanentes). Determinando este módulo en el laboratorio con probetas que imiten las características de obra y en las peores condiciones de contenido de humedad, las curvas de espesores, que son en esencia un bulbo empírico de distribución de esfuerzo, dan un criterio de seguridad para no sobrecargar ninguna de las capas, entendiendo con estos términos que los esfuerzos normales que llegan a ellas no determinan la falla o bien deformaciones excesivas, sean éstas elásticas (recuperables), permanentes o mixtas. Si desde el clásico C. B. R. pasamos a las más modernas teorías, cada capa del sistema queda individualizada por un módulo que vincula esfuerzos con deformaciones; sea éste el módulo elástico E cuando se acepta que se cumple la ley de HOOKE y su valor es razonablemente constante en las condiciones de trabajo consideradas, o bien por un módulo de rigidez (STIFFNES) S que tiene el mismo sentido físico pero es función de la temperatura y tiempo de aplicación de la carga. Lógicamente, $S = E$ para la deformación fundamentalmente elástica, independiente del tiempo de aplicación y de la temperatura; en el caso contrario S será igual al módulo E que corresponde a determinada temperatura y tiempo de acción de la carga. El módulo E dinámico no es más que un valor del módulo de elasticidad con tiempos de aplicación cortos (frecuencias altas).

La gran ventaja de las teorías modernas es que es posible aplicar al sistema de capas la teoría de la elasticidad, aceptando ciertas simplificaciones y utilizando como parámetros las razones modulares E_1/E_2 ; E_2/E_3 , el módulo E_3 , los espesores de las capas h_1 , h_2 ,... las razones de Poisson μ_1 , μ_2 , μ_3 y la razón a/h_1 , siendo a el radio del área circular cargada, todos ellos en unidades absolutas. Pueden así calcularse los esfuerzos y deformaciones a que están sometidas cada una de las capas constitutivas bajo tránsito dinámico, para un dado juego de los parámetros citados, esto tiene interés particular para el estudio de la flexibilidad, como luego veremos.

Creemos oportuno mencionar aquí que, tal como ha ocurrido en otros campos de interés técnico-económico, las teorías modernas no presentan un frente opuesto al conjunto del conocimiento empírico logrado con anterioridad. A la inversa, lo sistematizan e interpretan permitiendo una correcta extrapolación de los resultados experimentales.

La importancia del factor estructural en la flexibilidad claramente interpretado por las teorías modernas. Hasta hace pocos años el criterio básico en el diseño de los pavimentos flexibles era evitar la sobrecarga de cada capa constitutiva por el esfuerzo normal que llega a ella. La experiencia mostró que aun en este caso pueden producirse fallas con fisuramiento de los revestimientos bituminosos debidas a pequeñas deformaciones elásticas repetidas que determinan la fatiga del material. Como lógica consecuencia se introdujo de una u otra forma en los métodos de diseño la frecuencia de las cargas acompañando al concepto de flexibilidad inicial. Por otra parte las teorías modernas permiten establecer el tipo y magnitud de la deformación que cada carga dinámica ocasiona en cada capa del pavimento. Ellas han mostrado que en buena parte se deben a las pequeñas deformaciones elásticas que cada carga dinámica produce en la subrasante de apoyo, lo que en la terminología propuesta por HVEEM se denomina *resiliencia* (la resiliencia de Hveem corresponde a las deformaciones por compresibilidad exclusivamente). Ellas dependen, en igualdad de otros factores, de la naturaleza de

los suelos de subrasante, grado de compactación y muy particularmente de su contenido de humedad creciendo marcadamente al sobrepasar el 85 % de la saturación aun con suelos limosos relativamente poco expansivos. Las fallas por resiliencia, junto de la repetición de dichas deformaciones elásticas muestran influencia del factor estructural y cómo una falla de la carpeta asfáltica, considerada genéricamente por falta de flexibilidad, puede ser en última instancia ajena a sus propiedades iniciales como material aislado y virgen, dependiendo de la magnitud de las deformaciones elásticas de la subrasante menores que la máxima tolerada pero aplicadas en número suficiente para fatigar al material de la capa superficial bituminosa.

En este trabajo se pretende estudiar en particular la flexibilidad inicial de las mezclas asfálticas consideradas como material aislado, que es el problema básico para dosificación de las mismas. La influencia de la fatiga y del factor estructural corresponden esencialmente al campo del diseño del camino que se aparta de nuestro tema. La influencia de estos dos últimos factores obligó a hacer las lógicas y necesarias referencias a las mismas cuando ello sea necesario.

Nuestro propósito es fijar directivas que orienten en la selección y dosificación de mezclas asfálticas tendiendo a lograr la flexibilidad inicial necesaria. Su comportamiento práctico será siempre función del adecuado diseño de la estructura total tanto para nuevos pavimentos como para refuerzo de los existentes.

2. — Contralor empírico de la flexibilidad inicial

La experiencia práctica ha demostrado que la flexibilidad de las capas asfálticas de tipo superior está correlacionada fundamentalmente a los siguientes factores:

- 1) Porcentaje de betún asfáltico, se acepta que las "mezclas ricas" son más flexibles que las pobres en igualdad de otros factores.
- 2) Características del betún asfáltico y su mutua dependencia en particular:
 - a) Consistencia a temperatura ambiente expresada por el ensayo de penetración (25°C, 5 seg, 100 g);
 - b) Susceptibilidad térmica, o sea el cambio de consistencia al variar la temperatura, que permite tener información sobre la consistencia real a las bajas temperaturas donde la flexibilidad es crítica;
 - c) Resistencia al calor en presencia de aire, que regula la conservación de la consistencia inicial durante la preparación, transporte y colocación de las mezclas;
 - d) Durabilidad, es decir resistencia a la alteración de sus propiedades durante la vida útil de las capas asfálticas.
- 3) Porcentaje y tipo de material de relleno o filler.
- 4) Descubrimiento del revestimiento bituminoso de los agregados (stripping) por acción del agua que reduce la cohesión.

En todos los métodos de dosificación de mezclas asfálticas el punto crucial es fijar el porcentaje óptimo de betún asfáltico que corresponde a cierto agregado. La dificultad mayor está en fijar el criterio de porcentaje óptimo dado que el contenido óptimo que da la máxima estabilidad es menor que el que determina la mejor flexibilidad y en consecuencia ambos contenidos óptimos deben ser necesariamente balanceados.

El criterio generalmente empleado es utilizar el máximo de betún asfáltico compatible con la estabilidad mínima exigida. En el caso del criterio de calidad preconizado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército Norteamericano, seguido por las más importantes entidades viales de nuestro país, ello implica tender al valor máximo en el ámbito aceptado de los vacíos del agregado mineral compactado (V.M.A.) ocupados por el betún que está en la parte descendente de la curva estabilidad Marshall versus porcentaje de asfalto, en otros términos, no utilizar como único criterio de calidad la estabilidad del material.

Con respecto a la consistencia del betún asfáltico se considera generalmente que deben emplearse ligantes de baja consistencia (alta penetración) como un medio de asegurar la

flexibilidad. Debe tenerse presente que al reducir la consistencia del betún se modifica sensiblemente la resistencia a la flexión del material y en consecuencia a igualdad de esfuerzo y condiciones de deformación es mayor y en consecuencia también lo es el riesgo de fisuramiento.

La experiencia ha demostrado que el porcentaje de asfalto es un factor de *más importancia* que la consistencia del mismo dentro de ciertos límites, cuando se considera la resistencia a la fatiga. Al respecto cabe mencionar que las carpetas usadas en Inglaterra, preparadas según la norma B.S. N° 594 del año 1950 que son relativamente ricas en betún asfáltico del tipo 30-40 hasta el 60-80, acusan raramente fallas de flexibilidad y los desplazamientos por escasa estabilidad no son críticos. El uso de betunes asfálticos de consistencia algo más elevada que el clásico 70-100, permite porcentajes relativamente mayores sin caer en el peligro de sobrecolmatación de los espacios entre las partículas del agregado por densificación bajo el tránsito, esto ha sido demostrado experimentalmente entre otros por Kallas y Krieger (2) y Metcalf (19), confirmando la experiencia inglesa. Por otra parte, debe tenerse presente que el incremento de consistencia (reducción de penetración) producido durante la preparación y colocación de las mezclas por influencia del calor y el oxígeno del aire, es en general porcentualmente menor con los betunes más consistentes, por lo cual las diferencias entre las penetraciones iniciales se acortan al considerar la real consistencia del ligante en la mezcla. El uso de los betunes asfálticos de penetración algo menor que el clásico 70-100 ha sido repetidamente aconsejado por Rambelli en nuestro medio. En la Conferencia Internacional sobre Diseño Estructural de los Pavimentos Asfálticos realizada recientemente, en agosto de 1962, en Ann Arbor, T. L. Speer de la American Oil Co., ha presentado una interesante discusión demostrando el mejor comportamiento práctico de carpetas construidas con betunes asfálticos de 50-60 de penetración y aún menores con respecto al clásico 80-100.

Lo expresado no implica olvidar que si el endurecimiento del betún asfáltico alcanza ciertos valores mínimos de penetración la flexibilidad se hace crítica y a ello nos referiremos más adelante. Precisamente para no llegar a esos valores críticos es oportuna la exclusión de los betunes de cracking y los alquitranes de fácil alteración en servicio y la inclusión del ensayo de calentamiento en película propuesto por el Bureau of Public Roads, que da una indicación de la tendencia del material a alterarse en la preparación de las mezclas aun cuando se respeten en la usina los límites de temperatura correctos. Este ensayo ha sido adoptado por las últimas especificaciones del Asphalt Institute y las nuestras IRAM número 6.604, en el año 1957.

Por otra parte y como indicaremos más adelante, la flexibilidad es una propiedad crítica a bajas temperaturas de servicio y por esta razón la consistencia que más interesa no es la medida a 25°C por el ensayo de penetración sino aquella que existe a temperaturas del orden de 0°C o menores. En consecuencia es necesario tener en cuenta el cambio de consistencia con la temperatura propia de cada betún que depende de la naturaleza de los petróleos crudos usados y los procesos de elaboración, en otros términos su susceptibilidad térmica. En nuestra especificación IRAM N° 6.604 se ha adoptado como expresión de esta propiedad el "Índice de Penetración" propuesto en 1936 por Pfeiffer y Van Doornal, fijando los límites desde -2 a 0 que excluyen los betunes asfálticos de elevada susceptibilidad térmica. El Índice de Penetración es una relación entre la penetración a 25°C, 100 g, 5 seg y la temperatura del punto de ablandamiento (anillo y esfera), ensayos comunes de fácil aplicación en el contralor de rutina.

La tendencia actual se orienta a la utilización de mezclas cerradas aun en el caso de las capas base. Justifican esta tendencia la mayor resistencia a los agentes naturales, en particular el aire que endurece al ligante por oxidación y el agua que tiende a producir el descubrimiento en la superficie de los agregados hidrófilos reduciendo la acción cohesiva del ligante bituminoso. Por otra parte las mezclas densas acusan una mayor resistencia en flexión (efecto de losa) y resistencia a la fatiga en igualdad de otras condiciones.

La influencia en la flexibilidad de la cantidad de material de relleno o filler, entendiéndose como tal la fracción del agre-

gado total que pasa el tamiz N° 200 que es la que *actúa mecánicamente* como filler, es bien conocida. La experiencia práctica ha demostrado que el porcentaje de filler óptimo para la flexibilidad está por debajo del que produce la máxima "densidad" y estabilidad. Las mezclas de tipo superior con elevados contenidos de filler son poco flexibles en las condiciones críticas de trabajo a bajas temperaturas y la tendencia general, en beneficio de la flexibilidad, es limitar el contenido del mismo.

El criterio seguido para la limitación del contenido de filler es variable. En algunas especificaciones, como la B.S. N° 594, se indica directamente el rango del contenido de los filleres clásicos (calceño y cemento) para cada tipo de mezcla. Otros autores han propuesto fijar la relación en peso F/B considerando como valor máximo 1,2 (véase 5,6, 6 discusión). En el caso del criterio de calidad del Cuerpo de Ingenieros del Ejército Norteamericano la limitación del filler es indirecta, dado que se fija un máximo de "fluencia" Marshall de 20 (0,01"); en las mezclas altamente fillerizadas la fluencia crece muy rápidamente al incrementar el porcentaje de betún y para cumplir el límite fijado se llega a contenidos de betún bajos, es decir a las que se denominan "mezclas críticas" (3) (1).

En nuestro medio se utiliza generalmente el criterio de "concentración crítica" Cs propuesto por el autor en el año 1943 para limitar la cantidad de filler en la dosificación de las mezclas asfálticas de tipo superior (7). Su fundamento básico es que el filler queda disperso en la fase continua betún asfáltico, el sistema conserva esencialmente el tipo de comportamiento reológico de este último hasta cierta concentración en volumen del filler, la Cs, que puede ser establecida por un ensayo simple de sedimentación en querosene. La cantidad de filler máxima es aquella que cumple con la relación en volumen:

$$\frac{F}{F+B} = Cs$$

Posteriormente (8) el autor demostró que la cantidad de filler que corresponde al valor Cs, está relacionado con los espacios entre las partículas de arena en la *mezcla compactada*, cantidades de filler superiores al valor Cs *abren la estructura granular de la arena* con la lógica pérdida de resistencia friccional. Este criterio aplicado a los filleres convencionales (calceño, cemento) lleva a porcentajes de filler concordantes con los establecidos por la experiencia; con "filleres" más activos como la cal hidratada, diatomeas, amianto, etc., lleva a porcentajes menores, lo que muestra que el grado de fillerización adecuado depende de las características propias de cada filler, en particular de las formas de sus partículas dando por descontado que el filler reúne las condiciones de fineza que implica tal denominación.

La fineza y forma de las partículas del filler junto con su concentración en volumen

$$Cv = \frac{F}{F+B}$$

determinan el cerrado de la mezcla y la consistencia del sistema ligante filler-betún; la naturaleza del filler influye marcadamente en la resistencia al agua de las mezclas de tipo superior, propiedad que afecta a la flexibilidad.

Creemos digno de mencionar que mientras se han desarrollado decenas de pruebas empíricas de laboratorio para el contralor de la estabilidad, de las cuales la más generalizada en nuestro medio es el ensayo Marshall, no se ha divulgado ninguna técnica para la medida directa de la flexibilidad y su contralor empírico ha sido siempre indirecto y en buena parte fruto de la experiencia personal.

3. — Contralor científico de la flexibilidad

La flexibilidad inicial de las capas asfálticas queda definida desde el punto de vista físico por la deformación en tracción bajo esfuerzos menores o igual al de rotura. La presencia del ligante bituminoso con comportamiento visco-

elástico impone a la mezcla sus características reológicas y ellas determinan que las deformaciones no sean sólo función del esfuerzo aplicado sino también del tiempo y de la temperatura. En consecuencia, no se puede hablar de la flexibilidad inicial del material sin putualizar el conjunto de las variables en juego que la determinan.

Dentro del amplio rango de temperatura y de tiempo de acción de las cargas que soporta una carpeta asfáltica en servicio, corresponde distinguir dos situaciones límites opuestas, a saber:

a) A temperaturas bajas (0-5°C ó menores) y cortos tiempos de aplicación de las cargas del orden del centésimo de segundo que corresponde a la velocidad normal del tránsito o sea 50-80 km/hora, éstas determinan deformaciones fundamentalmente *elásticas* (recuperables) y las carpetas acusan elevada rigidez.

b) A temperaturas de 25°C ó mayores y tiempo de aplicación del orden del décimo de segundo (velocidad del tránsito de 10 km/hora) o bien cargas estáticas (vehículos detenidos) el comportamiento de las capas asfálticas es fundamentalmente *plástico*, su rigidez es menor y los esfuerzos no deben alcanzar la zona de fluencia para evitar las deformaciones permanentes sin fisuramiento.

Tanto los betunes asfálticos como las mezclas solicitadas a bajas temperaturas y cortos tiempos de aplicación, que corresponden al tránsito dinámico, muestran comportamiento predominantemente elástico porque se limita la posibilidad de relajamiento de la energía acumulada durante la deformación y en consecuencia la deformación es fundamentalmente recuperable. Existe proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones (ley de Hooke) y la rotura se alcanza inmediatamente después de exceder el límite elástico sin marcadas deformaciones plásticas. El material muestra fragilidad y la deformación unitaria en la rotura por tracción es del orden de 1×10^{-3} , o sea 0,1 % cercana a las deformaciones que sufren en el servicio práctico.

La condición crítica de trabajo en el ámbito elástico ha sido ampliamente estudiada por las teorías de capas elásticas aplicadas a las estructuras camineras. Una carpeta asfáltica en el ámbito elástico puede ser concebida como una capa de material elástico macroscópicamente homogéneo e isotropo, caracterizado por un módulo de elasticidad E_1 y razón de Poisson μ_1 que apoya uniformemente sobre una o más capas de materiales de análogos características individualizados por sus módulos E_2, E_3 y μ_2, μ_3 . El módulo es susceptible de cálculo en base a la teoría de la elasticidad conociendo los espesores h_1, h_2 , la carga y el área de la zona cargada (a) en forma similar al caso de los pavimentos rígidos estudiados por Westergard (1925 al 39), lo que ha sido realizado por Hoggs (1928), Burmister (1943), Odemark (1949), Fox (1948), Acum y Fox (1951) y otros. Este tema ha ocupado gran parte de la actividad de la Sesión IV "Theoretical Development Related to Structural Design of Asphalt Pavements" de International Conference on Asphalt Pav. realizada recientemente en Ann Arbor.

Pese a las distintas hipótesis simplificadoras utilizadas la tendencia general de los resultados es coincidente en que bajo cargas dinámicas el esfuerzo crítico es en *tensión en la cara inferior* de la capa asfáltica bajo el área cargada. En el gráfico N° 1 se muestran los resultados para el caso más simple de un sistema de dos capas siendo h_1 : a y él muestra que la razón modular E_1/E_2 determina el valor del esfuerzo en tensión δ_2 en la cara inferior de la primera capa. Se observa que δ_2 es función de la razón modular E_1/E_2 y no del valor aislado E_1 de la capa superior, expresión clara de lo que hemos llamado factor estructural que pone en evidencia que el comportamiento de la capa superior depende necesariamente del conjunto del sistema. Para $E_1/E_2=1$ sólo actúan esfuerzos de compresión en la capa superior, al crecer E_1/E_2 se desarrollan esfuerzos de tensión en la cara inferior que a cierto valor de E_1/E_2 igualan a los de compresión como en el caso de la flexión simple. Lógicamente la deflexión y radio de curvatura de la capa superior determinan la formación por tensión en la cara inferior. En estos cálculos debe operarse con los *módulos reales de trabajo*, es decir los que corresponden al tiempo de aplicación de la carga y temperatura del servicio práctico. Ello es de particular importancia para materiales visco-elásticos como las ca-

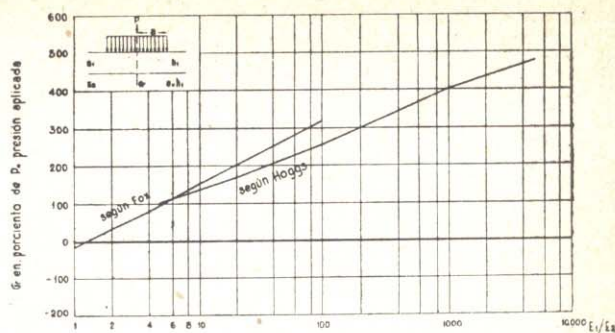


Gráfico N° 1

Esfuerzos en tracción en el fondo de la capa superior en función de la razón de los módulos de elasticidad E_1 y E_2
El signo + significa esfuerzos en tensión. Tomada de (9a)

pas asfálticas cuyo módulo puede variar netamente con la temperatura y tiempo de aplicación, estos factores influyen en mucho menor grado con otros materiales (bases granulares, hormigón de cemento, etc.) cuyo módulo E es razonablemente constante.

Para dar una idea general de la influencia del carácter visco-elástico se indican en el cuadro n° 1 los módulos elásticos de los concretos asfálticos usados en los caminos experimentales WASHO y AASHO a dos tiempos de carga y cuatro temperaturas que abarcan desde tránsito lento a normal y un ámbito de temperaturas relativamente reducido, cabe hacer notar que debajo de 0°C la variación del módulo es pequeña tendiendo a un valor constante.

CUADRO N° 1

CONCRETO ASFALTICO

Tiempo de aplicación	Temperatura	AASHO Módulo E	WASHO Módulo E
0,1 seg.	0° C	$1,3 \times 10^5$ kg/cm ²	6×10^4 kg/cm ²
"	14° C	$3,2 \times 10^4$ "	$1,3 \times 10^4$ "
"	25° C	$8,5 \times 10^3$ "	$4,5 \times 10^3$ "
"	47° C	$1,0 \times 10^2$ "	6×10^2 "
0,01 seg.	0° C	2×10^5 "	$1,25 \times 10^5$ "
"	14° C	1×10^5 "	$3,4 \times 10^4$ "
"	25° C	3×10^4 "	$1,2 \times 10^4$ "
"	47° C	$2,5 \times 10^2$ "	2×10^3 "

En las condiciones que corresponden al ámbito elástico es posible calcular el orden de magnitud de los esfuerzos en tensión y las correspondientes deformaciones que muestran que en él la flexibilidad es crítica. El análisis de FOX con estructuras "tipo" muestra que en dicho ámbito los esfuerzos en tensión son 1 a 3 veces mayores que el normal aplicado. Así, por ejemplo, un esfuerzo normal de 5 kg/cm² da origen a tensiones del orden de 10 kg/cm² que con un módulo $E_1 = 1 \times 10^5$ kg/cm² se llega a que la deformación unitaria en tracción es del orden de 10^{-4} y ella se cumple en un tiempo de centésimos de segundo, o sea a una velocidad media de deformación de 10^{-2} seg.⁻¹. Por lo tanto, todo ensayo que pretenda medir la flexibilidad inicial, deberá realizarse a la temperatura representativa del invierno, por ejemplo 0°C y con velocidad de deformación del orden citado.

Ensayos mecánicos directos en tracción en dichas condiciones han sido realizados por Mason, Thrower y Smith¹⁰ operando con probetas de sheet-asphalt preparadas según la norma B.S. N° 594 con betún de 60 de penetración. Se operó a 0°C aplicando un esfuerzo creciente en tracción con velocidad constante y elevada para el desplazamiento de los platos de la máquina de ensayo. En el gráfico N° 2 se han reproducido sus gráficos; se observa que existe un cierto acomodamiento de las probetas en los moldes que determina una velocidad variable al principio por lo cual la extensibi-

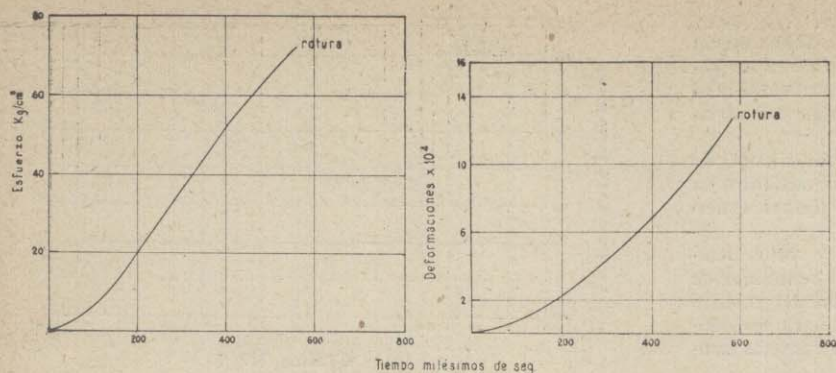


Gráfico N° 2

Curvas típicas de esfuerzos y deformaciones unitarias en función del tiempo, sheet-asphalt a 0° C en tracción. Tomadas de (10). Composición en peso: arena 74,2, filler calcáreo 13,9, betún de penetración 60, 11,9 %.

lidad media corresponde a una velocidad de deformación que crece desde cero hasta $3 \times 10^{-3} \text{ seg}^{-1}$ en un periodo de tiempo cercano a 0,5 seg. Se observa que no existe prácticamente periodo plástico, la resistencia a la tracción alcanza valores de más de 70 kg/cm²; el módulo elástico es del orden de $6 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ y la deformación unitaria en la rotura es $1,3 \times 10^{-3}$, o sea un alargamiento de 0,13 %.

Estos ensayos directos con tan cortos tiempos de aplicación presentan serias dificultades experimentales. En general se prefiere determinar el módulo elástico recurriendo a la medida de la velocidad de propagación de ondas (V) en un medio elástico de densidad (d) conocida. Se tiene $E = k \cdot d \cdot V^2$ donde k es una constante que depende del tipo de ondas y de μ . Se ha empleado el método "sónico" con ondas de frecuencia elevada (11) u otros tipos de vibraciones con frecuencias menores (Van der Poel, Nijboer, Jones, etc.) o bien los dispositivos utilizados recientemente por Secor y Monismith²³, Papazian²⁴, etc.

Apartándonos ahora de las condiciones que determinan un comportamiento fundamentalmente elástico, al elevarse la temperatura y aumentar el tiempo de aplicación de las cargas, tendiendo a estáticas, el medio ligante bituminoso adquiere predominio de su comportamiento viscoso y las mezclas de carácter plástico por la presencia del esqueleto granular que aporta resistencia friccional. La relación esfuerzo/deformación disminuye marcadamente al incrementar la temperatura y reducir la velocidad de deformación, por ello no es posible definir al material por un módulo E razonablemente constante. Para expresar estas características, Van der Poel^{9b} propuso llamar "stiffnes" a la relación *esfuerzo/deformación total* que es función decreciente de la temperatura y tiempo de aplicación del esfuerzo, tal como puede verse en la figura N° 4. Dicha razón ha sido usada como un "módulo de deformación", "módulo de elasticidad generalizado" y es en esencia una expresión de rigidez, por lo cual traducimos aquí el término "stiffnes" por *módulo de rigidez (S)*.

La característica fundamental de las mezclas asfálticas en el periodo plástico es que pierden fragilidad; en cualquier diagrama esfuerzo-deformación se aprecia que después de un ámbito de proporcionalidad existe una neta deformación plástica antes de alcanzar la rotura. La deformación unitaria en la rotura por tracción es del orden de 10^{-2} , es decir *unidades por ciento*, lo que demuestra claramente que la *flexibilidad no constituye problema en las condiciones de servicio práctico que corresponden al periodo plástico*. A la inversa, la excesiva deformación plástica antes de la rotura es una causa de deformaciones por falla de estabilidad que hacen necesario juzgar la estabilidad por la carga de rotura acompañada de un límite máximo de deformación al alcanzarla, tal como se indica en el ensayo Marshall al especificar los límites máximos de "fluencia".

Algunos autores consideran que la deformación al alcanzar la rotura con velocidades de deformación bajas y temperaturas relativamente altas es una medida de la flexibili-

dad¹². La flexibilidad es sólo propiedad crítica en el ámbito elástico y en consecuencia es evidente que corresponde medirla en las condiciones experimentales que determinan comportamiento predominante elástico. Por ejemplo, una "fluencia" Marshall de 16 (0,01") o sea 4 mm, con velocidad de deformación de 5 cm/minuto, en una probeta de 10 cm de diámetro, representa una deformación unitaria de 10^{-2} ; 4 por ciento. Si se alcanza la rotura en 4 seg, la velocidad de deformación será del orden de 10^{-2} seg^{-1} . Dicho tiempo de aplicación de las cargas en el ensayo corresponde a un tránsito muy lento con velocidad inferior a 1 km/hora, lo que asociado a la temperatura de 60°C muestran claramente que la fluencia Marshall puede ser una medida o índice de la "plasticidad" de la mezcla a 60°C pero no de

su flexibilidad inicial, entendiendo con este término la capacidad de deformación sin fisuramiento en las condiciones críticas de servicio. Por otra parte, puede tenerse una idea grosera del módulo secante esfuerzo/deformación, aceptando que la fuerza aplicada se reparta uniformemente en la sección máxima de la probeta de área 60 cm²; a una estabilidad Marshall de 600 kg/cm con fluencia 16 (0,01") corresponde un módulo en compresión de sólo 250 kg/cm² que indica el carácter plástico de la rotura.

Al elevarse la temperatura, el módulo elástico E_1 (o más apropiadamente el módulo de rigidez) de la capa asfáltica superior de un camino cae marcadamente reduciéndose a un décimo o aún más de su valor en el periodo elástico. En cambio el módulo E_2 de las capas no asfálticas se mantiene prácticamente constante. En consecuencia la razón modular E_1/E_2 , que es el parámetro básico, disminuye con la elevación de temperatura y el gráfico N° 1 muestra que el esfuerzo crítico en tensión en la cara inferior disminuye paralelamente, tendiendo a ser cada vez más crítico el esfuerzo en compresión en la cara superior. Por ejemplo, consideremos en el periodo elástico una razón modular.

$$E_1/E_2 = \frac{1,5 \times 10^5}{3 \times 10^4} = 5$$

que al pasar a cierto punto del periodo plástico se reduce a $F_1/E_2 = 1,5 \times 10^4 / 3 \times 10^4 = 0,5$, en la condición $h_1 = a$ del gráfico N° 1 se ve claramente que el régimen de trabajo de la capa superior asfáltica es totalmente distinto y el esfuerzo de compresión en la cara superior pasa a ser el crítico. La resistencia al corte es ahora el factor fundamental y el concepto de valor portante de los sistemas plásticos bajo esfuerzos normales desarrollado por PRANDTL TERZAGHI, etc., explica el comportamiento o "estabilidad" en base a la fricción interna y cohesión. En las mezclas asfálticas es necesario distinguir con NIJBOER la "*cohesión viscosa*" o "*viscosidad de masa*", función de la velocidad de deformación, de la "*cohesión no viscosa*" independiente del tiempo de aplicación del esfuerzo.

Todo lo dicho demuestra que la propiedad crítica en el ámbito plástico es la estabilidad del material, o sea su resistencia a los esfuerzos normales o tangenciales que escapa a nuestro tema. Sólo diremos que a la estabilidad corresponde medirla en condiciones de tiempo de aplicación y temperatura opuestos a las medidas de flexibilidad. La velocidad de deformación en los ensayos de estabilidad debe corresponder a tránsito muy lento tendiendo a cargas estáticas. Por ejemplo, si consideramos que sobre una carpeta de 5 cm de espesor actúa un vehículo o bien un plato de carga durante 30 minutos produciendo una depresión vertical de 1 mm; la velocidad de deformación es del orden de 10^{-5} seg^{-1} si la deformación en cada punto del material tiene lugar a la misma velocidad, bien distinta por cierto de la que corresponde a los ensayos para determinar el módulo

dinámico que corresponde a la acción de los vehículos en marcha normal.

Resumiendo, la medida de la flexibilidad inicial de las capas bituminosas desde el punto de vista físico, sería su deformación al alcanzar la rotura o bien el módulo de rigidez, ambos determinados en las condiciones críticas de servicio para las cuales el módulo de rigidez puede considerarse en una primera aproximación como un módulo de elasticidad. La condición ideal para buena flexibilidad inicial

sería lograr a bajas temperaturas una elevada resistencia a la tracción acompañada de un módulo relativamente bajo, en tal forma los esfuerzos solicitan en menor grado al material; esto fue indicado por RADER¹ hace ya casi 30 años en base a la correlación entre comportamiento práctico y el módulo a bajas temperaturas y lo confirman los estudios modernos en base a la aplicación de la teoría de la elasticidad al sistema de capas que constituye un pavimento bajo cargas dinámicas.

SEGUNDA PARTE

INFLUENCIA DE LA FATIGA Y DE CADA UNO DE LOS COMPONENTES DE LA MEZCLA EN LA FLEXIBILIDAD

1. — Fatiga

En el apartado 3) de la primera parte nos hemos referido fundamentalmente a la flexibilidad inicial, es decir la que corresponde al material de obra una vez terminada la etapa constructiva o bien a probetas vírgenes de laboratorio. Las mezclas asfálticas, lo mismo que otros materiales como metales, hormigón, plásticos, etc., sometidas a un considerable número (10^5 a 10^8) de ciclos de carga y descarga con esfuerzos inferiores al que determina la rotura y que causan sólo deformaciones recuperables, acusan un cambio de sus características y si el número de aplicaciones es suficientemente grande se alcanza la rotura. Las observaciones experimentales de HVEEM, VAN DER POEL, NIJBOER y otros, han demostrado que el fisuramiento de las carpetas de tipo superior en estructuras correctamente diseñadas desde el punto de vista de evitar la sobrecarga de cualquiera de sus capas por esfuerzos normales y con adecuada flexibilidad inicial, se debe fundamentalmente a la fatiga del material. Los caminos experimentales del WASHO y AASHO confirman estas observaciones y muestran su influencia en la vida útil de las estructuras.

Estudios de laboratorio sobre la fatiga como el de MONISMITH²¹ y muy particularmente el de PELL²² entre otros, muestran que en el último análisis el factor básico determinante de la falla por fatiga es la magnitud de la deformación aplicada, conclusión que concuerda con los resultados indicados antes por HVEEM²⁰ con carácter preliminar.

Existe relación lineal decreciente entre el logaritmo del número de repeticiones de carga que determina la rotura y el logaritmo de la deformación aplicada; ello implica que la temperatura y el tiempo de aplicación influyen en la magnitud del esfuerzo necesario para alcanzar cierta deformación pero ésta es el factor determinante de la rotura por fatiga.

Aplicando estas observaciones a la práctica se explica que exista correlación entre las deflexiones recuperables de los pavimentos y el fisuramiento por fatiga. Bajo cierta carga, la deflexión, y en particular su radio de curvatura determinan la deformación de la carga y ésta el número de repeticiones tolerable. En estos últimos años se asigna suma importancia al factor deflexión en el diseño de las estructuras, ya sea a través de la medida directa de las deflexiones con la regla de BENKELMAN u otros dispositivos o bien determinando el "STIFFNESS" del pavimento, es decir la relación entre la fuerza aplicada sinusoidalmente en toneladas y la deformación en centímetros (NIJBOER y VAN DER POEL), que no debe ser confundido con el "stiffness" de las mezclas.

La deformación producida por cierta carga en una carpeta es función del resto de la estructura (factor estructural) y de su módulo de rigidez en el instante de la vida de la carpeta que se considere, es decir función del valor inicial y su modificación por fatiga. HVEEM ha mencionado²⁰ casos prácticos que muestran claramente que en un mismo camino cuya deflexión era de 0,6 mm sólo la trocha exterior

que soportaba el 80 % del tránsito presentó fisuramiento, indudablemente debido a la fatiga del material.

Dentro de nuestro tema corresponde considerar los medios para lograr mayor resistencia a la fatiga en la elección y dosificación de las mezclas asfálticas dando por establecido el diseño de la estructura. Si se busca mejorar la flexibilidad inicial reduciendo el módulo de rigidez de la carpeta asfáltica (por ejemplo utilizando betunes de alta penetración o mezclas relativamente abiertas), se disminuye su influencia como factor estructural del camino (acción de losa), se incrementa la deformación bajo carga y paralelamente se reduce la resistencia a la fatiga. Caso contrario, si se utilizan betunes asfálticos de baja penetración se incrementa el módulo y en consecuencia se reduce la deformación (menor flexibilidad inicial) y con ella se mejora la resistencia a la fatiga.

El sentido opuesto de la flexibilidad inicial y la resistencia a la fatiga obliga necesariamente a ponderar el punto de justo equilibrio y para ello es necesario conocer cómo influyen cada uno de los componentes de las mezclas en la flexibilidad inicial y en la fatiga, tema que será tratado en el apartado siguiente.

Resta aquí mencionar que el factor estructural es el básico para gobernar las deformaciones bajo carga de un camino y en consecuencia la resistencia a la fatiga de la carpeta asfáltica. En estos últimos años se observa una evolución de los conceptos básicos que han orientado el diseño de las estructuras viales, fruto de la experiencia de obra, de caminos experimentales como el WASHO y el AASHO y de la aplicación de las teorías de capas elásticas y estudios del efecto de cargas dinámicas. Todo concuerda en que la llamada "acción de losa", consecuencia de aportar cohesión cementante a las capas inferiores, regula en sumo grado las deflexiones o el "stiffness" de toda la estructura y con ello reduce la fatiga de la carpeta. El mejor comportamiento de los tramos con bases tratadas con cemento y particularmente con asfalto frente a las granulares en el AASHO ROAD TEST ha sido espectacular, confirmando definitivamente los resultados obtenidos en otros países europeos. Todo lleva a pensar que la antigua expresión "fricción abajo y cohesión arriba" debe ceder su lugar al concepto de "razón modular" antes enunciado que indica la influencia recíproca de cada capa en las deformaciones y esfuerzos críticos de la otra, poniendo en evidencia el importante rol que tiene la cohesión cementante aportada por los agentes correctivos. Este concepto ha sido utilizado por la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires en el año 1961 al decidir el empleo de bases de tosca tratadas con cemento Portland o bien con ligantes bituminosos (RC + aditivo ácido) para aportar a dicho material cohesión cementante.

Dentro de la misma orientación corresponde mencionar que la substitución o corrección (por ejemplo con cal hidratada) de los suelos de subrasante que muestran excesiva resiliencia, es un medio oportuno para favorecer la influencia estructural en la flexibilidad de las carpetas asfálticas.

2. — Influencia de la composición de las mezclas en la flexibilidad

En el apartado 2) hemos indicado los factores básicos que regulan la flexibilidad inicial de las mezclas. Trataremos ahora de interpretar su influencia en el comportamiento de las mismas en base a los conocimientos actuales.

Consideremos en primer término el betún asfáltico aislado. Las investigaciones modernas, particularmente de VAN DER POEL ^{9b}, han mostrado que el comportamiento de los betunes asfálticos bajo esfuerzos corresponde al de los cuerpos visco-elásticos, con predominio del comportamiento elástico cuando las bajas temperaturas incrementan las fuerzas de unión entre sus componentes elementales y el corto tiempo de aplicación no permite la relajación de los esfuerzos internos. El predominio del carácter elástico queda expresado por la pequeña variación de la relación *esfuerzo/deformación total* (módulo de rigidez *S*) en función de la temperatura y tiempo de aplicación, tal como lo demuestra el gráfico Nº 3. En cambio, el incremento de la temperatura y del tiempo de aplicación al permitir la relajación de las tensiones internas, determinan una influencia cada vez mayor del carácter viscoso que tiende a ser el predominante determinando una pendiente a 45° en el gráfico log *S* vs. log *t* a temperatura constante, cuando el carácter viscoso de las deformaciones es casi exclusivo (*).

VAN DER POEL (9b) ha elaborado un ábaco —gráfico Nº 4— que permite obtener el módulo de rigidez de los betunes en un ámbito de temperaturas desde unos 150°C hasta -100°C para tiempos de aplicación del esfuerzo desde 10⁻⁶ hasta 10¹⁰ segundos. Para su aplicación es necesario conocer el punto de ablandamiento y la penetración, para calcular el Índice de Penetración de Pfeiffer. En esencia se basa en que el módulo de rigidez de un betún es función del tiempo de aplicación, Índice de Penetración y la diferencia entre su punto de ablandamiento y la temperatura de trabajo que se considera.

Para dar una idea del cambio considerable que sufre el módulo de rigidez (*S*) consideremos un betún de penetración 100 y punto de ablandamiento 48°C con índice de penetración igual a cero, en las siguientes condiciones:

a) Cuando una capa bituminosa se deforma lentamente en verano acompañando a las inferiores, puede considerarse un tiempo de un mes a la temperatura de 50°C $S = 1,32 \times 10^{-8}$ kg/cm².

b) Por acción de un vehículo estacionado en verano, temperatura de 50°C tiempo que actúa la carga = 1 hora.
 $S = 8 \times 10^{-5}$ kg/cm²

c) Por acción de un vehículo en movimiento, en crudo invierno, temperatura -10°C, tiempo que actúa la carga 0,01 seg.

$$S = 5 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$$

En los casos a) y b) corresponde al predominio de las deformaciones viscosas que aseguran la elevada flexibilidad

(*) El módulo de rigidez o "stiffness" $S = \frac{\text{esfuerzo}}{\text{deformación total}}$, permite representar en un solo diagrama las características, elásticas y/o viscosas. Sea σ el esfuerzo en tracción, τ en corte, ϵ y α las deformaciones unitarias en tracción y corte, t el tiempo de aplicación del esfuerzo, T la temperatura, E el módulo elástico de Young, G el módulo de corte, se tiene:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad \text{o el módulo en corte}$$

$$G = \frac{\tau}{\alpha}$$

independientes del tiempo y la temperatura. En un material incompresible $3G = E$. En este caso $S_E = E$ y $S_G = G$. Dimensiones

$$M L^{-2} T^{-2}$$

b) En un cuerpo viscoso la ley de NEWTON establece proporcionalidad entre las velocidades de deformación y esfuerzos.

$$\frac{\alpha}{t} = \frac{1}{\eta} \tau \quad \text{siendo la inversa de}$$

la viscosidad el coeficiente de proporcionalidad (dimensiones $M L^{-2} T^{-1}$).

$$\text{Por lo tanto } \alpha = \frac{\tau t}{\eta} \text{ y } SG = \frac{\eta}{t}$$

del material, el caso c) al predominio neto del comportamiento elástico donde la flexibilidad es crítica y el módulo de rigidez puede considerarse como un verdadero módulo de elasticidad del betún asfáltico.

Paralelamente, el esfuerzo en tracción que determina la rotura varía con la temperatura y el tiempo de aplicación. En el ámbito elástico es del orden de 30 — 50 kg/cm² y aún mayor, a temperatura media y fracción de segundo del orden de 10 kg/cm² y llega a 1 kg/cm² si el tiempo de aplicación es de 10 segundos.

La incorporación de filler a un betún asfáltico tiene el mismo efecto que una reducción de la temperatura, en general el módulo de rigidez de una mezcla filler-betún tiene el mismo valor que la de otro betún más consistente con igual punto de ablandamiento que el de la mezcla, en otros términos, el agregado de filler incrementa la rigidez del betún original y disminuye su flexibilidad. PINILLA ¹⁷ ha demostrado que mezclas de distintos fillers con un mismo betún en la proporción que corresponde a la concentración crítica C_s de cada filler, todas tienen un incremento del punto de ablandamiento con respecto al del betún solo del mismo orden (5—7°C). Aplicando el ábaco de VAN DER POEL se llega a la conclusión de que un filler en la proporción indicada por la concentración crítica C_s , da origen a un sistema filler betún cuyo módulo de rigidez es varias veces el que corresponde al betún solo y que este incremento es groseramente constante al variar el filler siempre que se respete la relación C_s .

El cambio de comportamiento reológico del betún por agregado de filler puede seguirse también en el campo viscoso. La incorporación de filler incrementa la resistencia viscosa sin modificar dicho carácter hasta cierto límite geométrico donde las partículas deben necesariamente tomar contacto al deformarse el sistema lo que determina la aparición de cierta resistencia friccional τ . Este límite es la llamada "concentración crítica" (C_s) expresada como volumen de filler por unidad de volumen del sistema filler-betún. Por arriba del valor C_s aparece gradualmente carácter plástico con incremento de la rigidez. Pueden definirse *temperaturas de equiviscosidad*. EKSE ⁶ ha demostrado que la "viscosidad" a 25°C de un betún asfáltico de penetración 120, es del mismo orden que la que acusa a 37,8°C una dispersión filler-betún en la relación en peso 1 : 1,75 (o sea concentración en volumen $C_v = 0,40$) o a 60°C en la relación en peso 1 : 4 ($C_v = 0,60$). Pinilla ¹³ menciona también temperaturas de equiviscosidad con distintos fillers y betunes asfálticos. Es obvio mencionar que la incorporación de filler en cantidades del orden de la concentración crítica, al conservar el carácter reológico propio de las deformaciones del betún, es un criterio útil para conservar también la capacidad de deformación bajo cargas del sistema cohesivo filler-betún aislado sacrificando en parte la mayor resistencia a

(Continúa en la pág. 12)

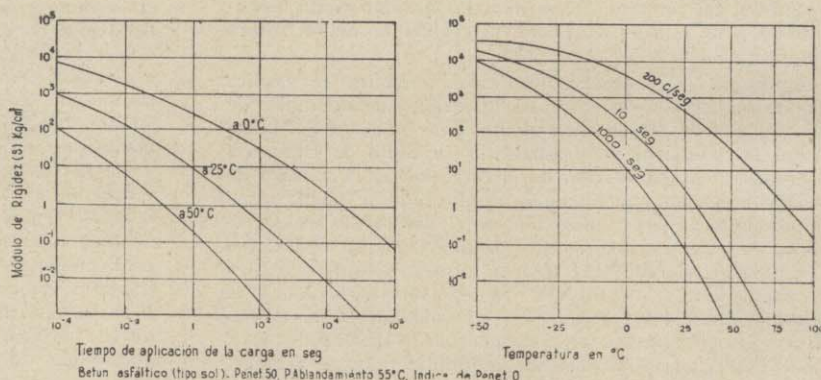


Gráfico Nº 3
Módulo de rigidez (*S*) de un betún asfáltico en función del tiempo de aplicación de la carga (temperatura constante) o de la temperatura (tiempo o frecuencia constante). Tomado de 9a.

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{3} SE \text{ y log SE es función lineal decreciente de log } t \text{ con pendiente de } 45^\circ \text{ cuando la deformación es viscosa y a temperatura constante, dado que } \eta = f(T).$$



K-i-l-ó-m-e-t-r-o-s

Kilómetros y más kilómetros de carretera van naciendo lenta e inexorablemente. El aire vibra, trepida el suelo y en coordinada acción, los colosos de hierro cavan, levantan, trasladan, apisonan y nivelan la tierra.

Sus poderosos motores parecen regular el impulso de su fuerza a ritmo parejo y sin prisa. Así va surgiendo el camino mientras las máquinas avanzan... y allí también está presente la Esso, brindando asfalto de superior calidad y lubricantes especialmente creados para má-

quinas que deben superar las más severas condiciones de trabajo.

Respaldados por profundas investigaciones de laboratorio y por continuos ensayos prácticos, los lubricantes ESSO han sido específicamente formulados para responder a todos los requisitos de los motores Diesel, que mueven los grandes equipos para pavimentación. Así, con lo mejor de su capacidad de realización, ESSO sirve a los intereses de la comunidad.



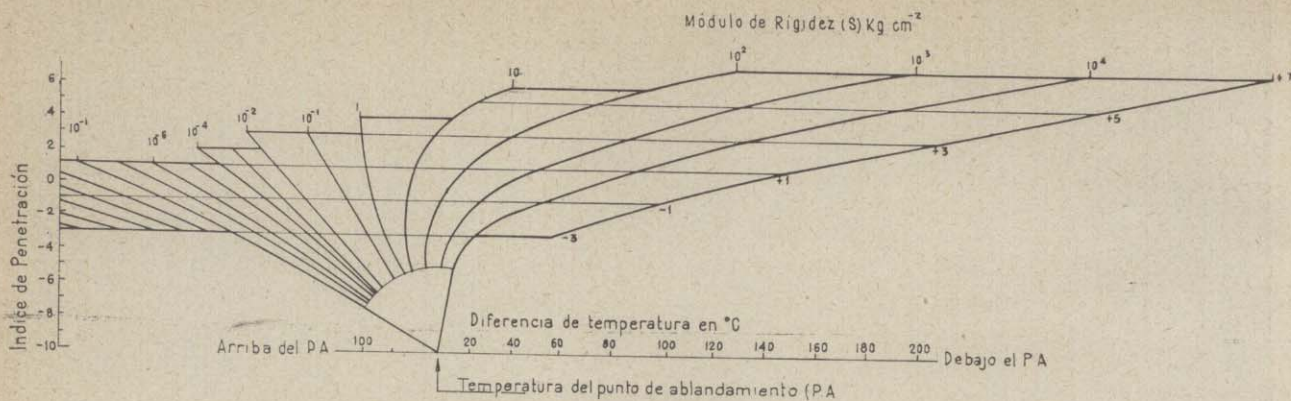


Gráfico N° 4

Abaco de Van der Poel para calcular el módulo de rigidez (S) de los betunes asfálticos que corresponde a cada temperatura y tiempo de aplicación de la carga. Clave. La recta que une el tiempo de aplicación de la carga en seg. (o la frecuencia) con la temperatura en °C en una escala donde la temperatura del punto de ablandamiento es igual a cero, corta a las líneas horizontales que corresponden a cada Índice de Penetración en un punto, a partir del cual y siguiendo la curva de equirrigidez más próxima se llega a la escala superior de módulos de rigidez (S).

(Viene de la pág. 10)

la deformación que puede obtenerse con mayores proporciones de filler.

Lo expresado se refiere a la incorporación de filler dentro de una masa continua de betún asfáltico, es decir con vacíos ocupados por aire nulo. En otros términos, el mínimo de betún en el sistema filler-betún aislado, es decir la máxima concentración en volumen de filler, correspondería al volumen de los vacíos del filler compactado, donde, como lo han demostrado LEE y MARWICK¹⁴ aparece la máxima resistencia con la mínima deformación de los sistemas filler-betún bajo carga.

Si un sistema filler-betún, donde éste es el medio continuo, pasa a ocupar totalmente los espacios libres de un sistema granular (arena, arena + agregados gruesos) el módulo sufre un nuevo incremento y la variable fundamental que lo determina es siempre la concentración en volumen de los agregados. La figura N° 5 muestra que el log del módulo de rigidez de la mezcla guarda relación aproximadamente lineal con el del betún aislado para cada concentración en volumen de los agregados totales. Por ejemplo, para un betún cuyo módulo a 0°C de temperatura y 0.01 seg de duración de la carga es $S = 1500 \text{ kg/cm}^2$, el concreto bituminoso acusa en igualdad de condiciones $S = 150.000 \text{ kg/cm}^2$ es decir 100 veces mayor con la consiguiente reducción de la flexibilidad inicial.

Con muy pequeños tiempos de aplicación y temperaturas muy bajas los ensayos muestran que se tiende a un módulo límite, que para los betunes solos es del orden de 30.000 kg/cm^2 y cien veces mayor para las mezclas.

La relación lineal mencionada se cumple con mezclas ricas en betún con vacíos nulos o menores del 1 por ciento. La ausencia de vacíos determina que la compactación no dé origen a una marcada densificación de los agregados, formando un verdadero esqueleto granular de partículas trabadas entre sí, tal como existe y caracteriza a las mezclas

comunes de tipo concreto asfáltico o arena-asfalto con vacíos superiores a 1 por ciento.

El gráfico N° 5 muestra que en mezclas ricas con vacíos nulos, la concentración en volumen del agregado y el mó-

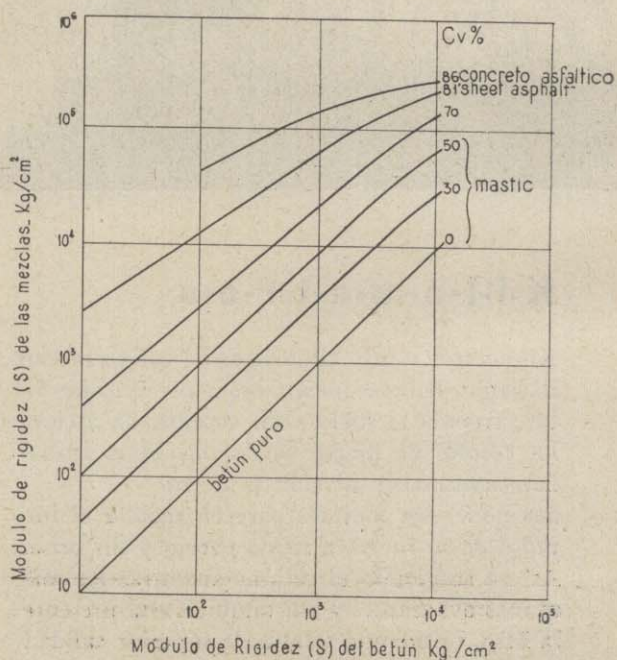


Gráfico N° 5

Relación del módulo de rigidez del betún solo con el de las mezclas

Cv/ %	Mastic			Sheet-Asphalt	Concreto
	30	50	70		
Ag. Grueso	—	—	—	—	50
Ag. Fino	24	47	69	85,5	42,6
Filler Calc.	29	25	17	14,5	7,4
Betún	47	28	14	9	6

% en peso

dulo de rigidez del betún asfáltico regulan la deformabilidad bajo carga y que otras características tales como granulometría, forma de las partículas, etc., sólo juegan un rol secundario. En las mezclas normales con vacíos del orden de 3 a 10 por ciento, donde existe un esqueleto granular, para que se cumpla dicha relación es necesario mantener constante el porcentaje de vacíos, aun así se obtienen curvas diferentes a las del caso anterior, tal como puede verse en el gráfico N° 6 (arena-asfalto, concreto asfáltico) por la influencia de los otros factores además de la concentración en volumen.

Al respecto es necesario recordar que la "razón de vacíos crítica", establecida por la Mecánica de los Suelos para los sistemas granulares se cumple también en las mezclas bituminosas. La falla del sistema exige que las partículas granulares trabadas entre sí por la compactación, se despeguen o se rompan junto con el medio cohesivo en el período elástico, o bien en el período plástico que adquieran cierto grado de libertad "aflojando" la estructura con aumento de volumen (dilatancia) hasta alcanzar el grado de densificación crítico que les permita deslizarse una sobre la otra. El predominio de uno u otro caso dependerá de la adherencia y resistencia del medio cohesivo que ocupa los espacios entre las partículas granulares en relación a la de las partículas mismas, por ello la *influencia del esqueleto estructural es de primordial importancia en la zona plástica* donde la rigidez del medio cohesivo es menor pero siempre superior a la adherencia del ligante frente a los agregados, por lo menos en ausencia de agua.

Para que exista una estructura granular trabada es necesario que el volumen de las partículas más finas y del betún no sobrepasen los espacios libres entre las partículas granulares de dicha estructura; si esto no ocurre crece la separación entre las partículas granulares y se debilita el esqueleto formado por ellas. Tal cosa puede ocurrir en las

baja estabilidad inherente a los agregados redondeados y mal graduados de escasa fricción, sin reparar que paralelamente al incremento de la cohesión se disminuye la deformabilidad del medio ligante en el período elástico.

RUIZ 8 mostró experimentalmente —figura N° 6— con una serie de mezclas tipo sheet-asphalt, preparadas con una misma arena y cantidades crecientes de un mismo filler, cada una con el contenido de asfalto óptimo según el método Marshall y compactadas por esta técnica, que los vacíos de la arena, y en consecuencia su radio medio, se mantenían constantes hasta un contenido de filler en el agregado total que relacionado con el contenido de betún corresponde a la "concentración crítica Cs"; mayores contenidos de filler determinan que el espacio no ocupado por la arena sea mayor, es decir debilitamiento de la estructura granular de la mezcla. En otros términos, después de un cierto umbral de contenido de filler en los agregados totales, el contenido óptimo de asfalto según el método Marshall tiende a disminuir para evitar la excesiva fluencia de la mezcla y en consecuencia la concentración en volumen del filler en el sistema filler-betún supera la crítica Cs. En este caso el trabajo de compactación constante empleado reduce en grado muy pequeño los espacios entre las partículas del filler y el volumen de éste no permite la densificación de la arena dando como resultado una estructura granular de la arena más abierta que la obtenida con las mezclas menos ricas en filler a las que corresponde un contenido óptimo de betún mayor según el método de Marshall. Estos resultados muestran que el criterio de "concentración crítica" de filler en el sistema "filler-betún" surge, independientemente de toda teoría previa, como una consecuencia del método Marshall para la dosificación de mezclas asfálticas de tipo superior.

La influencia de un esqueleto pétreo con mayor o menor grado de trabazón (interlocking) entre sus partículas en

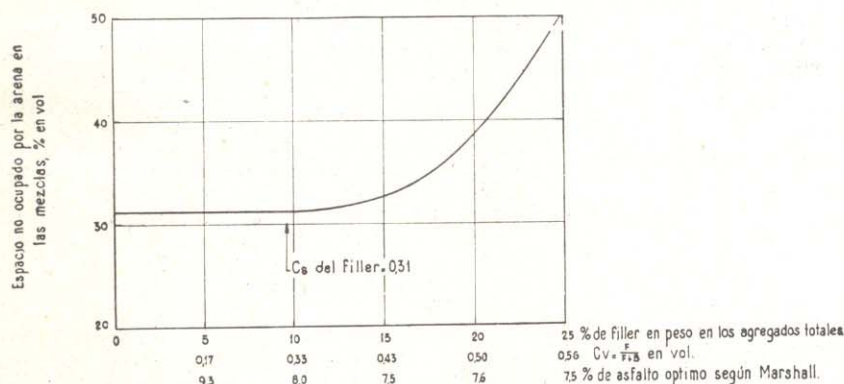


Gráfico N° 6

Espacio no ocupado por la arena en las mezclas de sheet-asphalt en función del contenido de filler. Probetas compactadas según Marshall con el contenido óptimo de asfalto según este método. Arena graduada, filler calcáreo con $C_s=0.31$, betún asfáltico 70-100, Tomadas de (8)

mezclas debido a exceso de asfalto, de filler o de ambos. El exceso de asfalto es el caso menos frecuente porque el aspecto de la mezcla, su trabajabilidad y la drástica caída de la estabilidad revelan dicha anomalía. En cambio, el caso de exceso de filler es revelado en forma menos espectacular y en ciertos casos se llega a este exceso buscando elevar la

función de la cantidad de filler calcáreo surge de las experiencias de EKSE 6, quien determinó la carga máxima en flexión de vigas de $2 \times 2 \times 12$ pulgadas a una temperatura de 26.1°C , con una velocidad de deformación de 1.25 cm. minuto; es decir en condiciones donde existen deformaciones plásticas.

En la figura nº 7 se consignan los resultados obtenidos que muestran que la relación filler-betún en peso en el ámbito de 1,25 a 1,75 permite obtener la resistencia máxima en flexión en sus condiciones de ensayo. En dicha figura hemos consignado las concentraciones en volumen Cv que corresponden a cada relación filler-betún en peso, aceptando un peso específico de 2,6 para el filler y la unidad para el betún. La resistencia en flexión máxima corresponde al orden del valor crítico Cs de los fillers calcáreos, es decir que debajo de este valor la resistencia en flexión de la mezcla decae por menor rigidez del medio cohesivo filler-betún y por encima de este valor, pese al incremento de rigidez, la resistencia es menor por debilitamiento de la estructura granular por exceso de filler. Desafortunadamente, dicho investigador no indica la deformación en el momento de rotura, pero cabe suponer en base a lo dicho que ellas sean menores mientras exista estructura granular cuya falla implica la carga máxima; debilitando la estructura granular con exceso de filler la resistencia disminuye y crece la posibilidad de deformaciones plásticas antes de la rotura, es decir que la acción de losa disminuye.

Con las mismas mezclas, EKSE 6, ha determinado la capacidad de las distintas carpetas de concreto asfáltico para distribuir las cargas aplicadas en su "laboratory highway track". Emplea una base granular y como subrasante un

74 micrones (nº 200), tal como lo establecen las especificaciones comunes. La utilización de los llamados "fillers gruesos", implica necesariamente considerar sólo la fracción que realmente actúa como tal.

En la actualidad¹⁵ existe una definida tendencia al uso de pequeñas cantidades (1 a 3 por ciento) de amianto como filler, que se afirma incrementa la flexibilidad, resistencia a la flexión y durabilidad. Creemos oportuno llamar la atención que este tipo de filler, con partículas de forma filamentosas, da valores de la concentración crítica Cs bajos y en consecuencia relaciones en peso filler-betún pequeñas. En otros términos, los vacíos de la estructura granular pueden estar ocupados parcialmente por un sistema filler-betún más rico en asfalto comparativamente con los fillers comunes, lo que debe influir notablemente sobre el módulo de rigidez en el período elástico y en la fatiga. VAN DER POEL ya mencionó^{9a} que la relación dada por el gráfico nº 5 para los fillers comunes no se cumple con materiales fibrosos como el amianto. Es evidente la necesidad de mayor aporte experimental que permita relacionar la "concentración crítica" Cs de estos fillers con las propiedades de las mezclas.

RECOMENDACIONES

De lo expuesto surgen las siguientes recomendaciones prácticas tentativas:

- la medida de la flexibilidad inicial de una carpeta asfáltica de tipo superior es su deformación unitaria en la rotura por tracción determinada a la temperatura más baja de servicio y con velocidades de formación que correspondan al tránsito dinámico. La flexibilidad inicial disminuye al elevarse el módulo de rigidez de la mezcla, en consecuencia éste es una medida indirecta de aquella.
- para obtener adecuada flexibilidad inicial en las mezclas normales, es necesario:

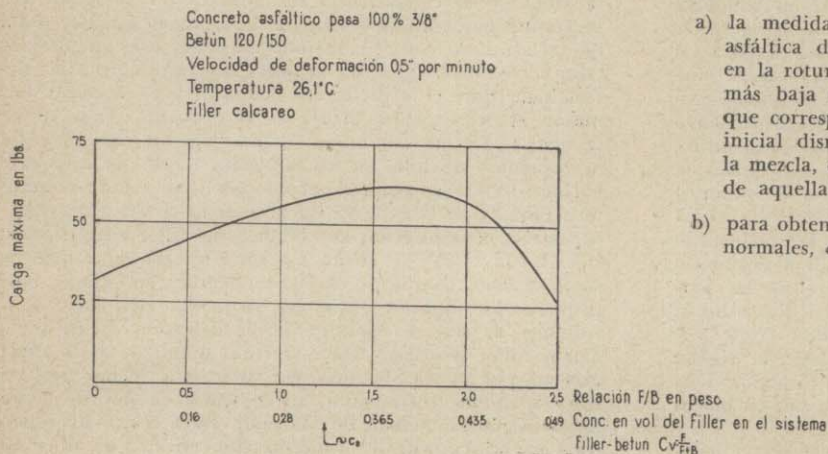


Gráfico Nº 7

Carga máxima en flexión de la relación F/B (o sea Cv) con vigas de concreto asfáltico, tomada de Ekse (6)

suelo del subgrupo A-2-4, midiendo las presiones que llegan a la misma por acción de una carga de rueda de 500 libras. En la figura nº 8 se indican los resultados que muestran que el contenido de filler al que corresponde la mayor distribución es del orden de relación filler-betún en peso = 1 (o sea Cv = 0,28); es decir que en valores menores pero cercanos a la Cs las deformaciones son menores. Puede interpretarse que la menor acción de losa al apartarse de este contenido óptimo de filler, se debe al inadecuado balance que corresponde al incremento de rigidez del medio cohesivo y la menor estructura granular que acompañan al aumento de la relación filler-betún.

Lo expresado lleva a la conclusión que tanto la cantidad óptima de filler como la de betún asfáltico de una mezcla de tipo superior están regulados por la capacidad de los espacios libres de la estructura granular, función de la granulometría, forma de las partículas del material y del grado de densificación logrado. A su vez, la relación filler-betún crítica Cs limita el aumento de rigidez del sistema cohesivo por influencia del filler, en beneficio de su capacidad de formación sin rotura en el período elástico y al mismo tiempo conserva la estructura granular necesaria tanto para la estabilidad de la mezcla en el período plástico como para ejercer mayor acción de losa, es decir menores deformaciones bajo iguales cargas y capas de apoyo.

Se sobreentiende que el término filler implica partículas de finura elevada que en su mayor parte pasan la malla de

1 — emplear betunes asfálticos de máxima resistencia al calor (mínima pérdida de penetración) y que no agusen elevada susceptibilidad térmica (Índice de Penetración entre 0 y -2) y en la mayor proporción compatible con la estabilidad mínima necesaria. Con los tipos más consistentes empleados en las carpetas de tipo superior (50-60 de penetración) el contenido de betún es algo mayor que en los tipos 70-100, por la menor densificación lograda en los agregados. Al emplear el método de Marshall de dosificación debe tenderse al máximo de vacíos del agregado mineral compactado (V.M.A.) ocupados por el asfalto (85% si el tipo de betún y agregados (de trituración) y el tránsito previsto permiten aceptar poca densificación en servicio.

2 — la relación betún filler (considerando como filler mecánicamente actuando al pasa nº 200 total de los agregados) en las carpetas asfálticas de tipo superior, no debe ser mayor a la indicada por el ensayo de "concentración crítica Cs", para evitar excesiva fluencia bajo cargas en el estado plástico conservando así en lo posible su acción de losa, y menor rigidez, fragilidad del medio cohesivo en las condiciones que corresponden al período elástico.

(Continúa en la pág. 16)



bases asfálticas=construcción ininterrumpida

A PRUEBA DE MAL TIEMPO DESDE EL PRIMER MOMENTO

En la construcción de pavimentos flexibles -que hoy se realizan sobre sub-bases y bases hechas con mezclas de agregados y ligante bituminoso- los **Productos Asfálticos Shell** ratifican su incomparable capacidad para proporcionar caminos más sólidos y duraderos.

Entre muchas otras ventajas, las bases asfálticas aceleran la construcción ya que, apenas terminadas, brindan una superficie impermeable que permite el continuo desplazamiento de los equipos del contratista. Las malas condiciones del tiempo, que habitualmente paralizan las obras por períodos prolongados, no afectan el estado de la base.

MEJOR CALIDAD LA
ENCONTRARA SIEMPRE EN LOS
**PRODUCTOS
ASFALTICOS
SHELL**



(Viene de la pág. 14)

- c) en las mezclas no convencionales donde exista exceso de material fino que actúa como filler mecánicamente, la condición crítica en el período plástico no es sólo la carga de rotura sino también la excesiva deformación al alejarse la rotura por la menor estructura granular. Para lograr la mayor flexibilidad posible en el período elástico debe utilizarse el máximo de betún asfáltico compatible con la deformación en la rotura en estado plástico, por ejemplo, el que acusa "fluencia Marshall" menores de 20 (0,01 pulgada) pero cercana al máximo, o sea 5 mm. En este tipo de mezclas debe tenerse presente que las mayores estabilidades se obtienen con bajos contenidos de asfalto, que implican necesariamente menor resistencia a la fatiga.
- d) en la preparación de las mezclas deben tomarse las precauciones conocidas para evitar en todo lo posible

- f) el espesor y rigidez de las capas de apoyo (factor estructural) es fundamental y determina la deformación de las carpetas superficiales bajo carga. A su vez la deformación de las mismas regula su fatiga por influencia de la repetición y magnitud de las cargas dinámicas aplicadas. Todo ello muestra que la flexibilidad, genéricamente hablando, si bien es función del material de la carpeta, también lo es y en grado mayor, de la adecuada estructura total del camino.
- g) los ensayos empíricos de estabilidad que miden la carga de rotura a temperatura elevada y tiempos de aplicación de las cargas que corresponden a velocidades muy bajas del tránsito, no pueden por sí solos considerarse como un índice de calidad del material. Ellos no informan sobre la flexibilidad inicial en el período elástico ni toman en cuenta la importante contribución de la resistencia viscosa bajo la acción de las cargas dinámicas en el período plástico.

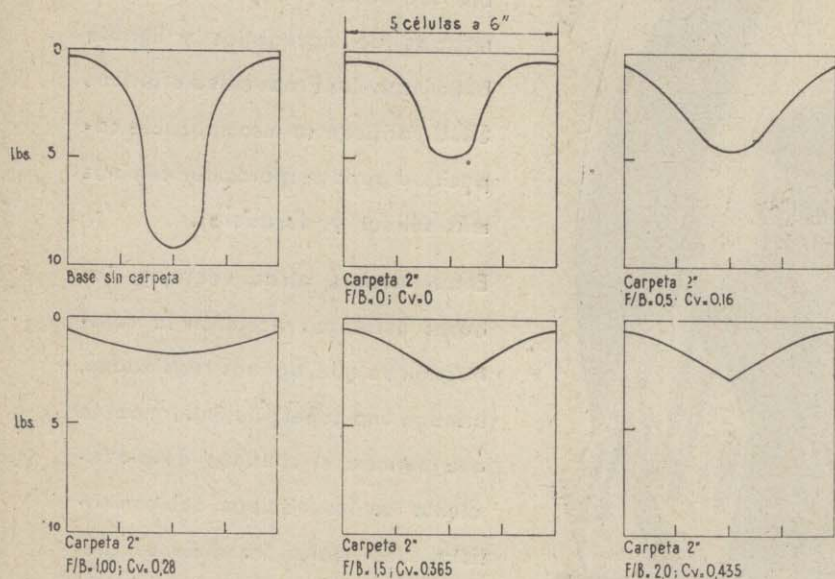


Gráfico Nº 8

Distribución de la presión con una carga por rueda de 500 libras en función de la relación F/B (o sea Cv) tomada de Ekse (6).

el endurecimiento (mayor módulo S) del betún que implica necesariamente menor flexibilidad inicial en igualdad de los otros factores. Dado que en general los betunes de mayor consistencia pierden menos penetración porcentual que los de menor consistencia por calentamiento en película, al elegir el tipo de betún debe tenerse presente que lo que interesa es la penetración después de preparada y colocada la mezcla. Un criterio al respecto en el diseño es considerar la penetración del betún después del ensayo de calentamiento en película, adoptado por la norma IRAM 6604-1957, como la representativa de la consistencia del betún en la mezcla.

- e) las excesivas deflexiones y pequeños radios de curvatura que corresponden a las capas de apoyo débiles o resilientes exigen carpetas con elevada flexibilidad inicial o sea bajo módulo de rigidez para evitar su rápida rotura. Debe tenerse presente que paralelamente se incrementa la posibilidad de falla por fatiga, en función de las cargas y frecuencia del tránsito y en consecuencia cabe esperar una vida útil relativamente corta.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. — L. F. Rader. Investigation into the physical properties of bituminous mixtures at low temperature. Procc. A.S.T.M. 35-559. 1935.
2. — B. F. Kallas y H. C. Krieger. Effects of Consistency of Asphalts Cements and Types of Minerals Fillers on the Compaction of Asphaltic Concrete. Procc. A.A.P.T. 29-152. 1960.
3. — Marshall Consulting and Testing Lab. The Marshall Method for the Design and Control of Bituminous Paving Mixes. 1952.
4. — C. L. Ruiz. Estabilidad de las mezclas asfálticas. Carreteras nº 10, 3. 1957.
5. — L. F. Rader. Bituminous paving mixtures. Bull. 105. H. R. Board. 1955.
6. — M. Ekse. The Influence of Varying Amounts of Filler on Flexural Strength and Temperature Susceptibility

- of Compacted Asphaltic Concrete Mixtures. Procc. A.A.P.T. 29-141. 1960.
7. — C. L. Ruiz. Sobre las propiedades mecánicas del sistema Filler-Betún. LEMIT. Public. Téc. nº 8 - 1943 - II Reunión del Asfalto 1947. Buenos Aires. Boletín Inf. Petroleras Y.P.F. 1943.
 8. — C. L. Ruiz. "Concentración Crítica" de Filler, su origen y significado en la Dosificación de las Mezclas Asfálticas — Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires. Public. Téc. nº 11. 1960, La Plata.
 - 9-a — C. Van Der Poel. Road Asphalt-Cap. IX de Building Materials, their Elasticity and Inelasticity. M. Reiner 1954.
 - 9-b — C. Van Der Poel. A General System Describing the Visco-elástico Properties of Bitumens and its Relation to Routine Test Data. Journal of Applied Chemistry 4, part. 5, 1954.
 10. — P. Mason, E. N. Throwey y L. M. Smith. The Influence of Rubber on the Brittleness and Viscosity of Bituminous Materials — Jour. of Applied Chem. 7—451. 1957.
 11. — W. H. Goetz. Sonic Testing of Bituminous Mixtures. Procc. A.A.P.T. 1955.
 12. — F. Giuliani, R. Suárez y J. P. Puebla. Influencia de la proporción de filler y de la granulometría del Inerte en los Morteros Asfálticos. XI Reunión del Asfalto. 1960.
 - 12 (bis). — C. Van Der Poel y L. W. Nijboer. Dynamic Testing of Road Construction. Procc. A.A.P.T. 22-197. 1953.
 13. — A. Pinilla y J. Agnusdei. Estudio de la Consistencia del Sistema Filler-Betún para Mezclas Bituminosas Densas. XI Reunión del Asfalto. 1960.
 14. — A. Lee y H. D. Marwick. The Mechanical Properties of Bituminous Surfaces Mat. under Constant Streets. J. Soc. Chem. Ind. 56-146T. 1936.
 15. — Asphalt Institute. Quarterly. 1961.
 16. — L. Fox. Computations of Traffic Stresses in a Simple Road Structure. Road. Research Lab. Tech. Paper nº 9, 1948.
 17. — A. Pinilla. Comportamiento Reológico de Mezclas de Polvos Minerales y Betunes Asfálticos. X Reunión del Asfalto. 1958.
 18. — J. Bruley. Mesure des caracteristiques mecaniques des bitumes dans les travaux routiers. Construction XIII nº 12.1958.
 19. — C. T. Metcalf. Relation of densification to performance of small scale asphaltic concrete test sections. Highway Res. Board Bull, 234. 1955.
 20. — F. N. Hveem. Pavement Deflections and fatigue failures. Highway Res. Board. Bull. 114. 1955.
 21. — C. L. Monismith. Flexibility characteristic of Asphalt Paving Mixtures. Procc. A.A.P.T. 27-74. 1958.
 22. — P. S. Pell. Fatigue characteristic of Bitumen and Bituminous Mixes. Pre-print Inst. Conf. St. Design of Asphalt Pavements. Ann Arbor, Michigan. 1962.
 23. — K. E. Scorr y C. L. Monismith. Visco-elastic Properties of Asphalt.
 24. — H. S. Papazian. The Response of Linear Visco-elastic Materials in the frequency Domain with emphasis on Asphaltic Concrete. Pre-print. Int. Conf. St. Design of Asphalt Pav. Ann. Arbor. Michigan. 1962.
 25. — R. J. Saal y P. S. Pell. Fatigue of Bituminous Road Mixes. Kolloids Zeits, 171 1, 61. 1960.

ADITIVO ACIDO "ADROG"

Y

ADITIVO AMINICO "ADROG"

que incrementan la resistencia al agua y
resuelven problemas de adherencia en los

PAVIMENTOS ASFALTICOS

están aceptados por

DIRECCION NACIONAL DE VIALIDAD

DIRECCION DE VIALIDAD DE LA PROV.

DE BUENOS AIRES

DIRECCION AUTARQUICA DE OBRAS

MUNICIPALES, ETC.

Representante Exclusivo:

Paraná 768 - 8º

Tel.: 44 - 1278

EL TUNEL DEL MONTE BLANCO

El 14 de agosto de 1962 se encontraron —exactamente en la mitad misma de la galería— los trabajadores franceses e italianos que llevaron a cabo la magna obra de ingeniería del túnel del Monte Blanco.

Esta obra —a la que todo el mundo civilizado rinde renovado homenaje— significa la culminación de un viejo y siempre vivo sueño de italianos y franceses por el logro de una comunicación carretera bajo el macizo del Monte Blanco, primer pico de Europa.

Ya en 1787, el célebre físico y naturalista Horace Benedit de Saussure, natural de Ginebra, sostuvo la viabilidad de practicar una galería a través del Monte Blanco, afirmando: "Algún día será posible una carretera bajo el Monte Blanco; el valle de Aosta y el de Chamonix serán entonces unidos".

Lo distante de aquella afirmación —que habrá provocado no pocas expresiones de incredulidad en el mundo científico de entonces— confiere mayor mérito a quienes supieron mantener a través del tiempo, y por sobre toda adversidad, la permanente juventud de una idea, que sirve para demostrar, además, la tenacidad con que en Europa se llevan adelante los más ambiciosos proyectos.

Prueba de ello es que la construcción del túnel bajo el Monte Blanco ha servido para que las poblaciones situadas en la cadena alpina —bajo los estímulos de aquella obra— contemplen estudios para la ejecución de otros túneles destinados a superar la blanca barrera de los Alpes más rápidamente que el proceso de ósmosis económica y social, que constituye la premisa fundamental de la comunidad europea.

El túnel del Monte Blanco comunica directamente Courmayeur con Chamonix, el valle de Aosta con la Alta Savoia, Italia con Francia, pero es, sobre todo, un evento de interés para Europa toda.

Es una obra de proporciones excepcionales para las economías nacionales y para el desarrollo de los países más íntimamente afectados por la construcción: Francia, Italia y Suiza.

En nuestro tiempo constituye un aporte inestimable para los intereses de la comunidad económica del viejo continente, a cuya idea sirve.

Los motivos por los que el túnel se haya convertido en una construcción fascinante —tanto para expertos como profanos— son tres, bien definidos:

Es el primer túnel a través de los Alpes que se destina al tránsito carretero. Es la más larga perforación a través de una montaña que el hombre haya practicado, con aquel fin.

Pasa bajo el primer pico de Europa (el monte Blanco), con casi 5.000 metros de altura.

Cuando el 14 de mayo de 1953 se firmó entre Italia y Francia la Convención de París para la construcción del túnel, se cerró un largo período de incertidumbre, abriéndose un capítulo trascendente en la historia de Europa.

En efecto, el túnel ha servido para trastornar totalmente la geografía económica y social de la mayor parte del continente, estableciendo comunicaciones permanentes y veloces entre regiones antes aisladas y sometidas a los caprichos climáticos.

Sabido es que los Alpes —con un largo de 600 km y una altura entre 1.500 a 4.800 m—, representan desde siglos una formidable valla para la unidad de los pueblos de Europa y para la fluidez del tránsito carretero. Con excepción de algunos pocos túneles ferroviarios para superar esa barrera es preciso depender de pasos de montaña, la mayor parte situados a alturas cercanas a 2.000 metros.

Solamente cinco de esos pasos—situados en las extremidades de la cadena alpina— permanecen abiertos al tránsito en todo tiempo. El resto resulta bloqueado por la nieve, tornándose impracticable la mayor parte del tiempo.

Esta es la situación que resuelve en gran medida el túnel del Monte Blanco, puesto que permitirá practicar un sensible abajo en una zona mal servida durante el año, y posibilitará una positiva influencia sobre toda Europa continental.

La apertura de ese camino breve, a baja altura y casi sin pendientes ha equivalido a practicar una difícil operación quirúrgica en pleno corazón del macizo alpino por el que circulará —merced a la agudeza del hombre— la sangre vital de que se nutren sus renovados sueños.

Tanto Italia como Francia, a cuyo cargo estuviera la ejecución de las obras han puesto en evidencia un alto dominio de la más moderna técnica constructora, así como también un espíritu de organización y orden que a través de las distancias nos reconforta por todo lo que ello supone como vindicación de lo latino.

Desde 1930, en que se conoce un proyecto del ingeniero francés Arnold Monod, para la construcción de una galería subterránea en el Monte Blanco, hasta 1962, en que se concluye el túnel, se sucedieron una cantidad de hechos que si bien aisladamente podrían configurar un retroceso, sirvieron para poner a prueba la legitimidad de la idea y decantar sus virtudes.

Por fin el 8 de enero de 1959, resueltos algunos detalles de concesión definitiva, los obreros italianos atacaron los 5.800 m de galería que —según el convenio celebrado con Francia— le fueran asignados.

Es propósito de estas líneas reseñar —siquiera brevemente—, la actividad de los técnicos y trabajadores italianos en esta obra, cuya importancia tornaría pueril cualquier intento de adjetivarla. Y decimos de la parte que le correspondió a Italia, porque disponemos de una información relativamente amplia de la actividad que le cupo a aquel país.

Esperamos poder brindar próximamente una información sobre los trabajos en el sector francés, en el que se ha empleado equipo y métodos particularmente nuevos e ingeniosos.

LOS TRABAJOS

Practicadas las primeras voladuras, los trabajadores se hallaron con frentes de esquistos calcáreos y margosos, pese a lo cual el avance fue alentador: 8 a 10 m por día a "sesión plena", es decir, de 24 horas de labor.

Para las perforaciones se utilizaron 18 martillos Atlas Copco, tipo "Tigre", montados sobre un carro puente de 4 pisos.

Por día se realizaban dos o tres voladuras de 4 m cada una. Para el retiro del material volado se utilizaron en un primer momento carros articulados (dumpers) comunes, construyéndose posteriormente unidades especiales acondicionadas con grandes palas cargadoras.

El 20 de febrero de 1959, llegados a la progresiva 368,20, se produjeron potentes chorros de agua, que surgieron de improviso en la galería, acompañados de fuertes presiones.

Fue necesario entonces adecuar todas las providencias aconsejadas por la buena técnica para casos similares. La galería debió ser desahogada hasta que la cantidad de agua, fruto de las filtraciones, se redujo a niveles razonables.

Los trabajos de avance pudieron ser reiniciados a pleno el 21 de marzo, vale decir, un mes después de aquel suceso.

Superada esa dificultad —que fue la primera sorpresa desagradable producida en el túnel—, el 6 de abril de 1959, la galería alcanzó la progresiva 501.

Allí se encuentra imprevistamente una zona de filler carbónico y se verifica un "horno", como se dice en jerga minera, que provoca un hundimiento de la bóveda. Se trataba de un derrumbe de centenares de toneladas de materiales dispersos, de naturaleza carbonosa, que destruye el carro puente utilizado en la perforación. Felizmente, fue posible colocar temporariamente a salvo a hombres y máquinas.

El derrumbamiento afectó un largo de galería de 99 m, que debió ser superado mediante una perforación en casquete. Llevó exactamente 100 días superar ese tramo de galería y prolongar la perforación hasta la mitad de la sección. Razones de elemental prudencia se adoptaron, en tanto, para continuar la excavación a la mitad de la sección, hasta el encuentro con el granito, previsto en la progresiva 1200-1300.

El 12 de agosto, en la progresiva 809, la naturaleza de la roca empeora inesperadamente provocando un nuevo derrumbe.

Gracias a la anterior decisión de reducir la sección de perforación, fue posible atemperar la situación con menor riesgo que la producida antes, no obstante que las rocas eran mayores que las halladas en la progresiva 501.

Fueron necesarios 59 días para superar un tramo de galería de 47 m con la bóveda fuertemente armada en todo el tramo y sucesivamente prolongada hasta la mitad de la sección.

El 10 de octubre se reinicia el avance regular —siempre a mitad de sección— y el 17 de noviembre, se llega a la progresiva 1.000. Fueron necesarios 10 meses para concluir el primer kilómetro; período lleno de imprevistos, dificultades y peligros.

El 15 de diciembre, en la progresiva 1304, se encontró finalmente el granito, el famoso "Protogino" del Monte Blanco.

En 1959 estaba casi excavada la parte inicial de la galería (en total 77.095 m³) y se estuvo entonces en condiciones de atacar el corazón del imponente macizo.

Llegados al granito, en la progresiva 1304 el avance se debió suspender temporariamente. Se retornó a la progresiva 501, se prolongó la sección de la primera excavación y el 11 de abril, con la galería totalmente abierta los trabajadores atacaron a "sessione piena" el granito. Un nuevo carro puente a utilizar en la perforación —de cerca de 40 toneladas de peso—, que fuera construido en el interés, fue puesto en servicio.

Ya desde la primera voladura se insinuó una nueva amenaza: "Los golpes" de tensión. Se trata de un fenómeno verdaderamente excepcional e imprevisible en trabajos de construcción de galerías, sobre todo por la intensidad con que se manifestara. Los "golpes de tensión" se manifestaron a la altura de la progresiva 1304, con pavorosas explosiones y repetidos desprendimientos de bloques de rocas, tanto del frente como del paramento o bóveda de la galería.

Para superar esos golpes de tensión se adecuó entonces un sistema de abulonado de la bóveda por medio de bulones de largo variable de 1,50 a cerca de 4 metros fijándolo en varios estrados de rocas sobresalientes del casquete de la galería de modo de impedir su desprendimiento.

Sucesivamente —porque los golpes de tensión se repetían con creciente intensidad y frecuencia— fue necesario también, para tranquilizar a los operarios, revestir con una red metálica los paramentos.

De esta manera, los bulones sirven para "coser" a varios estratos y mantener el equilibrio —aunque inestable— a la roca, retenida por la malla metálica.

Desde ese momento, la red de protección acompañó siempre a los operarios, evitando el hundimiento del diafragma, representando un nuevo método de armadura exclusivamente metálica en la excavación de la galería.

Otra consecuencia dañosa de los golpes de tensión fue la perturbación de los ciclos de trabajo que fueran ordinariamente programados. Esos programas preveían prácticamente 3 turnos de trabajo en 24 horas, con un avance medio de 12 metros al día.

En este ciclo la operación de "desenganche" (remoción de las grandes rocas sobrantes que quedan en equilibrio inestable luego de una voladura), según las apreciaciones más corrientes demandaría una duración insignificante, ya que se hace al mismo tiempo que la remoción del material abatido.

Contrariamente a las previsiones basadas en las normales experiencias en galerías, que dicen que en una jornada de 24 horas puede ser realizado un máximo de 2 voladuras, por cuanto la operación de "desenganche" requiere, término medio, 5 horas y cincuenta minutos por voladura, llegando a requerir en fechas críticas (para este caso mayo y junio de 1960) más de 40 horas para la preparación de una voladura.

Durante la operación de desenganche, debido a una roca desprendida del frente de la galería por efectos de la descompresión, perdió la vida el jefe de la cuadrilla de mineros, llamado Pietro Mauri.

En las tentativas por reducir el tiempo de desenganche y para contener los efectos de la descompresión, en setiembre se decide proceder a excavar una galería piloto de 15 metros cuadrados de sección, avanzando unos 10 metros respecto a la sección principal, de modo de explorar la naturaleza de la roca y permitir la disminución de los golpes de tensión, construyéndola a un área reducida, por lo tanto, a la superficie interna de excavación de la galería.

En 1960, después de un inicio pleno de entusiasmo se convirtió en desilusión y graves riesgos para el personal. El granito que había promovido las mejores esperanzas, provoca por el contrario, innumerables complicaciones, que son superadas gracias a la fidelidad del personal, que demostró gran consecuencia en los trabajos.

No obstante las numerosas dificultades, el mes de julio permitió alcanzar un buen avance: 212 metros por jornada de 24 horas de trabajo.

La progresiva alcanzada el 12 de diciembre fue la 2.494,90. En ese año fue completado un avance de 1.190,90, con un volumen de excavación de 131.536 metros cúbicos.

A dos años exactos de la iniciación de los trabajos, el 8 de enero de 1961, la cuadrilla italiana se encontraba a 2.515 metros de la boca de entrada. Las rocas presentaban parecidos fenómenos de descompresión, permitiendo, pese a ello, un avance razonable. En los cuatro primeros meses de 1961 fueron excavados cerca de 600 metros de galería a toda sección.

El 28 de abril de ese año, en la progresiva 3078,40, se entra en contacto con la zona de granito descompuesto de notable potencia, que frena primero y atrasa en medida sensible el avance. La presencia de agua en el terreno, al mismo tiempo, hizo peligrar la estabilidad de la roca, tornando muy difícil la superación de esa zona.

Muchas y graves fueron las medidas adecuadas para superar estas dificultades, verdaderamente excepcionales: refuerzo del casquete, por medio de cimbras o armaduras metálicas, excavación a sección parcializada, con robustas armaduras de madera y en algunos tramos revestimientos de la bóveda con cemento armado inmediatamente después de practicada la excavación de la sección media. Todos estos trabajos debieron realizarse apelando a recursos muy costosos y con ritmo forzosamente lento.

Para ensayar la naturaleza de la roca se procedió también a la ejecución de numerosos sondajes profundos. En el curso de uno de estos sondajes pierde la vida el minero Giuseppe De Fazio, atravesado por una astilla de perforación expulsada violentamente de la roca y seguida de una imprevista penetración de agua a fuerte presión.

Durante el período que va del 28 de abril al 10 de octubre —de progresiva 3078,40 a progresiva 3318,70—, el avance diario se mide no en metros sino en centímetros. En 5 meses y 10 días se avanzó solamente 240,30 metros. Esta fue, sin lugar a dudas, la peor zona encontrada en la excavación del túnel.

Superada esa zona se reinicia el avance con cierta regularidad a efectos de excavar en menos de dos meses 350 metros de galería a toda sección. Pero justo el 10 de diciembre, en la progresiva 3660, se verifica una veta de agua de proporciones excepcionales (unos 1.000 litros al segundo), que anega la galería cubriéndola por todo su largo, alcanzando a 40 cm de altura, cubriendo totalmente el plano de tránsito.

Se tejieron muchas hipótesis sobre el origen de ésta y las precedentes vetas de agua. Es un hecho común que desde el inicio, en 1959, la temperatura va disminuyendo progresivamente, hasta arribar a un mínimo de 12 grados, frente a los 30 previstos en los estudios. Esto significa —según la inter-

(Termina en la pág. 23)

El elevado de Hammersmith, en Londres. Pueden apreciarse los arcos de hormigón y las alas de sosten. Por este elevado pasa la carretera principal de Londres al Oeste de Inglaterra a través de un área particularmente congestionada

El Programa de Construcción de Carreteras en Gran Bretaña

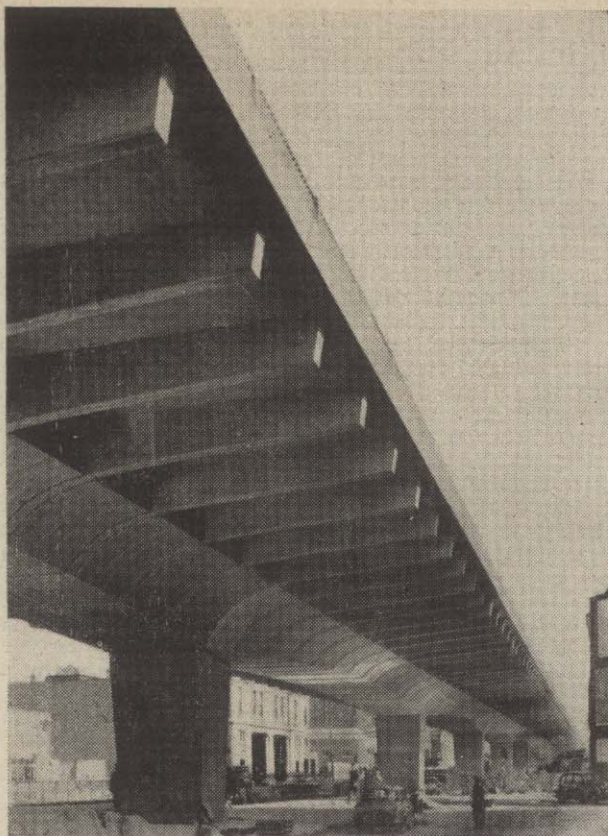
Por A. F. J. BAKER

Como director de ingeniería del ministerio de Transportes del Reino Unido, el señor J. F. A. Baker es responsable del conjunto de los problemas de ingeniería que plantea la construcción de carreteras y puentes en las principales rutas de Inglaterra y Gales. Fue designado en el cargo en 1954, cuando se anunció el primer programa vial del Reino Unido posterior a la posguerra. Es miembro de la Junta de Investigación sobre Carreteras, vicepresidente de la Comisión Internacional de la Asociación Internacional Permanente de Congresos de Vialidad, y presidente de la Comisión Nacional Británica de dicha Asociación. Asimismo, es miembro del Consejo de la Institución de Ingenieros Civiles, y en 1957, después de haber sido miembro regular de ella durante 30 años, la Institución de Ingenieros municipales lo eligió Miembro Honorario de ella, en atención a los servicios que el ingeniero Baker ha prestado a gobiernos locales y centrales.

Uno de los cambios más grandes que se han registrado en la fisonomía de Gran Bretaña actual es el promovido por el auge que después de la última guerra mundial cobraron el automovilismo y el transporte por camiones, fenómeno que exigió el programa de construcción vial más vasto que se haya conocido en la historia del Reino Unido.

En 1946 había apenas más de 3 millones de vehículos a motor en las carreteras; ahora hay más de 10 millones.

Si bien Gran Bretaña posee, en el mundo entero, el sistema de carreteras que mejor estado presenta en cualquier clase de condiciones meteorológicas (en todas las temporadas es posible viajar a cualquier punto del Reino Unido sobre excelentes superficies), en 1945 se previó que con la expansión industrial y el consiguiente aumento del nivel de vida sería económicamente esencial un nuevo sistema nacional de carreteras. En 1949 el Parlamento aprobó una ley por la que sólo se autorizaba la construcción de caminos para vehículos a motor, y se designaba una comisión consultiva de ingenieros para el estudio preliminar del primer gran proyecto: la autopista Londres-Birmingham. Pero en aquellos años inmediatamente posteriores a la guerra, el reequipamiento de la industria, la construcción de plantas eléctricas y el plan de vivienda, tenían prioridad. Sólo a mediados de la década de 1950 se dio la señal de marcha al plan de construcción de carreteras.



FORMA DEL PLAN

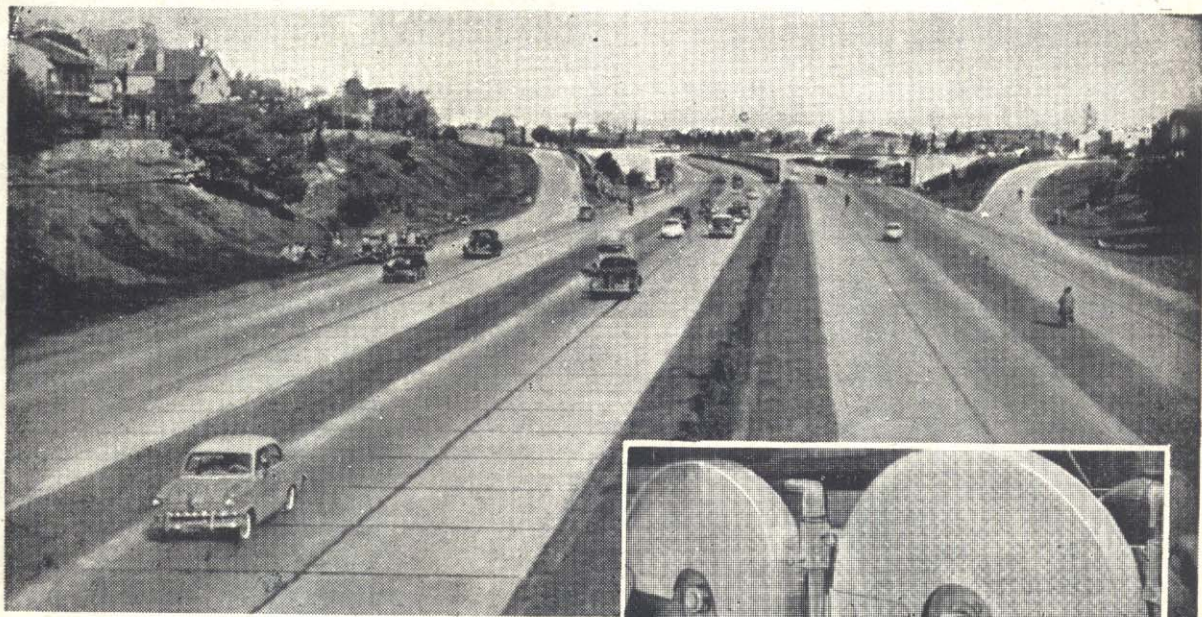
Según los países, el desarrollo vial asume distintas formas. En el Reino Unido asumió la de la duplicación de las carreteras existentes por autopistas nuevas tendidas entre los grandes centros y acopladas a mejoramientos en gran escala de rutas escogidas a grandes ciudades y de un número limitado de calles arteriales. Los gastos de construcción y mejoramiento de carreteras y puentes subieron de unos 6 millones de libras en el año fiscal 1954-55, a 100 millones en 1962-63, y los proyectos existentes han de mantenerlos en este nivel.

Tres de las nuevas autopistas irradian desde Londres. Una de ellas, abierta en 1959 entre Londres y Birmingham, sirve ya para la circulación de hasta 20,000 vehículos diarios y en breve será extendida al Yorkshire. Otra, entre Londres y los puertos continentales de Dover y Folkestone se encuentra en construcción. La tercera también actualmente en construcción, proporcionará rápido acceso hasta el aeropuerto de Londres y será extendida hacia el oeste de Inglaterra y al sur de Gales. Por espacio de más de 1,6 kilómetros, en su extremo londinense, esta carretera —la M4— será construida sobre un viaducto que corre sobre una calle arterial existente.

Otras dos carreteras partirán de los alrededores de Birmin-

(Continúa en la pág. 22)

¡EL PROGRESO SE DESLIZA SOBRE CAMINOS MAS LISOS!



Acceso Norte a Buenos Aires - 8 manos de Tránsito.

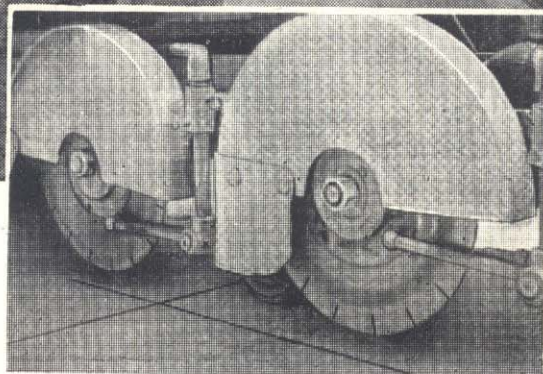
La alta calidad y el excelente comportamiento de las rutas pavimentadas con hormigón ha sido comprobado de modo fehaciente y exhaustivo, tanto por los resultados registrados en los caminos construidos en gran escala con este material, de uso universal, como por las pruebas de laboratorio y ensayos acelerados que ha cumplido siempre con todo éxito.

La bondad de este material deriva de que es un producto del ingenio humano que adquiere la solidez, la resistencia y la permanencia de la roca.

La edad, que envejece y debilita a la mayoría de los materiales, no afecta al hormigón que, por el contrario, gana en resistencia a medida que transcurre el tiempo.

Ofrece, también, la máxima seguridad al tránsito por su resistencia a las patinadas y por su color claro que provee el máximo de visibilidad nocturna.

Estas características intrínsecas y únicas, propias del hormigón, se complementan con los precisos métodos de ingeniería empleados en la ejecución del pavimento, que sólo pueden usarse con este material, y que permiten satisfacer con holgura los estrictos requisitos que exige el tránsito moderno, en materia de lisura y terminación superficial.



Detalle de Juntas Aserradas.

Las juntas aserradas cortadas sobre el hormigón endurecido, de mínimo espesor y prácticamente invisibles, constituyen el factor decisivo para asegurar carreteras perfectas, de extraordinaria lisura y uniformidad, sobre las que el tránsito se desplaza con una serenidad maravillosa, sin el más mínimo ruido ni alteraciones en la marcha.

Por su rigidez distribuye las cargas sobre una mayor superficie de la subrasante que otros tipos de pavimentos. Requiere, en consecuencia, espesores inferiores a estos últimos.

Su conservación es simple y de bajo costo.

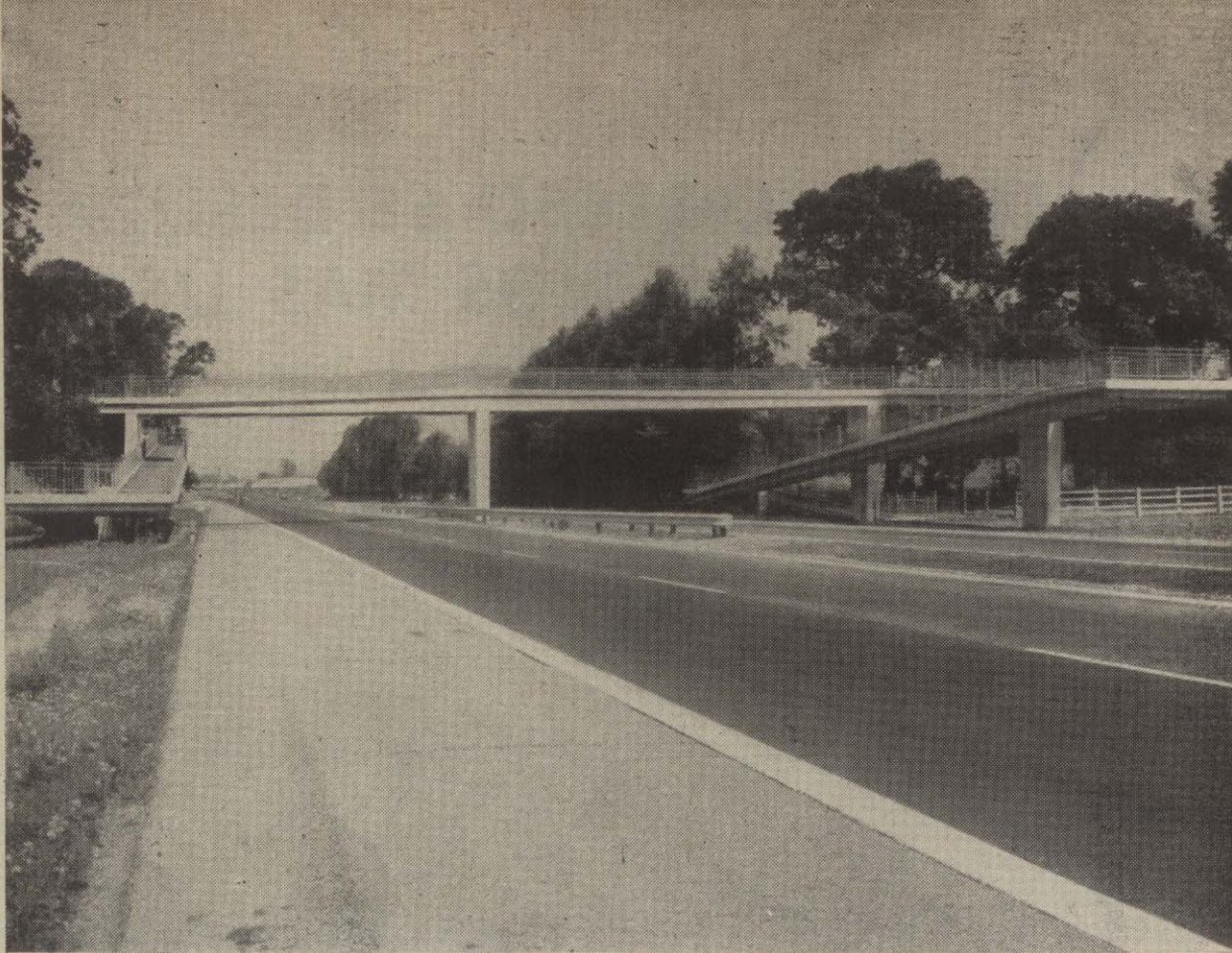
Todos estos factores sumados a su vida útil, estimada en 50 años y más aún para los pavimentos del futuro, muy superior a la de cualquier otro pavimento, dan por resultado que sea el de más bajo costo anual, es decir, que brinda la doble ventaja de ser el pavimento de más alta calidad y, conjuntamente, el más económico.

INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO

San Martín 1137

Buenos Aires

SECCIONALES - CENTRO: Rivera Indarte 170, Córdoba; NORTE: Muñecas 110, Tucumán; SUR: Calle 48 N° 632, La Plata; DELEGACION BARILOCHE: C. C. 57, S. C. de Bariloche; LITORAL: Sarmiento 784, Rosario; CUYO: Patricias Mendocinas 1071, Mendoza; CAMPO EXPERIMENTAL: Edison 453, Martínez, Provincia de Buenos Aires.



Vista del desvío Maidenhead, actualmente en servicio, que formará parte de la Autopista 4, desde Londres al aeropuerto de la capital y el Oeste de Inglaterra y Sur de Gales.

(Viene de la pág. 20)

gham, centro industrial de los Midlands. Una de ellas, próxima a ser completada, llevará tránsito hacia y desde el sur de Gales; la otra, que será terminada en 1963, enlazará las Midlands con el noroeste de Escocia.

De los 1.600 kilómetros de carreteras proyectados, 480 kilómetros ya han sido abiertos al tránsito o están en construcción, y otros 400 kilómetros habrán sido terminados en el lapso de los próximos siete años.

Las autopistas británicas son diseñadas para velocidades de 112 kilómetros por hora, si bien en la actualidad no rige ningún límite mínimo ni máximo de velocidad. Son construidas con dos o tres calzadas para tránsito, cada una de ellas de 3,66 metros de ancho, en cada dirección, y asimismo con un área reservada en el centro. Hay, además un servicio telefónico de emergencia de cada lado de la autopista. Todos los cruces son construidos en dos o más niveles y los empalmes importantes han sido diseñados de modo tal que el tránsito entre y salga de la carretera sin causar contratiempos al resto de los vehículos. Por otra parte, a intervalos adecuados se han provisto áreas de servicio donde los viajeros pueden detenerse para algunas reparaciones menores, reabastecerse de combustible, descansar y comer.

CONSTRUCCION RAPIDA

Una de las carreteras históricas británicas, la Ruta del Gran Norte, es reconstruida en un tramo de 434 kilómetros entre Londres y Newcastle-on-Tyne, Northumberland, con calzadas dobles. Esta tarea debe ser concluida para 1967. Donde no es esencial una nueva ruta entre áreas, se están reconstruyendo muchas carreteras arteriales dotándolas de calzadas dobles.

Mediante el empleo de los métodos y técnicas más modernos de diseño y construcción, los ingenieros y contratistas se en-

cuentran en condiciones de cumplir con fechas que hace no mucho tiempo habrían parecido fantásticas. Un caso que habla de tal adelanto son los 120 kilómetros de la autopista Londres-Birmingham, que, con sus 150 puentes, todos ellos de tamaño sustancial, fueron completados en sólo 19 meses.

Hacia mediados de la década de 1960 será posible viajar sobre estas carreteras interurbanas nuevas o reconstruidas por espacio de 1.200 kilómetros, y a medida que esta fase del programa avanza hacia su terminación se preparan planes para proveer mejores comunicaciones en y en torno de los grandes centros urbanos, notablemente Londres, Birmingham y Glasgow. Rutas radiales nuevas o mejores brindarán acceso directo a los corazones de las ciudades, en tanto que un sistema de carreteras circunferenciales permitirán a gran parte del tránsito evitar las áreas congestionadas.

Esquemas de esta índole, que suponen abrir paso a nuevas rutas en áreas densamente construidas y construir considerables longitudes de carretera sobre viaductos o en túneles, plantean formidables problemas de ingeniería y planeamiento. Por ejemplo, recientemente fueron completados, en una de las principales salidas occidentales de Londres, dos grandes empalmes elevados, que costaron en total 2 millones y medio de libras. La alternativa del elevado es el paso bajo tierra, y esta solución ha de emplearse, por ejemplo, en Hyde Park Corner, uno de los empalmes carreteros más congestionados del mundo y por el cual circulan diariamente más de cien mil vehículos.

PUNTES COLGANTES Y TUNELES

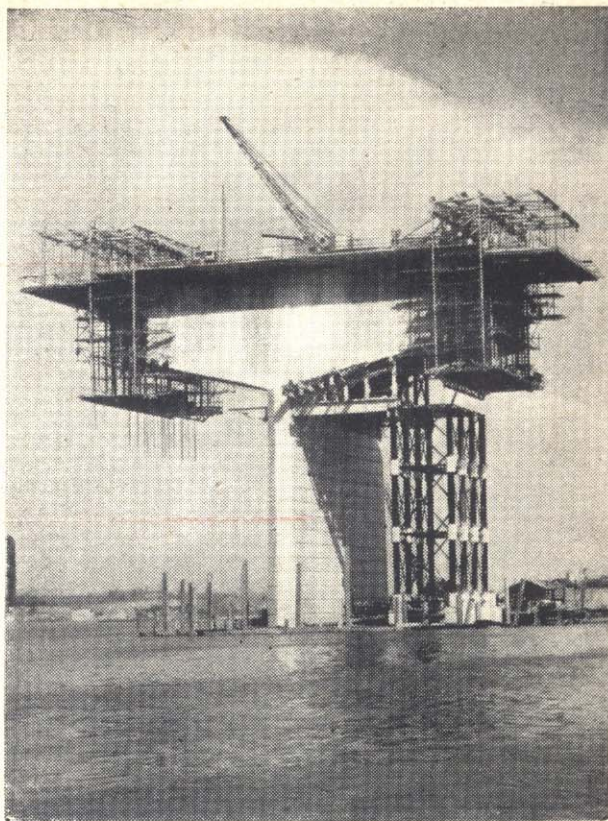
Allí donde los estuarios de ríos anchos entran profundamente en la costa, se están construyendo nuevos cruces carreteros de los mismos. En la actualidad progresa el tendido de

El nuevo puente de Medway, parte del programa de construcción carretera británico. Por este puente pasará la Autopista 2 sobre el río Medway, sobre un tramo de 152 metros

cables para el puente colgante que se construirá en las adyacencias del famoso puente ferroviario del estuario del río Forth. Será el más grande de Europa y costará 17 millones de libras. También se encuentran en construcción un puente similar a través del estuario del río Severn, al norte de Bristol, y dos túneles, uno bajo el estuario del Támesis y otro bajo el río Tyne.

El desarrollo del automovilismo particular y del empleo de vehículos a motor ha sido tan rápido en el mundo, que nadie podría decir que los problemas que plantea hayan sido resueltos. En Gran Bretaña, además del plan de construcción vial, se estudia intensamente el impacto del vehículo a motor sobre el desarrollo urbano. Las lecciones extraídas de tal estudio son aplicadas al replaneamiento de centros urbanos dotados, en algunos casos, de precintos comerciales para uso exclusivo de peatones, y playas de estacionamiento de varios pisos.

El problema es inmenso, pero el programa de desarrollo carretero hará mucho para atender los requerimientos prima-



rios del creciente volumen de tránsito tanto en las grandes distancias como en el interior y el contorno de las ciudades, a la vez que preservará los valores del paisaje británico y el carácter histórico de las ciudades que las nuevas rutas están llamadas a servir.

EL TUNEL DEL MONTE BLANCO (Viene de la pág. 19)

pretación más acertada— que la galería atraviesa una zona muy rica en agua en circulación, lo que crea varios problemas para la perforación, dada la absoluta imposibilidad de prever la extensión de tales zonas.

El régimen de 1,000 litros por segundo que registraba el golpe de agua el 10 de diciembre, se estabiliza casi al fin del año en 300 litros por segundo.

El 31 de diciembre se alcanza la progresiva 3701,50. En el año 1961, caracterizado por la superación de la zona de la imponente veta de agua, se completó un avance de 1.206,60 metros con un total de 101.269 m³ de material excavado.

Cubierta la mitad de enero de 1962, al descender la presión del agua y desagotada la galería, la roca del frente de excavación mejora, permitiendo así que el avance recobre gradualmente un ritmo satisfactorio.

En el mes siguiente la galería avanza a sección plena, 246 metros. Se trata del avance mensual más elevado logrado durante los trabajos del túnel, tanto para la parte italiana como para la francesa. Los méritos se acentúan si consideramos que esa cantidad récord de avance se obtuvo en el mes más corto. El avance de ese mes da la pauta de la eficiencia de la organización, la que en condiciones normales pudo expresar toda su capacidad de trabajo.

En los primeros días de marzo, cuando la galería alcanza la progresiva 4109, la condición de la roca da señales de empeorar, presentando acentuadas manifestaciones de descompresión, sobre todo en los paramentos.

La experiencia recogida en los tramos anteriores permite afrontar el problema reduciendo el área de la sección a 52,60

m² en lugar de 75,38, de modo de reducir los riesgos provocados por la descompresión y garantizar así la continuidad de avance. A la luz de los resultados obtenidos, la decisión parece atinada y prudente.

El 5 de abril se produce una verdadera catástrofe sobre la cantera italiana establecida en las cercanías de la boca del túnel. Tres avalanchas sucesivas se abaten sobre galpones y tinglados, provocando la muerte a 3 personas e hiriendo a cerca de 30. Más de 100 galpones y otras instalaciones resultaron totalmente destruidas.

Ese hecho, que no pudo ser evitado ni aún con la colocación de barreras en la ladera de la montaña —operación realizada en el verano de 1960— significó un rudo golpe para la moral de los trabajadores, que estuvieron a punto de abandonar la cantera, por temor de otros deslizamientos.

Felizmente, pudieron superar tan aguda depresión y retornaron a sus tareas, imprimiéndole ritmo más intenso.

En abril, superada esa tremenda calamidad, se concretó un avance de 255,60 m. En mayo la galería progresó 317,60 m.

El final se presentó entonces casi a la vista. En junio el avance es de 404,80 m, a un promedio de 17,80 por día, llegando, en julio, a 407 m de galería.

La progresiva 5800, donde termina el tronco italiano del túnel del Monte Blanco, es alcanzada por los obreros italianos de la Società Italiana per Condotte d'Acqua a la hora 22,01 del día 3 de agosto.

El año 1962 ha sido el del avance récord, ya que en sólo 7 meses fueron excavados 2.059,50 m de túnel y 136.970 m³, concluyendo así tan imponente obra.

Normas que Deben Aplicarse en Materia de Publicaciones Científicas

La Organización de las Naciones Unidas (UNESCO) para la Educación, la Ciencia y la Cultura, ha remitido a esta Asociación un documento en el que se recomiendan las normas que a continuación transcribimos cuya importancia resaltaré de su lectura.

Dado el carácter técnico de esta publicación y queriendo contribuir con ello a la difusión de estas normas esta Asociación procurará en lo sucesivo ajustarse a ellas y en consecuencia, al darlas a conocer, se permite también recomendar a sus estimados colaboradores su observancia.

ANTECEDENTES

El Comité de Enlace FID/CIUC/FIAB/OIN/Unesco*, fundado y reunido para examinar los medios de llevar a cabo una acción internacional eficaz a fin de mejorar la actual situación de la información científica, considera que la falta de disciplina libremente aceptada en materia de redacción y de publicación de informaciones científicas es una de las causas principales que acrecen inútilmente el volumen de los documentos publicados, así como los gastos para imprimirlos, resumirlos, clasificarlos y localizarlos.

Por consiguiente, el Comité, a propuesta del Secretario de la Oficina de Resúmenes Analíticos del CIUC, ha redactado en la forma más breve posible un texto donde se definen las reglas que constituyen una obligación moral evidente para todo autor de publicación científica y que debe aplicar todo redactor de revista científica.

Ese texto, que se aplica a las ciencias exactas y naturales y a la tecnología, se compone de cuatro partes. En la primera, se indica que toda memoria científica debe ir precedida de un resumen correctamente redactado por el propio autor. En la segunda se definen tres categorías de textos científicos originales, se indican sus características distintivas y se recuerda a todo autor que debe indicar a cuál de las tres categorías pertenece el texto cuya publicación propone. La tercera parte trata de la redacción de los textos científicos e impone a todo autor la obligación moral de señalar toda duplicación o toda omisión en las partes importantes del texto publicado. En esas tres partes, se recuerda repetidamente que, para el porvenir de la documentación científica, tiene importancia ca-

pital la adopción de normas internacionales uniformes, universales que permitan establecer un método único de redacción de resúmenes analíticos, un sistema único para abreviar los títulos de revistas científicas, un código único para la manera y el orden en que se hacen las citas bibliográficas numéricas, un código único de símbolos y de abreviaturas de términos técnicos, un código único para la transliteración de los caracteres de un alfabeto a otro, y reglas comunes para la formación de los vocabularios técnicos y para su correspondencia entre lenguas diferentes.

El Comité está convencido de que sólo el empleo de esas normalizaciones permitirá la utilización de medios automáticos para la clasificación de las informaciones y de las publicaciones científicas y para las investigaciones que requiere la preparación rápida de bibliografías retrospectivas.

Para dar ejemplo de unificación y poner fin a la dispersión de los esfuerzos, a la existencia de textos internacionales múltiples y a veces contradictorios, se ha creado el Comité, que ha preparado el texto a que nos referimos y que confía a la OIN**, en estrecha cooperación con los otros organismos que representa, la tarea de conseguir que se acepten rápidamente las normas para las que aún no se ha obtenido un acuerdo general.

La parte cuarta del texto está destinada a los directores de revistas y publicaciones científicas y les impone la obligación moral de comprobar que sus autores conocen y aplican las disposiciones que les conciernen; pide asimismo a esos directores que autoricen la reproducción de los resúmenes analíticos. El Comité no ha considerado necesario recordarles en detalle las recomendaciones de norma-

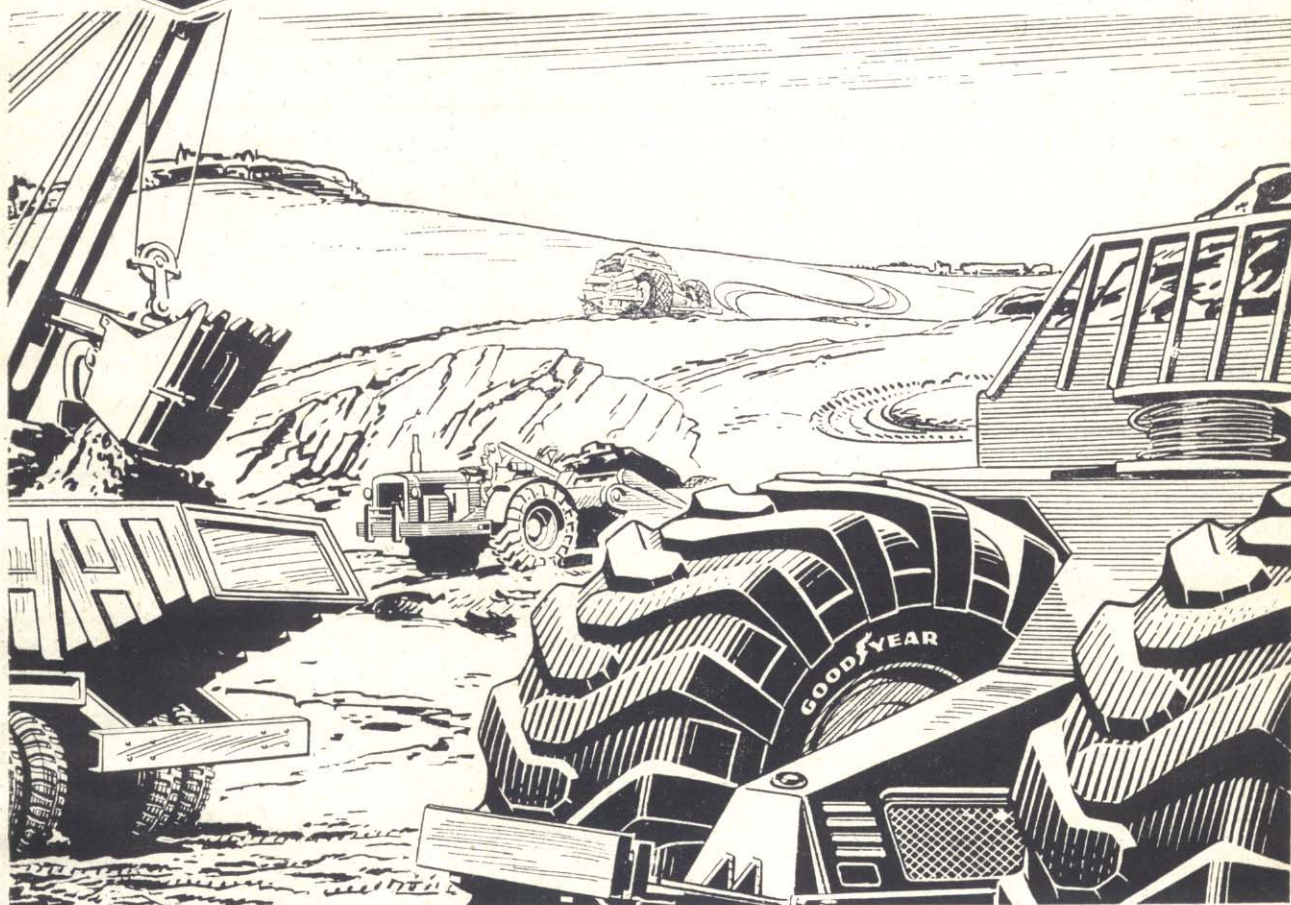
* FID - Federación Internacional de Documentación; CIUC - Consejo Internacional de Uniones Científicas; FIAB - Federación Internacional de Asociaciones de Bibliotecarios; OIN - Organización Internacional de Normalización.

** En el Anexo I figura la lista de las recomendaciones pertinentes de la OIN.

(Continúa en la pág. 26)



CUANDO USTED CONSTRUYE, GOODYEAR FABRICA LO QUE USTED NECESITA



¡Más recias... para el trabajo más recio!

En los trabajos viales o donde se realizan grandes movimientos de tierra, es primordial asegurar la calidad y fortaleza de las cubiertas que se usen en el equipo.

Las cubiertas Goodyear están hechas para rendir ese servicio. Su reciedumbre les permite afrontar con éxito el problema de los cortes y los desgastes prematuros originados en la acción de piedras filosas o troncos penetrantes.

**CUBIERTAS
PARA EQUIPOS
CAMINEROS**



GOODYEAR

EN EL MUNDO ENTERO, MAS TONELADAS SE TRANSPORTAN SOBRE CUBIERTAS GOODYEAR QUE SOBRE LAS DE CUALQUIER OTRA MARCA

lización internacional que se aplican principalmente a la presentación de las revistas y de las publicaciones, y que constituyen uno de los elementos básicos de sus conocimientos profesionales.

El Comité aprobó por unanimidad el texto que se sometió al examen del Comité Consultivo Internacional de Bibliografía, Documentación y Terminología de la Unesco, en su primera reunión, celebrada en París del 25 al 29 de septiembre de 1961. Ese Comité, que también lo aprobó, consideró que las Normas, concebidas para las ciencias exactas y naturales y para la tecnología, no podrían aplicarse a las ciencias sociales ni a las ciencias humanas antes de que las examinaran las organizaciones internacionales no gubernamentales especializadas en esas esferas.

La Unesco publica y difunde estas "Normas que deben aplicarse en materia de publicaciones científicas" persuadida de que su respeto permitirá acelerar la clasificación de la documentación científica, dará mayor utilidad a las informaciones y limitará los enormes gastos de los centros de documentación científica y técnica de todos los países.

NORMAS QUE DEBEN APLICARSE EN MATERIA DE PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

I. EL RESUMEN

1) Todo texto de carácter original que haya de aparecer en una revista o publicación científica y técnica deberá ir acompañado de un resumen, de cuya redacción se encargará el propio autor.

2) En espera de una normalización internacional, se redactará el resumen ajustándose a las reglas y a los consejos reunidos en la Guía para la Preparación y Publicación de Resúmenes Analíticos, redactada, impresa, distribuida y revisada periódicamente por la Unesco (documento NS/37. D. 10 a)¹.

II. NATURALEZA DEL TEXTO

3) Al entregar el manuscrito de su texto a la redacción de la revista donde desee publicarlo, el autor indicará, siempre que le sea posible, en qué categoría de las publicaciones científicas originales deberá clasificarse su texto:

- a) Memorias científicas originales.
- b) Publicaciones provisionales o notas iniciales².
- c) Estudios recapitulativos.
- d) Un texto pertenece a la categoría "Memorias científicas originales" cuando está redactado en tal forma que un investigador competente, suficientemente especializado en la misma rama de la ciencia pueda, basándose exclusivamente en las indicaciones que figuran en ese texto:

— reproducir los experimentos y obtener los resultados que se describen con errores iguales o inferiores al límite superior indicado por el autor,

— repetir las observaciones y juzgar las conclusiones del autor,

— verificar la exactitud de los análisis y deducciones que han permitido al autor llegar a sus conclusiones.

5) Un texto pertenece a la categoría "Publicaciones provisionales o notas iniciales" cuando, si bien aporta una o varias informaciones científicas nuevas, su redacción no permite a sus lectores verificar esas informaciones en las condiciones indicadas en el párrafo 4.

6) Los "Estudios recapitulativos" no están destinados a la publicación de informaciones científicas nuevas; reúnen, analizan y discuten informaciones ya publicadas relativas a un solo tema.

III. REDACCION DEL TEXTO

7) La introducción histórica o crítica, a menudo útil, debe ser lo más breve posible: el autor evitará redactar una memoria científica como si fuera una exposición analítica.

8) La sintaxis será lo más sencilla posible y las palabras utilizadas deberán encontrarse en un diccionario corriente. Cuando no pueda satisfacerse ese requisito, el autor comprobará si los neologismos que piensan utilizar pertenecen al vocabulario científico y técnico internacional¹.

9) Al redactar el texto, se evitará la omisión total o parcial de los métodos empleados o de los resultados importantes. Si por motivos de propiedad industrial o de seguridad, el autor debe limitar las informaciones científicas que desea publicar sobre el tema que le ocupa, el texto se presentará como perteneciente a la categoría b) (Publicaciones provisionales o notas iniciales) y no como perteneciente a la categoría "Memorias". Ello constituye una obligación moral absoluta para el autor científico².

10) Se hará referencia explícita a todo trabajo anteriormente publicado por el mismo autor o por otro autor cuando el conocimiento de esos trabajos sea esencial para situar, en el desarrollo científico, el texto presentado. Se indicará si publicaciones anteriores constituyen una duplicación total o parcial del texto presentado.

11) En ningún caso se darán argumentos o pruebas que se basen en comunicaciones privadas o en publicaciones de carácter secreto o de difusión limitada³.

¹ Se recomienda precisar el origen de los neologismos empleados. Si el autor se ve obligado a crearlos, deberá describir el método de formación, dar su etimología y definición. En fin, el autor procurará no deformar el sentido de los términos que pertenecen al vocabulario concreto de la materia de que se trate.

² Se admite, como evidente para todos, que en ninguna publicación se deformará conscientemente la descripción de los hechos observados o de los métodos empleados.

³ No se trata de prohibir las alusiones a entrevistas orales o a comunicaciones privadas, pero se recalca que no pa-

¹ Esa Guía ha sido adoptada oficialmente por el Consejo Internacional de Uniones Científicas.

² Véase la precedente exposición de los motivos.

12) En la redacción, el autor respetará las normas internacionales relativas a las abreviaturas de los títulos de publicaciones periódicas, al orden de las citas bibliográficas, a los símbolos, abreviaturas, transliteración, terminología y presentación de los artículos. Utilizará un sistema coherente de unidades de medida que especificará con claridad.

IV. RECOMENDACIONES A LOS DIRECTORES Y EDITORES DE REVISTAS CIENTÍFICAS

13) Al aceptar para su publicación un artículo científico, el director de la revista pedirá al autor que indique si su texto pertenece a la categoría a) (Memorias científicas originales), a la categoría b) (Publicaciones provisionales o notas iniciales) o a la categoría c) (Estudios recapitulativos).

14) Al imprimir el trabajo aceptado, el director mencionará al principio del resumen a cuál de las tres categorías pertenece el texto.

15) Al aceptar para su publicación el texto científico y en espera de que exista una normalización internacional, el director velará por que el resumen analítico que debe acompañar obligatoriamente ese texto, esté redactado con arreglo a las indicaciones dadas por la Guía para la Preparación y Publicación de Resúmenes Analíticos (véase recomendación I, párrafo 2 y comentarios).

16) Para garantizar en todo tiempo y lugar la libre reproducción de los resúmenes analíticos, se indicará claramente en las páginas de la revista que se autoriza la reproducción de esos resúmenes.

LISTA DE RECOMENDACIONES DE LA OIN RELATIVAS A LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

ISO/R 4 "Code international pour l'abréviation des titres de périodiques".

ISO/R 8 "Présentation des périodiques".

ISO/R 9 "Système international pour la translittération des caractères cyrilliques".

ISO/R 18 "Sommaire de périodiques ou d'autres documents".

ISO/R 30 "Manchette bibliographique".

ISO/R 77 "Références bibliographiques. Eléments essentiels".

ISO/R 214 "Analyses et résumés d'auteurs".

ISO/R 215 "Présentation des articles de périodiques".

ISO/R 233 "Système international pour la translittération des caractères arabes".

Projet ISO N° 315 "Translittération des caractères grecs en caractères latins".

Projet ISO N° 379 "Translittération de l'hébreu".

Pueden enviarse comentarios sobre el texto anterior al Departamento de Ciencias Exactas y Naturales, Unesco, Place de Fontenoy, Paris VII.

rece justificado hacer una afirmación o una conclusión refiriéndose a una simple entrevista no comprobada.

Por publicación de difusión limitada se entiende una publicación no accesible al público científico en general, ni gratuitamente ni satisfaciendo su importe.

GUÍA PARA LA PREPARACION Y PUBLICACION DE RESUMENES ANALITICOS

1. "Synopsis" es el término inglés, correspondiente al de "resumen analítico", adoptado por la Royal Society de Londres (en cumplimiento de una recomendación de la Conferencia de Información científica patrocinada por la susodicha sociedad en 1948) y por la Conferencia Internacional sobre Resúmenes analíticos, organizada por la Unesco, en 1949, para definir el resumen hecho por el autor de un artículo científico, publicado simultáneamente al mismo artículo, después de su examen por el director de la revista en que haya salido a luz.

2. La finalidad de un resumen de este tipo no es sólo atender a la comodidad de los lectores de la revista en que se publique, sino también reducir el costo y facilitar el trabajo de las revistas especializadas en resúmenes analíticos, contribuyendo así al mejoramiento, en general, de los servicios informativos en el dominio científico.

3. La *sinopsis* debe comprender un resumen breve y puntual del contenido y conclusiones del artículo, la mención de cualquier información nueva que pueda contener, y la indicación de su aplicación posible. Ha de capacitar al lector para decidir, con más seguridad de lo que le permitiría el simple título del artículo, si éste vale la pena de ser leído.

4. En consecuencia, se ruega al autor de cada artículo que presente igualmente un resumen analítico del mismo, de acuerdo con las siguientes sugerencias:

FORMA DE EXPRESION

5. Empléense frases completas más bien que una simple enumeración de títulos. Toda referencia al autor del artículo deberá hacerse en tercera persona. Se utilizará una terminología normalizada, evitándose las expresiones personales y las elipses innecesarias. Ha de darse por supuesto que el lector posee cierto conocimiento del tema, pero que no ha leído el artículo. Por consiguiente, el resumen analítico habrá de ser inteligible por sí mismo, sin que haya necesidad de referirse al artículo. (Por ejemplo, no se citarán las secciones o las ilustraciones por sus referencias numéricas en el texto).

CONTENIDO

6. Como el título del artículo suele leerse como parte integrante del resumen analítico, la frase inicial de éste deberá redactarse en consecuencia, para evitar la repetición del título. Sin embargo, de no ser éste suficientemente explícito, la frase inicial deberá indicar el tema de que se trata. Por regla general, el comienzo de un resumen analítico habrá de expresar el tema de la investigación.

Cemento Portland

"CORCEMAR"

CORPORACION	Avda. de Mayo 633
CEMENTERA	3er. Piso
ARGENTINA	30 - 5581
S. A.	BUENOS AIRES

7. En ocasiones conviene indicar la forma en que está tratado el tema, con palabras como: conciso, exhaustivo, teórico, etc.

8. El resumen analítico deberá indicar los hechos recientemente observados, las conclusiones de una experiencia, o de un argumento, y, de ser posible, los elementos esenciales de cualquier teoría, método, aparato técnico, etc., nuevos.

9. Habrá de comprender el nombre de los nuevos compuestos, especiales minerales, etc., y cualesquiera datos numéricos nuevos, tales como las constantes físicas; de no ser esto posible, el resumen llamará la atención, por lo menos, sobre esos elementos. Es importante referirse a los nuevos puntos y observaciones, aun cuando puedan ser incidentales en relación con la finalidad capital del artículo; de lo contrario, esta información, que puede ser muy útil, corre peligro de pasar inadvertida.

10. Cuando el resumen analítico presente resultados experimentales, deberá indicar el método empleado; tratándose de métodos nuevos, se darán los principios fundamentales, el tipo de operación y el grado de exactitud.

REFERENCIAS - CITAS

11. De ser necesario referirse en el resumen a un trabajo anterior, la referencia deberá siempre darse en la misma forma en que aparezca en el artículo a que se remita; en otro caso, deben omitirse las referencias.

12. Las citas de revistas científicas deberán hacerse con arreglo a la práctica normal en la revista para la cual se haya escrito el artículo. (La Conferencia internacional sobre Resúmenes analíticos recomendó el modelo propuesto por la International Organization for Standardization, Technical Committee 46, abreviándose los nombres de revistas como se hace en la *World List of Scientific Periodicals* [repertorio universal de publicaciones científicas]).

PRESENTACION

13. El resumen analítico ha de tener la mayor concisión posible, para permitir, una vez impreso, recortarlo y montarlo en una ficha de $7,5 \times 12,5$ cm. Su texto sólo excepcionalmente podrá tener más de 200 palabras.

PUBLICACION, LENGUA Y FORMATO

14. La Conferencia internacional sobre Resúmenes analíticos ha recomendado que los resúmenes se publiquen en una de las lenguas de mayor difusión, cualquiera que sea la lengua original de la revista, para facilitar su utilización internacional.

15. La Conferencia internacional sobre Resúmenes analíticos recomendó asimismo la práctica seguida por ciertas revistas, en las que todos los resúmenes publicados en un solo número se imprimen juntos, ya sea en las guardas o solapas de la revista, ya al dorso, con los anuncios, de manera que se puedan recortar y montar sobre fichas, para su consulta, sin mutilar las páginas de la publicación. A este efecto, el ancho de los resúmenes no debe ser superior a 10 cm., de modo que sea posible montarlos en fichas de $7,5 \times 12,5$ cm.

Durante una de las sesiones plenarias en la que los delegados van prestando aprobación a los distintos términos propuestos. Preside la reunión el Ing. Lauro Olimpio Laura, (al fondo)



La 3ª Reunión de Terminología Vial de los Congresos Panamericanos de Carreteras

Con el fin de preparar el informe técnico de esta especialidad que será considerado durante el 9º Congreso Panamericano de Carreteras en Washington en el mes de mayo venidero, se llevó a cabo en Buenos Aires, durante los días 18 al 22 de febrero la 3ª Reunión de la Comisión Técnica de Terminología Vial.

Como se sabe la Comisión Técnica de Terminología Vial tiene su sede permanente en la ciudad de Buenos Aires actuando como presidente nato el presidente de la Dirección Nacional de Vialidad y siendo miembros los gobiernos de la República Argentina, los Estados Unidos de América, Estados Unidos de Brasil, República de Haití, República del Perú, República Oriental del Uruguay y República de Venezuela. Los demás países americanos pueden enviar observadores especiales a las reuniones de esta comisión los que tienen voz pero no voto durante las deliberaciones. Asimismo la I.R.F., en su carácter de organismo consultor de la OEA, participa en todas las deliberaciones de los Congresos Panamericanos de Carreteras y de sus comisiones técnicas auxiliares con carácter de observador.

Durante esta 3ª Reunión de la Comisión de Terminología se contó con la asistencia total de sus miembros participantes con la única excepción de Haití y con observadores delegados de la República de Bolivia y de la Asociación Argentina de Carreteras que concurren representando a la IRF. La nómina de delegados y observadores figura en un recuadro inserto en estas mismas páginas.

La Sesión de Apertura

El día lunes 18, a las 10.30 horas tuvo lugar la reunión inaugural en la sede de la Dirección Nacional de Vialidad bajo la presidencia del titular de esa repartición, Ing. Belgrande E. Magno. El discurso de circunstancias estuvo a cargo del Vicepresidente 1º del organismo, Ing. Eduardo Arenas que se refirió a la importancia de la reunión a celebrarse y sugirió más adelante la metodología de labor que podría adoptar la comisión.

Habiendo sido de este modo declarada inaugurada la 3ª reunión de esta comisión técnica, acto seguido se pasó a celebrar la primera reunión plenaria de comisión.

1ª Reunión Plenaria.

En esta reunión la comisión procedió a aprobar el temario general a ser considerado y al mismo tiempo designó las subcomisiones de trabajo. Las subcomisiones de trabajo establecidas y la nómina de sus integrantes fueron las siguientes:

LISTA DE SUB-COMISIONES Y NOMINA DE INTEGRANTES

SUBCOMISION Nº 1.

Definiciones Generales, Diseño y Legislación.

Sr. Guioberto Vieira De Rezende	(Brasil)
Sr. Lorenzo V. Hervot	(Argentina)
Sr. Antonio P. Lomónaco	(Inter. Road Federation)
Sr. Lauro Olimpio Laura	(Argentina)

SUBCOMISION Nº 2.

Construcción y Conservación de Obras Viales.

Sr. Luis E. Abete	(Uruguay)
Sr. Oscar Girbal Argüello	(Argentina)
Sr. Alfonso Fuentes Llaguno	(Perú)
Sr. Emilio R. Hammdorff	(Argentina)
Sr. Edgardo Rambelli	(Inter. Road Federation)
Sr. Hugo F. Seifert	(Sec. Permanente O.E.A.)
Sr. Alberto C. Span	(EE. UU. de América)

SUBCOMISION Nº 3.

Equipos.

Sr. Ramón Baudess Gorlero	(Argentina)
Sr. Samuel D. Bustamante	(Venezuela)
Sr. Héctor J. G. Delle Donne	(Argentina)

SUBCOMISION Nº 4.

Tránsito.

Sr. Gustavo Alipaz Alcazas	(Bolivia)
Sr. Héctor J. G. Delle Donne	(Argentina)
Sr. Gustavo Gómez Gez	(Argentina)
Sr. José Luis De Pabon	(Bolivia)

Por la noche, en los salones del Automóvil Club Argentino, la Dirección Nacional de Vialidad ofreció una cena a las delegaciones extranjeras que contó con la presencia del señor ministro de Obras y Servicios Públicos de la Nación, Ing. Horacio J. Zubiri, del secretario de Obras Públicas, Don Luis De Carli, del sub-secretario de Obras Públicas, Ing. Gustavo R. Carmona, del presidente de la Dirección Nacional de Vialidad, Ing. Belgrande E. Magno y de autoridades de la Dirección Nacional de Vialidad y de la Asociación Argentina de Carreteras. Este agasajo fue ofrecido en nombre de la Dirección Nacional de Vialidad por su vicepresidente 1º, Ing. Eduardo Arenas.

Durante los restantes días de los fijados para la consideración del temario, la comisión celebró nueve sesiones de trabajo al cabo de las cuales quedaron aprobadas diversas ponencias y 389 términos de uso vial. El texto completo de las ponencias y resoluciones aprobadas y la nómina de los términos y sus definiciones considerados por esta comisión y remitidos al Congreso Panamericano de Carreteras para su ulterior consideración, será publicado en el próximo número de esta revista.

Agasajo de la I.R.F.

La asociación Argentina de Carreteras, actuando en nombre de la IRF, ofreció el día 22 de febrero una recepción a los miembros de la Comisión de Terminología en los salones de la Cámara Argentina de la Construcción cedidos por esta entidad para este propósito.

El acto se inició con un discurso pronunciado por el Ing. Rambelli quien, en nombre de la Int. Road Federation, saludó a los miembros de la Comisión de Terminología y

NOMINA DE REPRESENTANTES, OBSERVADORES Y ASESORES QUE PARTICIPARON DE LA TERCERA REUNION DE LA COMISION DE TERMINOLOGIA

ARGENTINA

Representantes:

Sr. Eduardo Arenas
Sr. Lauro Olimpio Laura
Sr. Héctor Delle Donne
Sr. Gustavo Gómez Gez
Sr. Oscar Girbal Argüello

Asesores:

Sr. Ramón Baudes Gorlero
Sr. Emilio R. Hammdorff
Sr. Lorenzo V. Hervot
Sr. Alberto E. Querejeta

BRASIL

Representante:

Sr. Guioberto Vieira de Rezende

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

Representante:

Sr. Alberto C. Spann

PERU

Representantes:

Sr. Alfonso Fuentes Llaguno
Sr. Fortunato E. Quesada

VENEZUELA

Representante:

Sr. Samuel D. Bustamante

URUGUAY

Representante:

Sr. Luis A. Abete

REPUBLICA DE BOLIVIA

Observadores:

Sr. Gustavo A. Alcazas
Sr. José Luis de Pabón

ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

Asesor Técnico de la Secretaria Permanente:

Sr. Hugo J. Seifert

INTERNATIONAL ROAD FEDERATION

Observadores:

Sr. Edgardo Rambelli
Sr. Antonio P. Lomónaco

destacó la importancia de las obras de los Congresos Panamericanos de Carreteras que "se esfuercen en llevar a la práctica los principios de mejoramiento caminero que propugna la IRF y las asociaciones de carreteras nacionales".

La reunión, que dio motivo a una tertulia muy cordial, se inició a las 20 hs. y se prolongó hasta pasadas las 22 horas.

(Continúa en la pág. 32)



En un momento de la recepción ofrecida por la IRF, las delegaciones extranjeras en compañía de autoridades del gobierno y de la Asociación Argentina de Carreteras. De izquierda a derecha: Delegado del Uruguay, señor Luis Alberto Abete; de Venezuela, señor Samuel D. Bustamante; del Brasil, señor Guioberto Vieira de Rezende; de Bolivia, señor José Luis De Pabón; del Perú, señor Alfonso Fuentes Llaguno; de Bolivia, señor Gustavo Alipaz Alcazas; de los Estados Unidos, señor Albert C. Spann; don Luis De Carli, Secretario de Estado de Obras Públicas; Ing. Belgrande Magno, Presidente de la Dirección Nacional de Vialidad; Ing. Edgardo Rambelli, Vicepresidente 1º en ejercicio de la presidencia de la Asociación Argentina de Carreteras y señor Antonio P. Lomónaco, Director Ejecutivo de dicha institución.

para
estructuras
de hormigón
armado:
Control
Uniformidad
Economía



ACERO

DE

ALTO LIMITE DE FLUENCIA

Los países más avanzados en realizaciones estructurales de hormigón armado, han adoptado este tipo de acero por sus decisivas ventajas técnicas y económicas. ACINDAR S. A. elabora su **ACERO ACINDAR 46β de ALTO LIMITE DE FLUENCIA** con palanquillas de acero Siemens-Martin de su propia fabricación y de acero importado especialmente seleccionado, lo que le confiere esta **"TRIPLE GARANTIA"**

CONTROL: El **ACERO ACINDAR 46β de ALTO LIMITE DE FLUENCIA** es sometido en todas las etapas de su elaboración al más riguroso contralor. La severa inspección de la palanquilla, la estricta supervisión de los procesos de laminado y de torsionado y los ensayos sistemáticos de las barras torsionadas, permiten asegurar su calidad.

UNIFORMIDAD: El **ACERO ACINDAR 46β de ALTO LIMITE DE FLUENCIA** es un producto uniforme garantizado por la alta eficiencia técnica de sus equipos y por la automaticidad de todas las operaciones.

ECONOMIA: El **ACERO ACINDAR 46β de ALTO LIMITE DE FLUENCIA** permite reducir la cuantía de acero y elevar las tensiones admisibles de cálculo, sin riesgos de fisuraciones peligrosas, por su alta adherencia con el hormigón. La supresión de ganchos extremos hasta diámetros de 14 mm. es otra economía adicional.

Todos los datos e
informaciones técnicas
pueden ser obtenidos
en nuestro
DEPARTAMENTO
DE VENTAS,
OFICINA TECNICA.



Es un producto

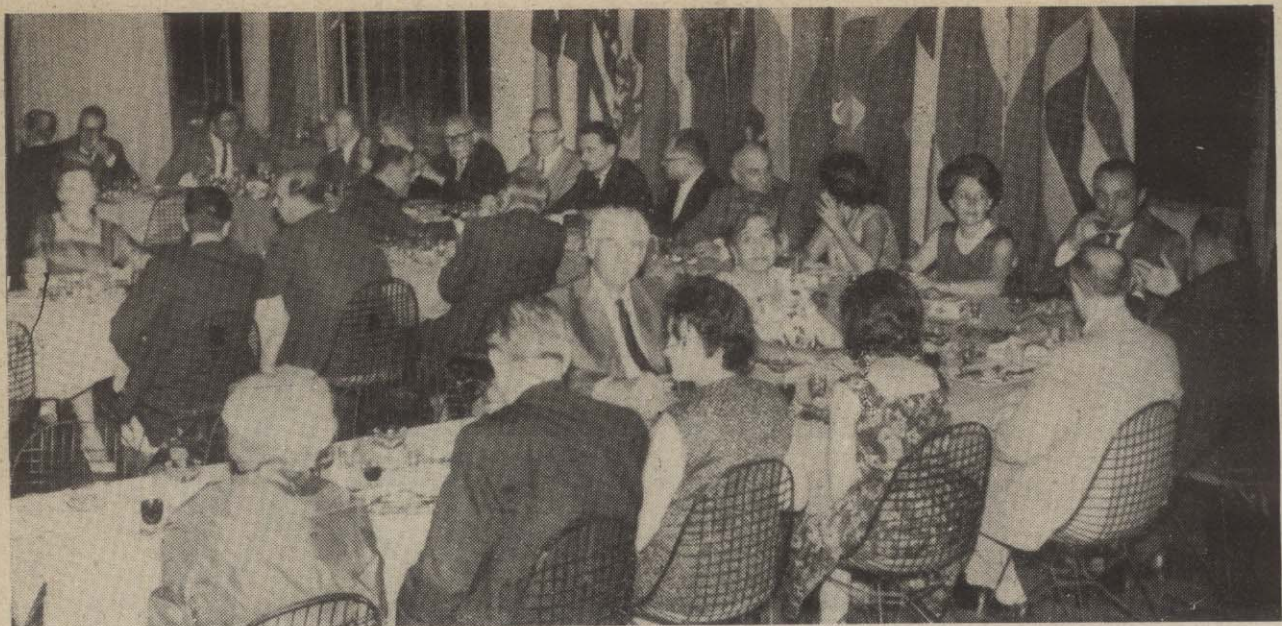


INDUSTRIA ARGENTINA DE ACEROS S. A.

EL MAYOR PRODUCTOR DEL PAIS DE ACEROS PARA LA CONSTRUCCION

OFICINAS DE VENTAS:

Paseo Colón 357, Bs Aires T. E. 30-3031- San Lorenzo 942. Rosario T. E. 64036



Arriba: Un aspecto general de la cena en el Automóvil Club Argentino. A la izquierda: El Ing. Eduardo Arenas hace uso de la palabra saludando a los delegados extranjeros en la mencionada cena.



A la derecha el Ing. Edgardo Rambelli ofreciendo el agasajo en nombre de la IRF. Lo acompaña el señor Luis De Carli. Abajo la concurrencia asistente a esa reunión en momentos en que el Ing. Rambelli (fuera del grabado) pronuncia un brindis.



DELEGACIONES EN EL INTERIOR

(Viene de la retirada de la tapa)

CORDOBA

Presidente Alfredo García Voglino
Manuel H. Acuña
Ricardo Cristál López
Enrique Laiseca
Albino Meneghini
Carlos Tomassini

(Instituto del Cemento Portland Argentino)
(Cámara Argentina de la Construcción)
(Dirección Provincial de Vialidad)
(Técnico Vial)
(Dirección Nacional de Vialidad)
(Representante de Socios de la Categoría "A")

PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Presidente José Martín
Vicepresidente Raúl Verzini
Secretario Andrés Barros
Tesorero Angel Plastino
Vocales Héctor N. Morcillo
Alfredo Catalá
Vicente García Cano
Honorio Anón Suárez
Walter Sleet
Eduardo Del Curto
Simón Ungar
Aldo Graziani
José A. Pitte
Alberto S. C. Fava
Homero C. Bibilioni

(Representante de General Motors Argentina)
(Corcemar, Corporación Cementera Argentina S.A.)
(Aravial S.R.L.)
(Representante de la Categoría "A" - Socios Individuales)
(Direc. de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires)
(Cám. de Com. e Ind. de la Provincia de Buenos Aires)
(Yacimientos Petrolíferos Fiscales)
(L.E.M.I.T.)
(Instituto del Cemento Portland Argentino)
(Cámara del Transporte Automotor)
(Representante de la Categoría "A" - Socios Individuales)
(Direc. de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires)
(Sociedad Rural de Magdalena)
(L.E.M.I.T.)
(Cámara Argentina de la Construcción)

MENDOZA

Presidente Juan García Eijoo
Secretario Víctor Galfione
Tesorero Ricardo Rossell
Vocales Abel M. del Campo
Roberto Azzoni
Juan P. Barbera
Francisco Barreras
Alberto Citon
Oscar Granata
Rafael Gaviola
Juan Insúa

(Neumáticos Goodyear)
(Instituto del Cemento Portland Argentino)
(Asociación Propietarios de Camiones)
(Centro de Ingenieros y Arquitectos de Mendoza)
(Dirección Nacional de Vialidad)
(Representante de la Categoría "A" - Socios Individuales)
(Centro de Bodegueros del Este)
(Unión Industrial y Comercial)
(Cámara de Comercio de San Rafael)
(Cámara Argentina de la Construcción)

SAN JUAN

Presidente Gustavo Carmona
(Con licencia)
Vicepresidente Silverio Madrid
(En ejercicio de la presidencia)
Secretario Alfonso de la Torre
Tesorero Marcelino D. Rins
Vocales Romano José Petrini
Pedro D. Ugrin
Rodolfo Paseron
Eugenio Carte
Alberto Ruiz
Emilio Maurin Navarro
José M. Ares
Juan Martín
Tomás Bawden
Justo Felipe Pacheco

(Categoría "A" - Socios Individuales)
(Sociedad de Camioneros de San Juan)
(Categoría "A" - Socios Individuales)
(Empresa Rins y Cia. S.R.L.)
(Categoría "A" - Socios Individuales)
(Dirección Provincial de Vialidad)
(Concesionaria Ford)
(Diario "Tribuna")
(Dirección General de Obras Públicas)
(Sociedad Rural de Sarmiento)
(Sociedad de Camioneros de San Juan)
(Sociedad de Camioneros de San Juan)
(Sociedad de Camioneros de San Juan)
(Diario "Los Andes")

SAN LUIS

(COMISION PROVISORIA ORGANIZADORA)

Presidente Reynaldo Anzulovich
Vicepresidente Roger Carreras
Secretario Domingo Sesin
Tesorero José Umana
Vocales José J. Chediack
Carlos Pagano
Roberto I. Barroso

(Asociación de Automotores)
(Dirección Nacional de Vialidad)
(Dirección Provincial de Vialidad)
(Centro de Viajantes)
(Cámara Argentina de la Construcción)
(General Motors Argentina S. A.)
(Banco de la Prov. de San Luis y Aero CuB de San Luis)

SANTA FE

Presidente Carlos A. Mai
Vicepresidente Reynaldo Gervasini
Secretario Luis María Barletta
Tesorero an M. Samatan
Vocales Marcelo J. Alvarez
Antonio D'Andrea
Domingo Franchino
Aurelio Nardi

(Cámara Argentina de la Construcción)
(Unión Industrial)
(Dirección Nacional de Vialidad)
(Representante de Socios Individuales)
(Socios Categoría "A")
(Centro Comercial de Santa Fe)
(Franchino Hnos.)
(Categoría "A" - Socios Individuales)



Correo Argentino	Central (B)	TARIFA REDUCIDA	
		Concesión	Nº 5942
		FRANQUEO PAGADO	
		Concesión	Nº 5246