



TALLERES GRAFICOS D. OLIVA, 13-780

VIALIDAD - REVISTA DE LA DIRECCIÓN DE VIALIDAD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES - Octubre - Noviembre - Diciembre de 1966 - Nº 37

37

Oct. - Nov. - Dic. 1966

VIALIDAD

República Argentina
La Plata - Prov. de Buenos Aires
M. O. P.
Dirección de Vialidad



5 de Octubre

DIA DEL CAMINO



REPÚBLICA ARGENTINA
PROVINCIA DE BUENOS AIRES

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA	General de Brigada Francisco Antonio Imaz
MINISTRO DE GOBIERNO	Doctor Alberto Francisco Canestri
MINISTRO DE ECONOMIA Y HACIENDA	Doctor José María Dagnino Pastore
MINISTRO DE OBRAS PÚBLICAS	Ingeniero Civil Conrado Ernesto Bauer
MINISTRO DE BIENESTAR SOCIAL	Doctor Jorge Darío Pittaluga
MINISTRO DE EDUCACIÓN	Doctor Abel Calvo
MINISTRO DE ASUNTOS AGRARIOS	Ingeniero Pablo Julio Otto Grunbaum
SUBSECRETARIO DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	Ingeniero Gerardo Luis Ventura

DIRECCIÓN DE VIALIDAD

INTERVENTOR

Ingeniero **Carlos Esteban Vitalini**

CONSEJO ASESOR

Ingeniero **Enrique Humet**
Ingeniero **Adolfo P. Grisi**
Ingeniero **Pedro G. Venturini**

INGENIERO JEFE

Ingeniero Civil **Julio C. Astuti**

JEFES DE DEPARTAMENTOS

Estudios y Proyectos	Agrimensor José A. del Soldato
Construcciones	Ingeniero Civil Jaime Larrauri
Conservación	Ingeniero Civil Oreste Borelli
Estudios Técnicos y Económicos	Ingeniero Civil Jorge M. Lockhart
Contable	Contador Vicente R. Arturi
Jurídico	Doctor Julio A. Migoni
Administrativo	Señor Carmelo T. Merlo

VIALIDAD

REVISTA DE LA DIRECCION DE VIALIDAD

Ministerio de Obras Públicas

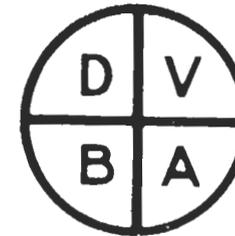
PROVINCIA DE BUENOS AIRES - ARGENTINA

Fundada por Resolución N°
1610 de fecha 17-IX-957

Publicación Trimestral
Técnico - informativa

SUMARIO

	Página
Nuestra portada	2
Mapa del estado actual de las obras viales	3
Celebración del Día del Camino 1966. Bodas de Plata. Concurso de Trabajos Viales	4
Noveno aniversario de la revista	18
Desarrollo de un método racional de diseño de pavimentos flexibles. Por el Dr. G. M. Dormon ...	19
Principales obras con proyectos elevados. Julio - octubre 1966	40
Análisis estructural de pavimentos flexibles con las Curvas Shell 1963. Por los Ings. Félix J. Lilli y Jorge M. Lockhart	41
Bases de suelo-cemento preparadas y colocadas en caliente. Informe progresivo. Por el Agrim. Carlos F. Marchetti	61
IV Simposio del equipo vial	64
Resolución de una placa rectangular. Por el Ing. Heraldo I. Salinero	65
La maqueta educativa de la D. V. B. A. y el Comité de Seguridad en el Tránsito	74
Control de plantas y corrección de fallas bajo conservación. Por el Dr. F. N. Hveem	77
Exposición vial del sur	79
Las obras viales de la provincia. Informe al 5 de octubre, Día del Camino 1966	81
Contratos firmados por la D. V. B. A. Ag-Oct./966 .	90
Licitaciones de la D. V. B. A. Jul.-setiembre/966 .	92
Bibliografía. Libros y revistas. Ag.-Oct./966	94
Publicaciones de la D. V. B. A.	96



Director de la Revista

Agrimensor
CARLOS ALBERTO MAROTTA

DIRECCIÓN DE VIALIDAD
DIVISIÓN BIBLIOTECA Y
PUBLICACIONES

Calle 7 N° 1175 - La Plata
Buenos Aires - Argentina

Año X - Oct. - Nov. - Dic. de 1966 - N° 37

Registro de Propiedad Intelectual N° 586.585.
La responsabilidad de lo expuesto en los artículos firmados corresponde exclusivamente a sus autores.
Los artículos pueden reproducirse citando la fuente.

Nuestra Portada

Al señor Néstor A. Gibert se debe la composición de la carátula donde muestra, por medio del color y de la forma, la alegría, sacrificio y fuerza de la actividad vial de la provincia de Buenos Aires.

Auguremos con la mirada firme en el futuro, contemplando con imaginación las innumerables carreteras modernas que llegan a los confines patrios como signo de prosperidad y de grandeza, mientras Vialidad trabaja afanosamente para llenar las necesidades más perentorias, dentro de las forzosas limitaciones.

Festejemos el cuarenta y un aniversario de la fecha vial avivando el desco y la esperanza de ver cumplidos nuestros caros anhelos, por un porvenir sin obstáculos en el imprescindible desarrollo caminero.

¡DÍA DEL CAMINO! Día del medio material por el que viaja el progreso, el bienestar y la cultura, difundándose generosamente por la extensa campiña y los núcleos de población.

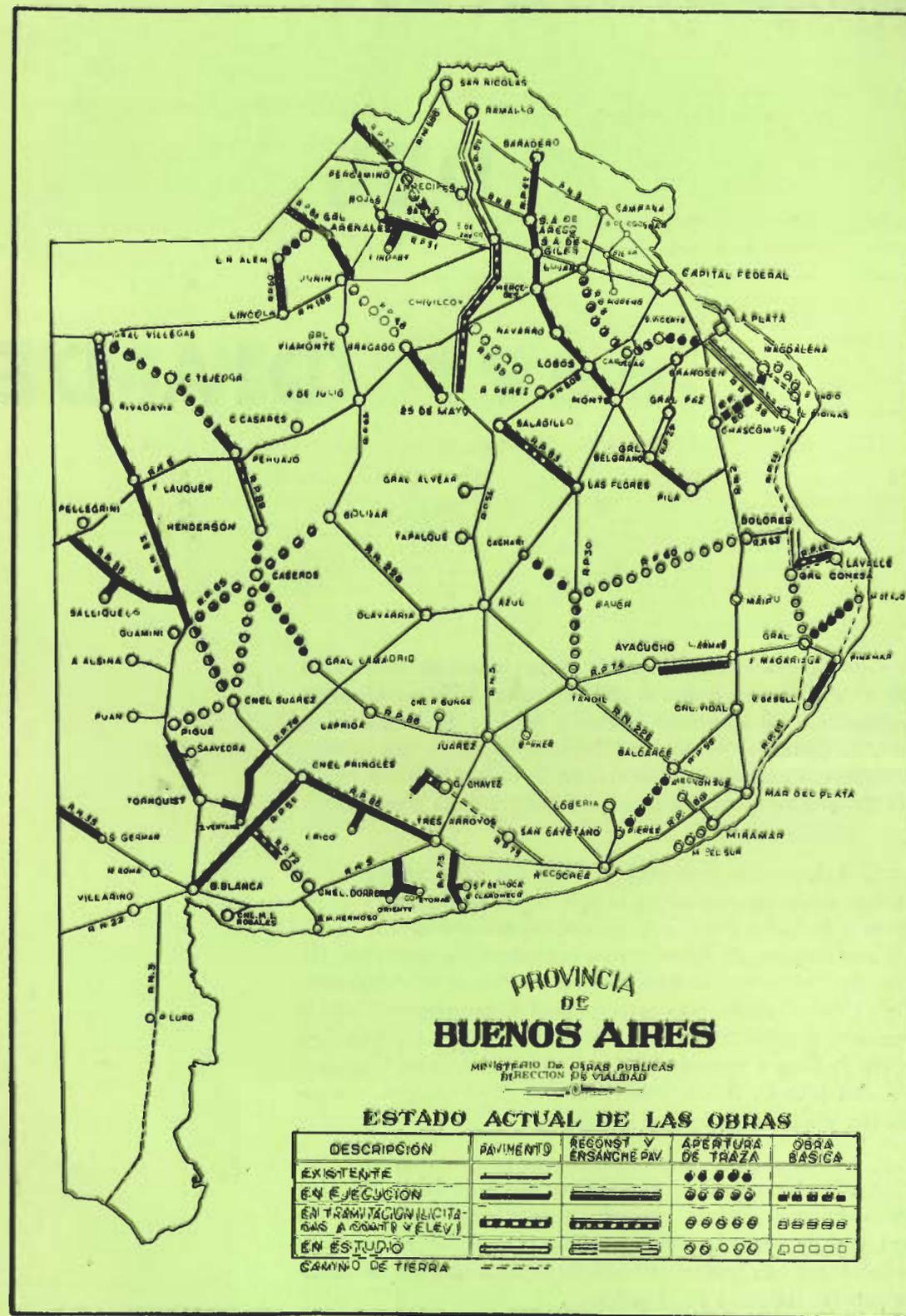


Diseño Néstor A. Gibert.

COMISION DE PUBLICACIONES

- Presidente Agrimensor Carlos A. Marotta
 Secretario Doctor Rolando R. Tucci
 Vocales Ingeniero Civil Julio C. Astuti
 Señor Carmelo T. Merlo
 Contador Vicente R. Arturi

5 de Octubre — DIA DEL CAMINO 1966



Obras camineras de la provincia, al Día del Camino.

CELEBRACION

DEL

DIA DEL CAMINO 1966

Como digna celebración de la fecha instaurada como **DIA DEL CAMINO** desde el año 1925, durante el Primer Congreso Panamericano de Carreteras celebrado en la ciudad de Buenos Aires, la Dirección de Vialidad bonaerense realizó este año su acostumbrado programa de festejos en la Casa Central y en las doce Zonas Camineras que abarcan el ámbito de la provincia.

El 4 de octubre tuvo lugar el homenaje a tan magna fecha, del cual fueron partícipes, en la sede de la Dirección, el Señor Ministro de Obras Públicas provincial, ingeniero Conrado Bauer, el doctor Edgardo E. Johaneton en representación del Señor Ministro de Gobierno, directores de reparticiones de la Administración pública, invitados especiales, señores Consejeros de Vialidad ingenieros Enrique Humet, a cargo de la Presidencia, ingeniero Adolfo P. Grisi e ingeniero Pedro G. Venturini, señor Ingeniero Jefe, don Julio C. Astuti, señores jefes de departamentos, divisiones, etc. y numerosos agentes y público.

En la oportunidad se puso de manifiesto la labor llevada a cabo durante el período transcurrido entre el 5 de octubre de 1965 y el de 1966, las tareas previstas para el futuro, así como los inconvenientes que no permitieron el desarrollo amplio deseable para las carreteras de la provincia.

1925 - 5 DE OCTUBRE - 1966

- ★ LAS OBRAS VIALES.
- ★ LOS ACTOS CONMEMORATIVOS.
- ★ MENSAJE DEL SEÑOR INTERVENTOR.
- ★ DISCURSO DEL SEÑOR INGENIERO JEFE.
- ★ OCTAVO CONCURSO DE TEMAS VIALES.
- ★ BODAS DE PLATA CON VIALIDAD.

El acto se inició con el Himno Nacional, haciendo uso de la palabra, con posterioridad, el señor Ingeniero Jefe, quien se refirió a las obras camineras, mostrando el panorama de la provincia en relación con la situación financiera de nuestra tarea específica, la necesidad de una adecuada legislación vial y el peligro del abandono de las buenas prácticas, ponderando la labor de equipo ejecutada por los técnicos y empleados de la Repartición.

Seguidamente se hizo entrega de los premios correspondientes al Octavo Concurso de Trabajos Viales y las medallas recordatorias a los numerosos agentes viales que cumplieron sus bodas de plata con la Dirección. En nombre de los primeros habló el ingeniero Carlos Francesio y en representación de los empleados que cumplieron veinticinco años de antigüedad pronunció palabras de agradecimiento el señor Rodolfo Sampietro.

Entre los distintos actos celebrados como adhesión al DIA DEL CAMINO 1966, aparte del comentado, citaremos el que tuvo lugar en el Rotary Club, con una disertación sobre el tema "La realidad caminera en el país y en la provincia"; la inauguración del camino Junín - Viamonte - Nueve de Julio, realizada en la localidad de Baigorrita con la presencia de los Consejeros Viales, jefes y autoridades; las emisiones radiales y actos en las Zonas Camineras; la Primera Exposición Vial del Sur que tuvo lugar en Bahía Blanca, etc., etc.

Mensaje del Interventor en Vialidad de la Provincia,
ingeniero Carlos E. Vitalini

La Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, al aprestarse a la celebración anual de su fecha tradicional, 5 de octubre, instaurada por el Congreso Panamericano de Carreteras, se siente obligada ante la opinión pública a hacer conocer su pensamiento y su verdadero sentir por intermedio de la autoridad que en suerte le toca dirigir su destino.

La actual situación financiera nos obliga, más bien dicho nos exige, a ser cautelosos en cuanto a expresiones de tipo informativo que no respondan a la estricta verdad en relación con las verdaderas posibilidades que existen para enfrentar la obra pública en su aspecto específico, por ello la Intervención quiere llegar a la opinión pública con su palabra sincera que responda a las verdaderas posibilidades en cuanto a su obra de futuro.

Nadie puede desconocer que la provincia de Buenos Aires, primera entre las hermanas argentinas, constituye, como reserva potencial para el país, la más importante fuente en cuanto a divisas, que hacen al desarrollo económico de la patria; si se tiene en cuenta tal aserto, no escapará al juicioso análisis de quienes están compenetrados con la obra pública que esta provincia se encuentra en verdadero déficit en cuanto a los caminos que integran su red, tan indispensable para transportar riquezas a través de su suelo. Circunstancias muy especiales, en una u otra oportunidad, han demorado o impedido la materialización de planes bien concebidos, por factores de orden económico que están determinados, sin lugar a dudas, por la falta de percepción de los fondos específicos de la obra vial.

La reflexión apuntada halla o más bien dicho, guarda íntima relación con la capacidad de absorción para materializar planes de caminos con que cuenta la Dirección de Vialidad, Institución que, por qué no decirlo, se halla capacitada orgánica y estructuralmente como las mejores del país para enfrentar la ejecución de planes de obras de verdadera relevancia; su integración en sus cuadros efectivos por profesionales idóneos, técnicos de primera categoría y demás personal auxiliar, permiten dejar afianzado el juicio que queda expresado.

A fin de poder materializar en el futuro el plan de obras que satisfaga por igual a la riqueza y economía de la provincia al servicio del país entero y al usuario en general, exigen del poder administrador el compromiso inexcusable de asignar fondos específicos para la obra vial, que de ningún modo pueden ser desvirtuados o destinados a otros fines que no fueran los referidos; por ello debe perfeccionarse la legislación vigente en la materia que imposibilite cualquier alteración en el aspecto que se reseña.

Una legislación atinada permitirá, sin lugar a dudas, que el costo de las obras sea la verdadera resultante de lo pactado, no distorsionándose durante el desarrollo de la misma o a posteriori por variaciones de costos provocados por actos de gobierno o por dificultades de orden financiero, que a la postre no hacen más que, no sólo perjudicar al Estado sino al usuario, vale decir al pueblo, que es quien paga la tasa, de la cual la obra es la resultante.

Debe insistirse, poniendo énfasis en la expresión, sobre la impostergable necesidad de contar con una legislación idónea en materia vial, no sólo en salvaguarda de los intereses del Estado, sino también en el de las empresas contratistas, las que alentadas por la posibilidad de afrontar bajo su responsabilidad contractual planes de realización cierta, sabrán de antemano que concurriendo a las licitaciones de obras viales no correrán el albur de verse envueltas en situaciones afligentes desde el momento de suscribir un contrato y durante su vigencia, derivadas de contingencias que de modo alguno puede hallar motivaciones en sus respectivas estructuras, vale decir que, ante la seguridad de contar con los fondos indispensables para el desarrollo armónico de un plan preestructurado, las empresas contratistas no sólo se sentirán obligadas moral o materialmente ante el país, sino que tal implicancia traerá como consecuencia una verdadera seriedad en su organización, en cuanto y en tanto a sus posibilidades, en el quehacer de la materia.

En estos arbitrios que quedan expresados, el Estado podrá exigir, por medio de la legislación adecuada, el registro de licitadores que no sólo clasifique a las empresas, sino que las califique determinando prioridades para ejecutar obras en cuanto a su capacidad de organización financiera y de equipo.

Para finalizar debe expresarse que la provincia de Buenos Aires tiene contraído un compromiso de honor con sus habitantes, cuyo cumplimiento exige la necesidad de la hora, ya que no puede pretenderse bajo ningún aspecto el desarrollo económico, el bienestar social y la proyección en futuro, cuando no se aportan los medios idóneos e indispensables para que ello ocurra; nos referimos concretamente a la necesidad de duplicar si es posible la red caminera con que cuenta la provincia; ello será posible de realizar a través de la materialización de etapas graduales que no se vean interrumpidas en su elaboración y ejecución; sin tales elementos nadie puede llamarse a engaño sobre la materia.

Palabras del señor Ingeniero Jefe, Ingeniero Julio
César Astuti

Entre las resoluciones del Primer Congreso Panamericano de Carreteras, reunido en Buenos Aires en el año 1925, se lee la siguiente:

1º -- Instituir el día 5 de octubre, fecha de inauguración de este Congreso, como día del Camino en todas las naciones de la Unión Panamericana.

2º -- Invitar a los países representados a realizar ese día actos públicos en las reparticiones administrativas, universidades, colegios y escuelas del Estado y particu-

lares, propiciar conferencias, publicaciones y congresos y toda manifestación que tienda a demostrar las ventajas de una buena red caminera.

Cumpliendo con aquella invitación nos hallamos aquí reunidos, para analizar las realizaciones logradas, recordar las alegrías y angustias que jalonan el camino recorrido y fijar propósitos futuros, que con metas bien definidas nos permitan continuar con renovados bríos la tarea en que estamos empeñados.

Dos períodos de ejecución se han destacado en nuestra provincia: uno, ya lejano hoy, que dejó como recuerdo 2.000 km de caminos pavimentados; y el otro, de reciente data, en el que la mayoría de los aquí presentes ha trabajado, que arroja como saldo en este día 2.000 km de pavimentos terminados y 1.700 km de rutas en ejecución.

Esta no es una obra casual, sino el resultado de dos momentos estelares de la Vialidad bonaerense, en el que se unieron dos factores fundamentales: la financiación adecuada y el gobierno autárquico del organismo.

Circunstancias acaecidas con posterioridad a la puesta en marcha del segundo período demuestran que cuando se ponen en práctica errados conceptos sobre financiación caminera, toda una obra que se inicia bajo auspicios promisorios corre el peligro de ser destruida y anulada.

Estos simples pensamientos nos llevan a demostrar la necesidad imperiosa de contar en poco tiempo con una legislación adecuada que permita demostrar a este organismo el impulso dinámico de que está dotado.

Las bases financieras para vialidad ya están ensayadas con éxito en todo el mundo y debemos convencernos hoy que es necesario retornar al fundamento de la primera Ley de Vialidad: Al camino deben volver todos los impuestos que gravan los combustibles que consumen los automotores que transitan por él.

Y cuando esto esté resuelto, esta Casa responderá adecuadamente, como en otras oportunidades lo ha hecho, para que cualquier plan se concrete. Somos nosotros quienes hemos asumido la responsabilidad de llevar a la Dirección al grado de calidad técnica y administrativa que hoy ostenta, para orgullo de los que nos precedieron en la labor y en este día nos encuentra firmes en nuestros propósitos de perfeccionar aun más la labor técnica y las estructuras de la Casa, para que el servicio vial alcance el grado de desarrollo que a la provincia corresponde.

Los encargados de la planificación señalarán el camino a seguir, pero ningún plan será perfecto si no crea las condiciones adecuadas para que los realizadores, aquí presentes, desplieguen sus tareas en un medio feliz, en el que todas las condiciones que hacen al trabajo sean valoradas en su justa medida.

La labor diaria, hacia un fin concreto, ha dotado a este equipo de mujeres y hombres de alma, que se refleja en el orgullo de haber logrado algo trascendente y en la voluntad de todos dirigida a cuidarla y perfeccionarla. Estamos en la hora de la esperanza y cuando todo esté resuelto se pondrá en movimiento la experiencia y la dedicación al trabajo, que son la garantía del completo éxito.



"... necesidad imperiosa de contar, en poco tiempo, con una legislación adecuada que permita demostrar a este organismo el impulso dinámico de que está dotado". Del discurso del Ingeniero Jefe, Julio C. Astuti.

No podríamos concluir este homenaje al camino, sin recordar que en este mes de octubre de 1966 se cumplen diez años desde que comenzó a funcionar el primer Directorio de Vialidad con la legislación hoy vigente. Cupo a la Provincia de Buenos Aires el honor de ser la primera que reimplantó la autarquía para Vialidad y su Decreto-ley 7823, de 1956, marcó rumbos en el país al indicar a las demás provincias, e incluso a la Nación, cuál era el grado de autarquía con que había de dotarse a los organismos viales para obtener verdaderos resultados positivos en el desenvolvimiento de su gestión.

Entramos ahora en dos gratos momentos de la celebración del día del camino: El otorgamiento de premios a los trabajos viales y la entrega de medallas recordatorias al personal que ha cumplido 25 años de trabajo en la casa.

Durante 8 años consecutivos se han llevado a cabo concursos de trabajos con la participación de todos los agentes de la repartición que desearan concurrir.

La medida adoptada en 1958, de realizar este tipo de concursos, ha sido realmente un acierto dado que los trabajos presentados reflejan el élima de inquietud por elevar el nivel de la labor vial y en el que los intervinientes, fuera de su diario quehacer, encuentran tiempo para crear en las numerosas y diversas ramas del campo caminero. A los participantes nuestro agradecimiento, a los premiados, nuestras felicitaciones.

Y llegamos al momento más feliz del día de hoy, cual es brindarnos el honor de cumplir con la grata tarea de entregar medallas recordatorias al personal que nos prestara su ininterrumpida y entusiasta colaboración durante 25 años de trabajo en esta casa.



El señor Ministro de Obras Públicas, ingeniero Conrado Bauer, entrega la medalla de las Bodas de Plata con la Repartición a la señora Ángela Pereyra.



El ingeniero Enrique Humet, Consejero Asesor de la Dirección de Vialidad, hace entrega de uno de los premios.



Hace uso de la palabra el ingeniero Carlos Francesio en representación de los participantes en el VIII Concurso de Temas Viales.



"... muchos de los que, como yo, reciben hoy esta medalla recordatoria, sentirán aflorar a sus mentes infinidad de recuerdos...", dijo el señor Rodolfo Sampietro en representación de quienes cumplieron sus Bodas de Plata con Vialidad.

El áureo reflejo de esta medalla es el premio a que se hace merecedor quien durante un cuarto de siglo, día tras día, ha contribuido al desarrollo de una obra común. Esta es la historia humana de los últimos 25 años de la vialidad argentina, con sus alegrías y sus inquietudes; ésta es la vivencia de una tarea anónima y abnegada.

Palabras del ingeniero Carlos Francesio en representación de los participantes al VIII Concurso de Trabajos Viales.

Mis primeras palabras sean para agradecer en representación de los participantes en el Octavo Concurso de Trabajos Viales, las distinciones que nos han sido conferidas y, por encima de ello, la oportunidad que nos permite materializar algunas de nuestras inquietudes sobre distintos aspectos del quehacer vial.

La constante evolución de la tecnología, agigantada en los últimos 20 años de postguerra, exige del profesional y del técnico una vinculación permanente y contemporánea con los conceptos y métodos que se van incorporando, de los que no podemos permanecer indiferentes desatendiendo los beneficios de todo orden que brotan de ese progreso.

La técnica vial no ha sido ajena a este proceso y cabe reconocer que la Repartición, a través de becas en los países de avanzada en materia caminera, visitas de ingenieros de prestigio mundial, concurrencia a congresos nacionales e internacionales, simposios, reuniones científicas, publicaciones, traducciones, etc., se mantuvo permanentemente al día con ese adelanto; mérito grande para quienes lo permitieron y para quienes fueron partícipes, en especial para el Asesor Técnico de la Repartición, el Dr. Celestino Ruiz.

Para un momento de notable expansión vial como el que ha vivido la Provincia en los últimos 10 años, con las fluctuaciones propias de la situación financiera, la diversidad de problemas que se han ido presentando en las diferentes obras, muchos de ellos impuestos por las condiciones locales, han obligado en muchos casos a la búsqueda de la solución no prevista, del concepto nuevo, a los que llega el ingeniero por medio de aquello que resume conocimientos, experiencia, talento: su propio criterio.

Dentro de ese panorama, a los que hemos cumplido los primeros años dentro de la Repartición como Inspectores de Obra, se nos brindó la interesante alternativa de confrontar los elementos teóricos con las imponderables experiencias que trae apareado el continuo contacto con las sucesivas etapas que abarca la construcción de una ruta, donde se entremezclan los problemas de orden técnico, los económicos, los legales y por supuesto, los humanos. En ese devenir diario e incesante, agotadas muchas veces las dificultades del momento, la constante reiteración de muchos procesos constructivos conduce a una única encrucijada: la rutina; la rutina que insensibiliza, apaga, anula...

En esas circunstancias es cuando la voluntad se pone a prueba y para liberarse el ingeniero buscará orientar su inquietud, su imaginación, sus ideas, hacia la sa-



Parte del público asistente al acto llevado a cabo en la sede central de Vialidad, en La Plata.

tisfacción que da la deducción propia, la creación intuitiva, con la seguridad que otorga una mente agilizada en el estudio y la observación.

El valioso estímulo que para todo ello significan Concursos como el presente, se irá traduciendo en sugerencias y aportes que, en mayor o menor medida, irán enriqueciendo nuestra técnica vial, permitiendo que la provincia posea cada vez una red de mejores y más económicos, más durables y más seguros caminos.

Para terminar y ante el grato acontecimiento que celebramos mañana, como integrante de la nueva generación de profesionales que nos incorporamos a esta Casa a través de la Escuela de Ingeniería de Caminos, quisiera tener unas palabras de reconocimiento y gratitud para el que fue su inspirador, fundador y director, y al que tanto le debe la Vialidad Argentina. Los que en esas circunstancias conocimos al Ingeniero Humet no podemos olvidar la deferencia y corrección con que siempre nos distinguió, tal vez porque su visión de pionero y vocación de maestro le permitieron comprender, a diferencia de aquellas mentalidades enquistadas en una mezquina concepción burocrática, que a la juventud se la alienta, se la capacita, se la guía; y que como hoy somos los que avanzamos, mañana a su vez sabremos dejar paso a nuestros hijos atendiendo a la inexorable ley natural que nos enseña que la inercia es atraso, involución, miseria; mientras que renovarse es progreso, desarrollo, es vida.

Palabras del señor Rodolfo Sampietro en representación de los agentes que cumplieron las Bodas de Plata Viales

Señor Ministro, Señores Funcionarios, Señoras, Señores, compañeros de tareas:

Es para mí, personalmente, una gran distinción, que lógicamente me llena de satisfacción, ésta, la de hacer uso de la palabra en este acto donde se nos distingue a los que cumplimos los 25 años de vida dentro de esta querida Vialidad.

Los que hemos tenido la suerte de vivir tan intensamente estos tantos años de labor conjunta, los que hemos abrazado con tanto amor y dedicación nuestra tarea dentro de este inmenso engranaje vial, consideramos ya a esta Casa como nuestro segundo hogar, y a los que en ella habitan diariamente, las horas de trabajo, los consideramos como nuestra otra familia, la familia grande, inmensa.

En lo que a mí respecta, he pasado en ella momentos, horas y días maravillosos, tan lindos que muchas veces me apresuraba a llegar a ésta, mi segunda casa, y al cruzar sus umbrales, luego de ascender esos peldaños de mármol muchas veces reparados, me detenía a mirar al operario que, de tramo en tramo, aquí y allá, cambiaba el viejo mármol deteriorado por un tramo nuevo, que a pesar de su justeza y similitud de color, brillaba un poco más.

Y así penetraba en esta vieja casa, ahora remozada, para dirigirme a esa querida e inolvidable División Personal, donde entregué mis esfuerzos más sinceros y honrados de más de 20 años ininterrumpidos, Oficina que hoy no puedo olvidar, pues se ha hecho carne de mi carne, y la evoco siempre con lágrimas en los ojos. Así es esta querida Dirección de Vialidad, tan querida y respetada que muchas veces casi nos peleamos cuando los de otra Repartición no quieren reconocer lo mucho que ella vale y significa para nosotros.

Queridos amigos, yo agradezco profundamente a mi Dios, porque me ha conservado en salud y vida hasta este maravilloso momento donde puedo hablar a ustedes, decir a ustedes, que quiero a Vialidad tanto como a mi casa y tanto como a mí mismo, porque me considero parte de ella e hijo de ella.

Estos muros vetustos por fuera, pero ahora remozados y hermosos por dentro, guardan miles de recuerdos y de anécdotas y también el sudor de sus paredes es parte de nuestro aliento y, porqué no decirlo, también parte de nuestro llanto, ora de alegría, ora de amargura.

Muchos de los que como yo reciben hoy esta hermosa medalla recordatoria, también como yo sentirán aflorar a sus mentes infinidad de recuerdos: Cuando éramos jornalizados y se nos pagaba en vales que a veces pasaban cinco o seis meses para poderlos cobrar; luego el fabuloso descuento del medio sueldo cuando ingresamos al presupuesto, que a la llegada a nuestro hogar con el otro medio sueldo hizo exclamar a nuestras esposas: ¿" Y qué hago con esto? ... ¡Era tan poco!

Cuántas cosas más podríamos decir y que hacen nuestra historia, pero confieso muy sinceramente, la emoción que me embarga me impide hilvanar más recuerdos y seguir con las anécdotas.

Queridos amigos, viejos compañeros de esta gran Vialidad, sean estas palabras un sincero homenaje a tantos compañeros de lucha caídos en el camino, Farías,

Mikelsen Loth, Cogo, Silva, Aveleyra, Zavala, Palacios, Caminos y muchos más que escapan ahora al reencuentro memorial. Y también un agradecimiento a todos los viejos y nuevos compañeros y en especial a las autoridades superiores y jefes inmediatos que han sabido comprendernos y perdonarnos faltas o pequeñas escapadas, porque sin esa, su valiosa ayuda, no hubiéramos podido llegar hasta aquí, hasta ahora, hasta este lindo momento.

Y por último, sólo pido a Dios que nos siga iluminando para continuar la lucha juntos, mancomunados en esta guerra al tiempo y a los problemas, para seguir elevando, allá en lo alto del mástil más alto y más grande, los colores amarillo y negro de la bandera de la Dirección de Vialidad, símbolo de trabajo y de amor.

MUCHAS GRACIAS

BODAS DE PLATA

Nómina del personal de la Dirección que cumplió 25 años de antigüedad, haciéndose acreedor al reconocimiento vial recibiendo una medalla recordatoria del feliz acontecimiento.

Apellido y nombre	Dependencia	Fecha de ingreso
1 - AISPURU Alfredo	Departamento Talleres	10/VIII/32
2 - ALTUBE Manuel	Zona X	12/IX/40
3 - ALZUGARAY Pedro	Zona XII	26/VIII/41
4 - BALINO Clementino A.	Zona III	1/II/41
5 - BENITEZ Miguel A.	Zona I	1/IV/41
6 - BRAVO Alfredo G.	Zona V	1/III/40
7 - CACCIAVILLANO Angel J.	Zona XII	1/XII/36
8 - CARRIZO Cleto M.	Zona XII	13/XI/40
9 - CASTRO Eduardo P.	Departamento Estudios y Proyectos	7/V/41
10 - CAVALLIERI Juan	Zona V	1/IV/41
11 - CEBALLOS Ramón F.	Zona VI	1/VII/41
12 - DELFINO Luis A.	Departamento Contable	27/X/39
13 - DE ROSSI Marcelo L.	Zona II	1/II/41
14 - DE SANZO Inocencio	Departamento Construcciones	23/VII/41
15 - DONATTI Isaac	Zona VIII	13/XI/40
16 - FACEN Juan S.	Zona III	12/II/26
17 - FLORO Aurelio	Zona IX	17/X/40
18 - FRANCO Ponciano E.	Zona I	1/III/39
19 - HAUW Héctor	Zona IV	2/V/41
20 - HOLLMANN Timoteo	Zona XI	1/VI/40
21 - GARDERES Andrés	Zona IX	8/VIII/41
22 - GONZALEZ Rafael	Zona VII	11/XI/40
23 - GUILLERMO Pedro M.	Departamento Conservación	11/I/41
24 - GUTIÉRREZ Juan A.	Dpto. Estudios Técnicos y Económicos	2/I/40
25 - GUTIÉRREZ Pedro P.	Departamento Administrativo	3/III/41
26 - LEAL Ramón	Zona VI	6/I/41

27 - MANSI Nicolás	Zona IV	1/XII/40
28 - MONTES DE OCA Ceferino E.	Zona III	10/II/41
29 - MORENA Juan J.	Zona VI	17/III/41
30 - NAÓN Jorge M.	Departamento Estudios y Proyectos	1/V/41
31 - NAVATA Juan	Zona VI	2/VII/41
32 - OLGUÍN Rafael G.	Zona II	18/VI/40
33 - PAGELA Alejandro	Zona IX	7/XI/40
34 - PALACIOS Ignacio	Departamento Talleres	29/X/40
35 - PEREYRA Ángela	Departamento Estudios y Proyectos	3/IX/41
36 - PÉREZ Marcos	Zona V	10/I/41
37 - POLINO Juan C.	Zona III	2/II/41
38 - REYES Raúl P.	Departamento Conservación	15/X/40
39 - RODRÍGUEZ Roberto	Departamento Estudios y Proyectos	1/X/40
40 - ROMERO Braulio	Zona X	26/VI/39
41 - SAMPALLO Vicente L.	Zona III	1/VII/41
42 - SAMPIETRO Rodolfo	Departamento Administrativo	19/IX/34
43 - SANTILLÁN Antenor O.	Departamento Talleres	24/X/40
44 - STRINGA Santiago	Zona XII	11/IX/41
45 - TENCA Italo F.	Zona VI	1/IX/41
46 - TONELLI Emilio	Zona II	21/X/39
47 - VALVERDE Ricardo	Departamento Talleres	15/XI/39
48 - VEGA Juan C.	Zona III	1/IV/41
49 - VILLANUEVA Víctor	Departamento Contable	11/I/31

OCTAVO CONCURSO DE TEMAS VIALES

Durante el año 1966 también se llevó a cabo la ya vieja y acertada práctica implantada en el año 1959, llamándose a concurso de trabajos de variado tipo dentro de la Repartición, con posibilidad para todos sus agentes, con el fin de propender a la trascendental tarea que la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires realiza en todos los ámbitos de su desenvolvimiento.

La obra y la administración vial son los motivos de los temas tratados por los participantes, de cuyo éxito habla a las claras la presentación de los trabajos en cada uno de los ocho años de feliz desarrollo de estos certámenes.

La elevada jerarquía de los artículos, cuya publicación se efectúa subsiguientemente, ha prestigiado a sus autores y a la Repartición, difundiéndose como eficaz contribución a la obra caminera de todo el país y trascendiendo las fronteras patrias para alcanzar a muchas naciones en el intercambio provechoso y actualizador.

APROBACIÓN DEL VIII CONCURSO

ADJUDICACIÓN DE PREMIOS

RESOLUCIÓN Nº 445/966

Corresponde al Expte.: 2410-1441/66

La Plata, setiembre 23 de 1966

Visto que por estas actuaciones se expide el Jurado que fuera designado para discernir los premios del VIII CONCURSO DE TRABAJOS VIALES, realizado en la Repartición de conformidad con lo dispuesto por Resolución Nº 316 de fecha 14 de marzo del corriente año; y

CONSIDERANDO:

Que al cierre de dicho concurso y tal como consta en el acta de fs. 6, se registró la presentación de nueve trabajos, en su mayoría de carácter técnico;

Que el Jurado actuante ha hecho valoración de los temas presentados, con absoluta ecuanimidad, proponiendo se otorgue el primer premio al trabajo del que es autor el ingeniero CARLOS FRANCESIO; refundir el segundo y tercer premio, por partes iguales, al señor ROBERTO T. SANTÁNGELO e ingeniero HORACIO CLAUDIO; y acordar tres premios estímulos, correspondientes a los trabajos del doctor ISAAC GLIZER; agrimensor JAIME YAÑEZ e ingeniero PEDRO GARCÍA GAUSI;

Por todo ello, el INTERVENTOR EN LA DIRECCIÓN DE VIALIDAD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, en ejercicio de las atribuciones conferidas por Decreto Nº 748/66,

R E S U E L V E :

1º - Aprobar el VIII CONCURSO DE TRABAJOS SOBRE TEMAS VIALES realizado entre el personal de la Repartición, así como también el dictamen del Jurado actuante a fs. 7.

2º - Consecuente con lo dispuesto en el artículo anterior y con lo propuesto por el Jurado, adjudicar el primer premio, consistente en la suma de m\$ 80.000, al trabajo titulado: "Hacia una posible incorporación de ensayos y métodos modernos de diseño a los Laboratorios de Obra", del que es autor el ING. CARLOS FRANCESIO; y 2do. y 3er. premio (Compartidos), \$ 40.000 m/n a cada uno, a los siguientes trabajos: "Algunas soluciones a los problemas que plantea la determinación de la densidad de equilibrio en base al método de la razón de compactación", del que es autor el SEÑOR ROBERTO T. SANTÁNGELO; e "Iluminación en Intersecciones", del ING. HORACIO CLAUDIO.

3º - Crear los siguientes premios estímulos: \$ 30.000 m/n al DR. ISAAC GLIZER por su trabajo titulado: "Los fenómenos hipnóticos como causa de accidentes de tránsito"; \$ 10.000 m/n al AGRIM. JAIME YAÑEZ por su trabajo titulado: "Determinación de la resistencia al deslizamiento de los caminos pavimentados de la Red Provincial"; y pesos 10.000 m/n al ING. PEDRO GARCÍA GAUSI, por su trabajo titulado: "Hermigón Pretensado, deformaciones e interpretaciones".

4º - El importe total de \$ 210.000 m/n determinado por los premios adjudicados en los precedentes artículos, se atenderá con la siguiente imputación: Presupuesto de Funcionamiento, -Ejercicio 1966- Finalidad 5 - Función 07 - Anexo V - Inciso 2º - Ítem 1 - Objeto Genérico 1 - Partida Principal 2 - Parcial 2.

5º - Dejar establecido que oportunamente se procederá, por intermedio de la División Biblioteca y Publicaciones de la Repartición, a la edición de todos los trabajos premiados.

6º - Disponer que la entrega de estos premios se efectúe el día 4 del corriente mes, en que se llevarán a cabo los actos celebratorios del "DÍA DEL CAMINO".

7º - Regístrese; comuníquese a quienes corresponda; hágase saber a todas las dependencias de esta Repartición; fecho, pase al Departamento Contable para su conocimiento y dé intervención a Tesorería, formando antecedentes por separado, a fin de que se hagan efectivo los premios acordados por la presente; cumplido que sea, gírese a la División Personal a sus efectos.

Noveno Aniversario

1957 - 1966

Con el presente ejemplar de la Revista VIALIDAD, órgano oficial de nuestra Dirección, que aparece con el número 37, marcando otros tantos trimestres de regular aparición, se cumplen nueve años desde el lejano impulso de su nacimiento en el año 1957

La prosecución de la obra durante tan extenso lapso ha permitido la confirmación de los importantes fines propuestos en sus comienzos, al dar a conocer con amplia difusión una enorme cantidad de investigaciones, ensayos, experiencias, trabajos, etc., que llegaron a manos de profesionales y técnicos del país y del extranjero en ponderable esfuerzo que ha sido valorado satisfactoriamente por sus beneficiarios.

Las voces de apoyo a la obra emprendida estimula la labor de quienes están en la ejecución práctica de la revista, a la par que de la serie técnica de Publicaciones, alentando con eficacia a quienes anónimamente plasman en sus páginas los conocimientos que nutren la vialidad argentina.

El prestigio adquirido por nuestra revista, como por los profesionales que han colaborado en su publicación, ha crecido con el transcurso de estos nueve años y no son pocos los perfiles humanos de especialistas viales de la Casa que han trascendido por sus valiosos trabajos específicos.

El momento es propicio para hacer llegar a los lectores el saludo de las autoridades de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires y a los colaboradores el profundo agradecimiento y la solicitud de constancia en sus trabajos, reiterando a todos los técnicos del país y del exterior, que las páginas a editar están a su disposición.

Desarrollo

de un

Método

Por el Doctor G. M. DORMON (*)

Racional

SUMARIO

Los métodos empíricos existentes para el diseño de los pavimentos flexibles no toman en consideración las propiedades de los diferentes materiales constructivos. La teoría de la elasticidad ha sido empleada para elaborar un método racional basado sobre principios fundamentales.

Se bosquejan los principios del método y se sintetiza la evaluación de las características propias de los materiales constructivos conocidos obtenida por métodos de ensayo no destructivos.

Han sido desarrolladas curvas de diseño sobre estas bases y consideradas en relación con determinaciones en el campo y experiencia verificada en la práctica.

(*) Trabajo presentado a la XIV Reunión Anual del Asfalto, 1966.

de

Diseño

Pavimentos Flexibles

I - INTRODUCCIÓN

En los años recientes ha habido una gran expansión de la construcción de carreteras en todo el mundo, debida a la comprobación de que en la mayoría de los países existe una interdependencia entre su desarrollo económico y la calidad de su sistema vial. Esta expansión requiere considerables inversiones de capital y por economía es esencial que los métodos de diseño que se utilicen posibiliten diseñar y construir los pavimentos flexibles con la mayor exactitud posible. En general las estructuras de ingeniería civil son diseñadas basándose en las propiedades mecánicas de los materiales utilizados. Se tropieza, sin embargo, con muchas dificultades para aplicar un concepto racional en el problema del diseño de caminos. Las principales dificultades son:

a) Análisis de los esfuerzos dinámicos resultantes de las cargas móviles de variada magnitud y velocidad.

b) Determinación de las propiedades en las condiciones críticas de servicio de los materiales de construcción normalmente empleados. Las propiedades de las capas de agregados, tales como piedra partida, gravas y arenas, cascotes de ladrillo duro, etc., son fuertemente influenciadas por el grado de compactación. Este varía en la práctica y es difícil reproducirlo en el laboratorio. Las propiedades de los materiales bituminosos varían con la temperatura y con el tiempo de aplicación de la carga.

c) La determinación de los esfuerzos admisibles para un subsuelo dado, el cual puede ser arcilla, turba, arena o limo o combinaciones de ellos. Las propiedades de algunos suelos son muy marcadamente influenciadas por su contenido de agua.

d) La evaluación de la influencia de las condiciones ambientales, tales como altura de la napa de agua y clima.

e) Predicción de la vida o del ritmo de deterioro de la estructura.

En el pasado, en consecuencia, el ingeniero no tenía otra alternativa que basarse en la experiencia para orientarse en el diseño. Esta experiencia ha sido recogida en un número de procedimientos de diseño casi todos totalmente empíricos. Estos métodos, si bien son razonablemente satisfactorios en la práctica, sufren de las limitaciones inherentes al hecho de que solamen-

te son aplicables dentro de las condiciones de la experiencia original.

Probablemente el método de ensayo más ampliamente aceptado es aquél basado en el valor soporte California ("C.B.R.") del suelo. Una explicación del posible significado teórico de este enfoque fue ofrecida varios años atrás por Kerkhoven y Dormon (1). Se basaba en el hecho de que, si los valores C.B.R. eran considerados como determinaciones del módulo elástico del suelo y materiales granulares, las curvas de diseño C.B.R. tenían la misma forma general que las curvas de distribución de esfuerzos dadas por Frölich (2) para un medio elástico en el cual el módulo decrece con la profundidad bajo la superficie. Esta es la situación en un pavimento flexible, donde las capas granulares sin ligante han sido estrictamente construidas de acuerdo con las curvas de diseño C.B.R.

Esta conclusión implica que si módulo y esfuerzo, para una carga determinada, varían en la misma forma con la profundidad, la tensión de compresión vertical a cualquier profundidad en las capas granulares sin ligante es constante. Se deduce que, si se construye un pavimento de acuerdo con las curvas C.B.R., se está estableciendo indirectamente que la tensión de compresión vertical en cualquier punto no superará un cierto valor prefijado. Esta tensión era más grande para las curvas usadas para aeropuertos que aquéllas empleadas para caminos, donde hay más tránsito. Más adelante se estudian los análisis teóricos y posteriores investigaciones que han suministrado apoyo adicional para estas conclusiones y, en consecuencia, para la validez teórica del método C.B.R.

Este método, sin embargo, puede ser solamente utilizado para un tipo constructivo convencional que tiene una capa comparativamente delgada de asfalto: no es aplicable para el diseño de pavimentos con empleo de otros materiales constructivos que no sean agregados granulares sin ligante, tales como las mezclas ligadas con betún en las capas de base.

Para pavimentos de este tipo es necesario emplear un método más fundamentado, en el cual la estructura del camino se considere como un sistema de un número separado de capas, cada una de las cuales tiene diferentes propiedades mecánicas. Haciendo esto, se pueden tomar totalmente en cuenta la contribución a la estructura hecha por la capa ligada con betún, convencionalmente usada solamente como una capa de

rodamiento. Idealmente, se requiere una teoría para solucionar el problema de un considerable número de diferentes capas de materiales que no son enteramente elásticos. Tal teoría no existe, pero las ecuaciones que determinan la distribución de esfuerzos en un sistema de tres capas elásticas, desarrollada por Burminster (3), (para fricción total entre capas) son aplicables y esto fue considerado como el mejor punto de partida.

La hipótesis de que la estructura consiste en tres capas de materiales elásticos podría considerarse como limitativa de la utilidad de la teoría pero, como demostraremos posteriormente, una estructura bien diseñada se comporta elásticamente para todos los propósitos prácticos y varias capas de estos materiales pueden ser consideradas como una sola capa de la estructura.

Este trabajo resume el desarrollo de un método de diseño basado en la teoría de la elasticidad de las tres capas para el diseño de estructuras de caminos y estudia los resultados en relación con determinaciones de campaña y la experiencia práctica.

II - PRINCIPIOS DE DISEÑO

El punto de partida es el análisis de los esfuerzos y tensiones que se producen en la estructura cuando una carga es aplicada sobre la superficie. La Figura 1 representa la estructura considerada y allí se indican las propiedades y magnitudes que deben ser conocidas. La capa superior representa todas las capas con ligante asfáltico; la capa media, las capas granulares sin

ligante; y la subrasante está representada por la capa inferior que se extiende infinitamente hacia abajo. Se admite que la carga es aplicada uniformemente sobre un área circular. El análisis utilizando la teoría de la elasticidad permite identificar los puntos donde los esfuerzos y tensiones son mayores. Se deduce que las condiciones críticas, tal como se indica en la Figura 1, están sobre el eje de simetría del sistema y son:

a) Tensión de tracción horizontal en la cara inferior de la capa ligada con asfalto; si ésta es excesiva puede producirse el fisuramiento de la capa.

b) La tensión de compresión vertical en la superficie de la subrasante; si es excesiva, se producirán deformaciones permanentes en la parte superior de la subrasante y esto ocasionará deformaciones permanentes excesivas en la superficie y la pérdida de las características de buena transitabilidad.

Las tensiones críticas pueden ser determinadas para cualquier estructura en particular, por la interpolación entre los factores de esfuerzos para el sistema de tres capas elásticas computados por A. Jones (4); estas tablas contienen las soluciones a las ecuaciones de Burminster para un amplio rango de condiciones.

El diseño de una estructura se efectúa, para cualquier requerimiento de carga, seleccionando los espesores de capas asfálticas y granulares sin ligante convenientes para que las tensiones críticas no excedan los valores admisibles de los diferentes materiales.

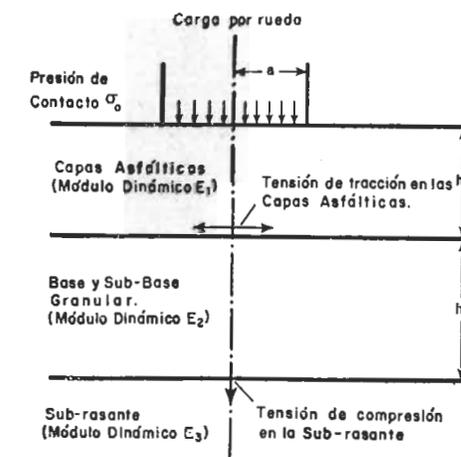


Figura 1 - Diagrama de la estructura de tres capas

Esto es, entonces, el armazón usado para el diseño. Las mayores dificultades son definir el módulo apropiado y las tensiones admisibles en las 3 capas principales. Estas dificultades han sido superadas utilizando técnicas de ensayo dinámico en campaña y en laboratorio y analizando con el empleo de la teoría elástica de las 3 capas, el comportamiento de estructuras de caminos conocidos.

En la práctica, los efectos debidos a las variaciones en la duración de carga son mucho menores que aquéllos ocasionados por variaciones de temperatura; un tiempo de contacto de alrededor de 2×10^{-2} segundos, que representa aproximadamente vehículos transitando a 50 km por hora, ha sido tomado, en consecuencia, como representativo.

Dado que es posible, aunque poco común en realidad, que la subrasante pueda estar en su condición más débil cuando el asfalto también esté más débil, se ha considerado que el diseño debe limitar las tensiones en la subrasante previendo tales condiciones críticas. Como discutiremos posteriormente, un módulo asfáltico elevado es apropiado para cálculos referidos a fi-

suramiento de capas asfálticas. Los criterios de diseño serán considerados, por lo tanto, separadamente.

III - PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

a) MÓDULO DINÁMICO

1) Suelos y materiales granulares sin ligante

Las determinaciones de rutina de los módulos dinámicos de suelos y materiales de base granulares sin ligante en el laboratorio no son todavía posibles y la mayor fuente de información han sido los ensayos por vibración "in situ". Una "Road Vibration Machine" (5, 6, 7, 8) (Figura 2) que genera sobre un plato circular fuerzas que varían sinusoidalmente con el tiempo, ha sido empleada para este propósito. Es en realidad un ensayo de valor soporte dinámico de plato con carga variable. El diámetro del plato es 30 cm y la magnitud de la fuerza aplicada puede variar entre 0 y 4 toneladas, mientras que el rango de la frecuencia puede oscilar entre 6 y 50 c/s, que corresponden al rango de cargas y frecuencias aplicadas por ruedas pesadas.

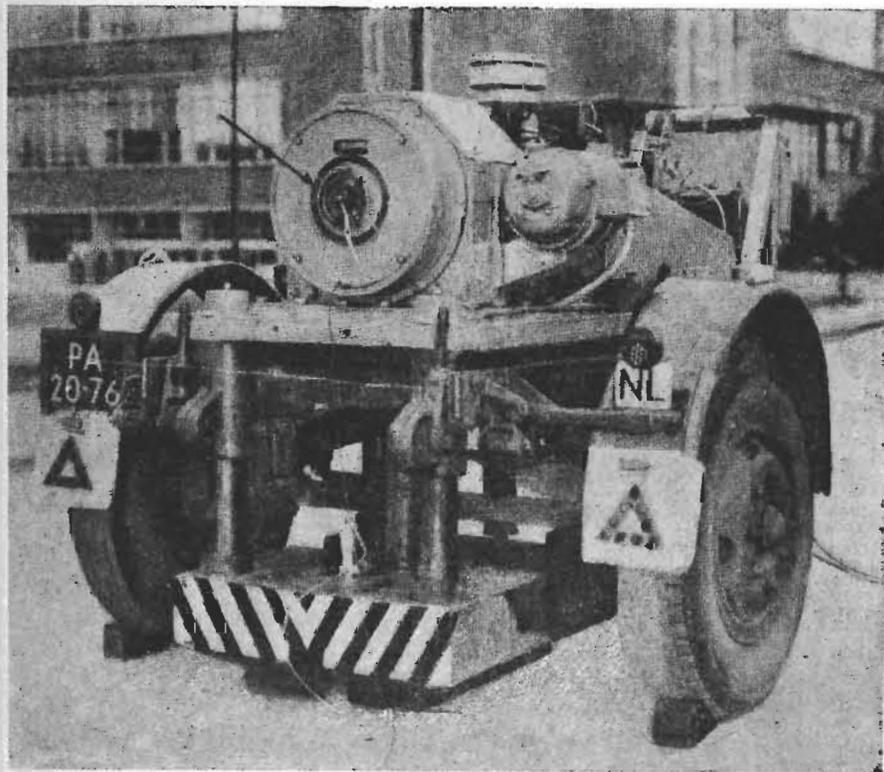


Figura 2 - Road Vibration Machine; para medir deflecciones y velocidades de onda con fuerzas de hasta 4 toneladas y frecuencias de 5 a 60 c/s

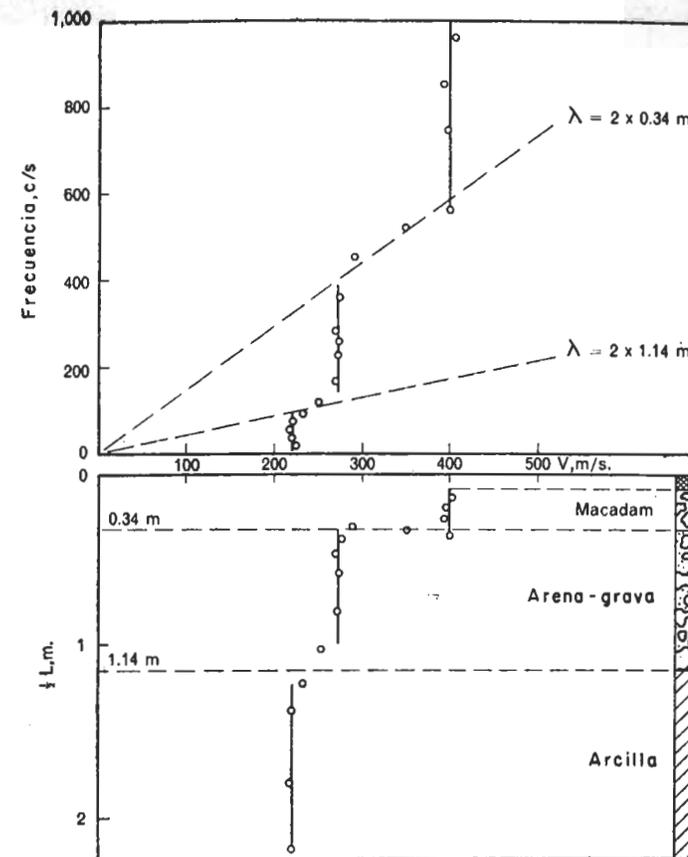


Figura 3 - Velocidades de onda observadas en suelos estratificados, como una función de la frecuencia (Parte superior) y profundidad (Parte inferior)

La máquina puede ser usada para determinar el módulo de elasticidad dinámico de los materiales mediante la velocidad de las ondas transversales que son irradiadas del área de carga sobre la estructura del camino. Esto se efectúa colocando un "pick-up" (receptor) sobre la superficie a diferentes distancias del vibrador y determinando la longitud de onda (λ). La velocidad de onda (V) se calcula con la ecuación $V = f \lambda$. Estas mediciones pueden ser efectuadas con vibraciones de diferente frecuencia y pueden ser extendidas a rangos de frecuencia más elevados utilizando un vibrador electrodinámico liviano.

El módulo E del material a través del cual han pasado las ondas puede ser calculado con la relación $E = q \cdot d \cdot V^2$, donde d es la densidad del suelo y q es un factor dependiente de la relación de Poisson del suelo. Dado que el poder de penetración de las ondas decrece con el au-

mento de la frecuencia, las mediciones sobre un amplio rango de frecuencia permiten obtener valores de V y en consecuencia los valores del módulo dinámico E que se obtienen son representativos de las capas a diferentes profundidades. (Figura 3).

Uno de los resultados más interesantes y significativos de las medidas por vibración sobre carreteras es que ha sido encontrado que el módulo E de los materiales granulares depende de los módulos de las capas de suelo o granulares sin ligante que las soportan. La Figura 4 da un número de resultados en los cuales el módulo de elasticidad E de los materiales granulares sin ligante (E_2) es representado como una función del módulo de las capas de suelos granulares sin ligante inferiores (E_1) y muestra que la relación modular E_2/E_1 es groseramente igual a 2. Solamente en aquellos casos donde el módulo E del suelo era muy bajo, la relación tendió a ser

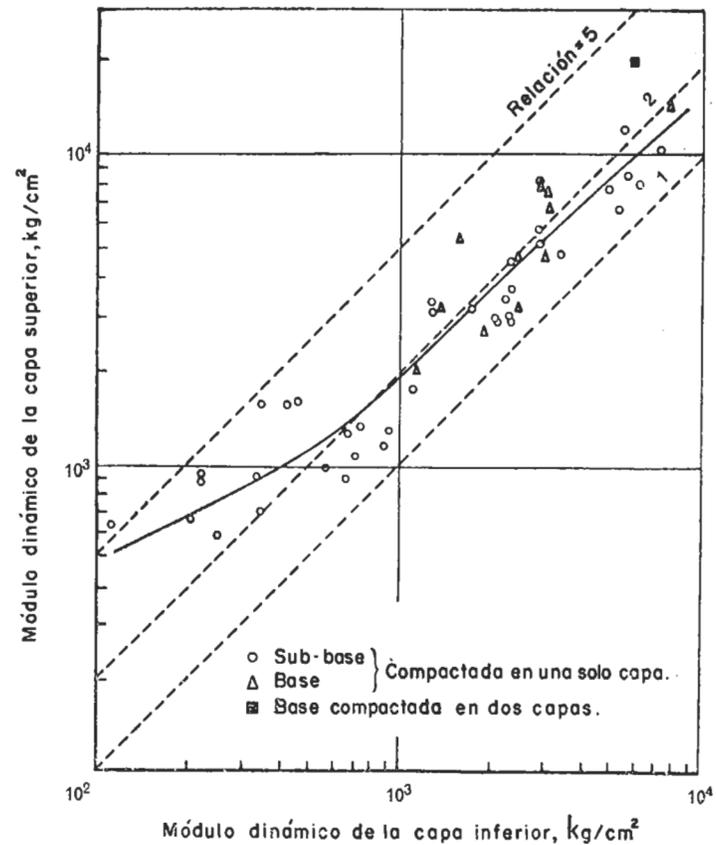


Figura 4 - Módulo dinámico de las capas granulares sin ligante

más elevada y alcanzó valores hasta 5, pero en aquellos casos las capas granulares sin ligante o de relleno de arenas fueron usualmente muy gruesas.

Esta determinación no es sorprendente dado que el módulo depende del grado de compactación alcanzado y es conocido que cuando un material granular sin ligante se compacta sobre un suelo más débil, no puede alcanzarse la densidad máxima de la cual es capaz.

Porqué esto es así, puede explicarse con un argumento que utiliza la información obtenida de las soluciones de las ecuaciones elásticas para el sistema de 3 capas (4). Estas muestran que cuando se carga un sistema típico de 3 capas, depende de la relación E_2/E_3 que el esfuerzo radial en la cara inferior de la segunda capa resulte de compresión o de tracción. El esfuerzo es cero cuando esta relación es un poco mayor que uno, es de compresión cuando la relación es menor y tracción cuando es mayor, como muestra el ejemplo de la Figura 5. Como la compresión tiende a producir compactación y como la tracción tiende a descompactar, si no hubiera

fricción entre los gránulos de la segunda capa E_2 tendería a estabilizarse en la condición donde el esfuerzo radial fuera cero, vale decir, con la relación E_2/E_3 cercana a uno.

Como hay en realidad fricción entre los gránulos, la componente de compresión vertical de la tensión (σ_v) permite a la segunda capa soportar una cierta tensión radial de tracción sin que se produzca descompactación. Para tener en cuenta este efecto, el esfuerzo de fricción que resiste el desplazamiento radial puede ser dado por $\sigma_r = g\sigma_v$, donde g es un factor friccional del agregado, análogo al coeficiente de fricción estático ($0 < g < 1$) Figura 6. La Figura 6 muestra que para valores razonables de g , ($1/2$ a 1) la relación E_2/E_3 es alrededor de 2, lo cual concuerda con los valores de la relación modular medida. Si en una construcción de espesor considerable el peso de las capas superiores es también tomado en consideración en adición a los esfuerzos verticales causados por las cargas del tránsito, pueden también ser explicadas las relaciones modulares de 3 a 5 encontradas para tales estructuras.

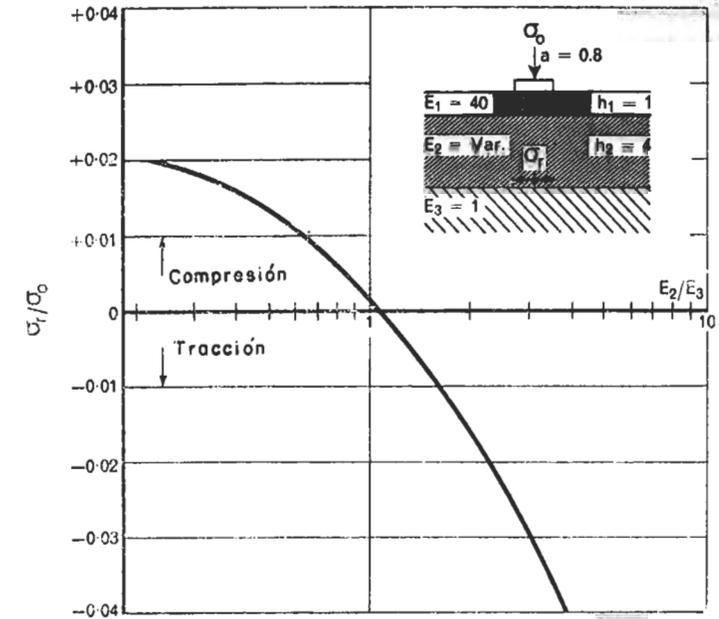


Figura 5 - Esfuerzo de flexión radial en la cara inferior de la capa intermedia como una función de la relación E_2/E_3 de acuerdo a JONES

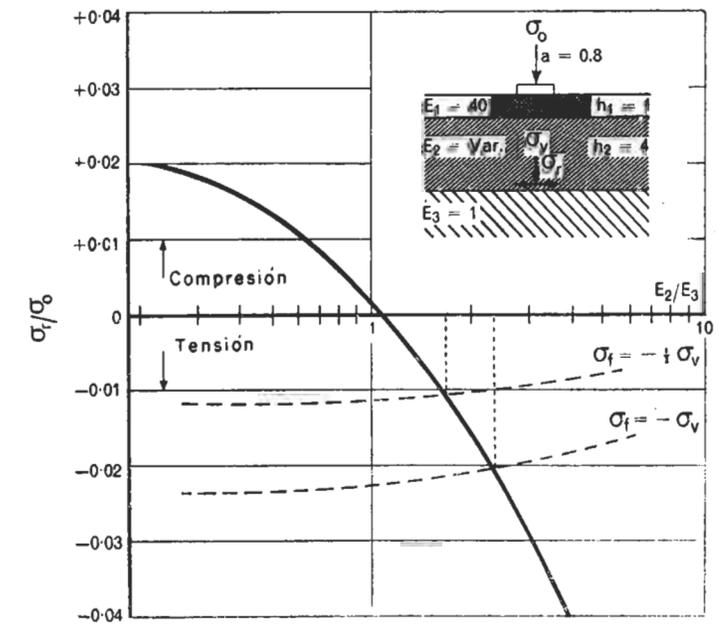


Figura 6 - El efecto de la trabazón granular sobre el valor de equilibrio de la relación E_2/E_3

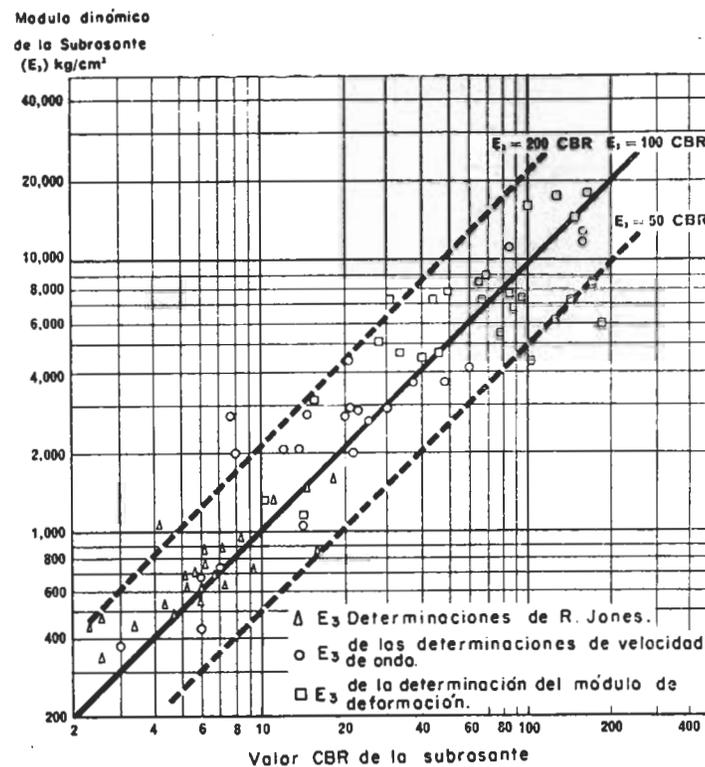


Figura 7 - Relación entre el módulo dinámico y el C.B.R.

Por consideraciones prácticas y teóricas queda así establecido que la relación modular para sucesivas capas de suelos y materiales granulares sin ligante cae dentro de límites bastante estrechos. Estas conclusiones básicas han simplificado los cálculos de diseño y su presentación.

Si la segunda capa está compuesta de capas sucesivas con una relación modular de 1½ a 2½ entre sí, la teoría de la elasticidad puede también demostrar que ella actúa como una capa uniforme donde la relación E_2/E_3 es poco probable que resulte mayor de 3 ó 4 para espesores prácticos de capas. Este análisis conduce a la conclusión de que para construcciones sobre cualquier superficie consistente, principalmente en materiales granulares sin ligante, el comportamiento del camino es gobernado primariamente por el espesor de la construcción. Esta conclusión abona los diseños dados por las curvas empíricas C.B.R. de diseño.

Aunque el módulo efectivo de cualquier capa granular sin ligante puede ser determinado partiendo del módulo del suelo, es necesario determinar "in situ" el módulo dinámico de la sub-

rasante en su condición de servicio más débil. No hay disponible al presente un ensayo sencillo de laboratorio para este propósito; por lo tanto, se ha hecho uso de los resultados acumulados de los ensayos de vibración en campaña para estimar valores aceptables. Una grosera correlación ha sido hallada entre el módulo dinámico y el C.B.R. del suelo y un promedio ha sido provisionalmente adoptado como razonable para este propósito (Figura 7). Extensiones de esta correlación a otros métodos de evaluación de propiedades de los suelos tales como Ensayos de Soporte de Plato o Sistemas de Clasificación de Suelos se pueden hacer sobre la base de correlaciones empíricas.

Las medidas de propagación de onda sobre las cuales se basa esta correlación han sido llevadas a cabo sobre distancias de hasta 30 metros según sea la frecuencia usada. El módulo determinado es así un valor promedio para la capa como un todo y no indicará variaciones locales debidas a densidad o contenidos de humedad, las cuales pueden ser registradas por determinaciones en puntos individuales empleando otros métodos.

2) Materiales ligados con asfaltos

El módulo dinámico de los materiales ligados con bitumen ha sido estudiado por muchos investigadores (9, 10, 6). Las mezclas ligadas con asfalto hasta ahora consideradas son del tipo relativamente denso, dado que éstas tienen ventajas en cuanto a propiedades de adhesión, durabilidad y mecánicas. El tipo de mezcla considerada tiene un contenido de piedra (mayor de 3 mm) superior al 40 %, un contenido de betún (de penetración 40 - 100 a 25° C) mayor que 3½ % por peso y un porcentaje de vacíos menor que 10 %.

El módulo dinámico de las mezclas asfálticas de este tipo puede ser medido directamente en el laboratorio en un amplio rango de temperaturas. A altas temperaturas, sin embargo, el módulo "in situ" puede esperarse que sea, tal como en el caso de las capas sin ligante, gobernado por la distribución de tensiones en la estructura. El cálculo de distribución de tensiones en estructuras a diferentes temperaturas indica que las capas de asfalto densas tienden a tener un módulo efectivo "in situ" a altas temperaturas de servicio de alrededor de 10.000 kg/cm² y este valor ha sido adoptado para los propósitos de diseño. Tal valor es, casualmente, alrededor del máximo que puede ser desarrollado "in situ" por el agregado sin ligante. El módulo de concreto asfáltico de buena calidad usado como capa de rodamiento será ligeramente más elevado, pero dado que su espesor es relativamente pequeño, este punto ha sido despreciado para los propósitos del diseño. Todas las capas ligadas con betún serán, en consecuencia, tratadas como una capa única.

b) ESFUERZOS Y TENSIONES ADMISIBLES

Como indicamos en primer lugar, es necesario conocer las máximas deformaciones y tensiones que pueden ser toleradas por el suelo y los materiales constructivos si la estructura del camino debe comportarse satisfactoriamente en servicio. Es claramente antieconómico construir rutas secundarias con el mismo "standard" que para carreteras principales y es conveniente expresar el tránsito que ellas soportan como un número total de aplicaciones de una carga "standard" por eje que puede ser soportado antes que la transitabilidad llegue a ser inaceptable. El diseño para una vida especificada puede luego establecerse

fijando las máximas tensiones admisibles en los puntos críticos de la estructura.

1) Suelos y materiales granulares

Dado que los conocimientos sobre el comportamiento de suelos bajo cargas repetidas son insuficientes para este propósito, se ha adoptado una interpretación empírica. Datos del ensayo A. A.S.H.O. (11) fueron considerados para fundarse en las más seguras fuentes de información y las máximas tensiones de compresión verticales en la subrasante han sido calculadas para un amplio rango de secciones (y de cargas por eje) usados en ese ensayo, utilizando la teoría de la elasticidad y los módulos dinámicos apropiados para los suelos y materiales constructivos como ya comentáramos anteriormente. Estos son representados en la Figura 8 contra el número ponderado de aplicaciones de ejes de carga posibles antes que la estructura haya sido deteriorada al nivel indicado por un índice de serviciabilidad presente de 2,5. Este es el nivel de serviciabilidad al cual se consideró deseable algún mantenimiento. Estos resultados son independientes de la magnitud de la carga por eje o del espesor o del tipo de construcción. Datos cuantitativos de las tensiones de las subrasantes relacionadas con 10⁶ repeticiones de carga por trocha se obtienen por un análisis teórico de las construcciones convencionales (5 cm de capa asfáltica), conforme con los diseños de curva C.B.R. Una máxima tensión de la subrasante de $8 \text{ a } 9 \times 10^{-4}$ encontrada se producía en estas construcciones, independientemente de la naturaleza del suelo, si bien estaban generalmente consideradas como pobremente diseñadas para rutas principales (12).

La relación ilustrada en la Figura 8 ha sido, en consecuencia, adoptada provisionalmente para poder diseñar para una vida determinada. Se considera que los antecedentes disponibles no muestran una tensión crítica como tal y el criterio se expresa como un valor de tensión puramente por conveniencia. Sobre esta base, se ha reducido en lo posible cualquier desventaja relacionada con el hecho de que los resultados empíricos usados para el rango total de repeticiones de carga fueron solamente obtenidos sobre un suelo determinado.

Además, dos importantes aspectos del método de diseño son interdependientes: la relación módulo dinámico-C.B.R. y el criterio de tensión en el suelo (independientemente del tipo de suelo o del módulo) y cualquier error en uno es com-

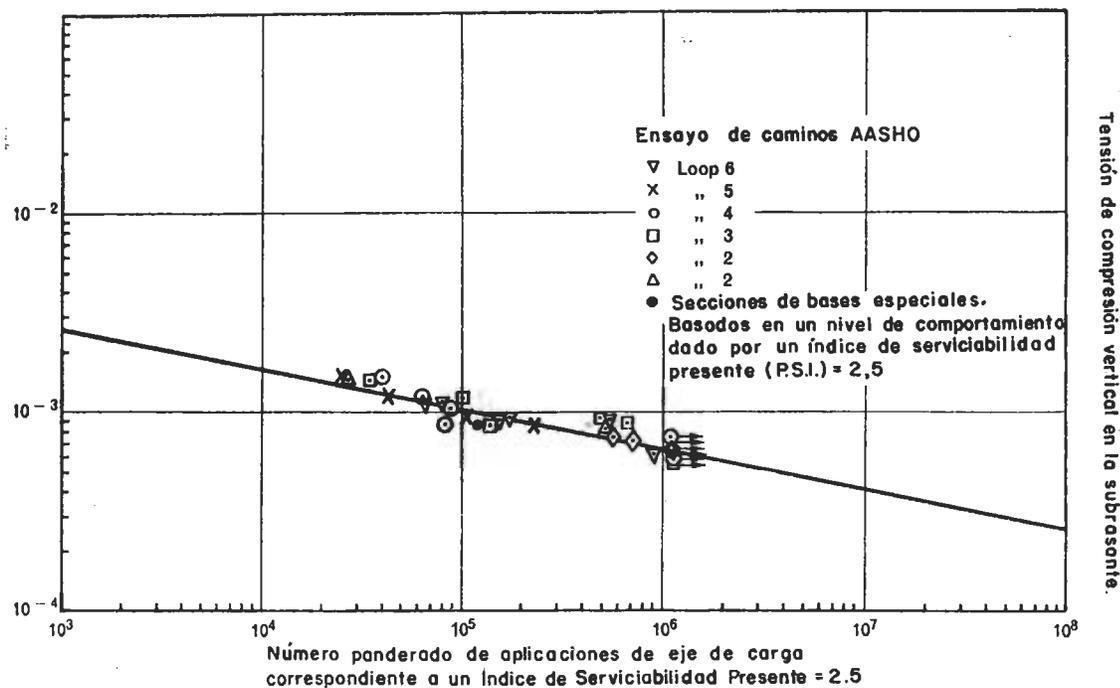


Figura 8 — Relación entre aplicaciones de carga y tensión máxima de la subrasante

pensado en otro, siempre que las curvas de diseño C.B.R. sean aceptadas como representativas de construcciones razonablemente satisfactorias. Oportunamente, más métodos fundamentales pueden ser utilizados para medir el módulo de suelos y las tensiones de compresión verticales admisibles en la subrasante.

Aunque la deformación del pavimento es gobernada en su mayor parte por las propiedades de la subrasante, debe cuidarse que cualquier material granular sin ligante empleado en la base sea capaz de desarrollar un adecuado módulo y resistencia al corte "in situ".

2) Materiales ligados con asfalto

El comportamiento a la rotura del asfalto o de las mezclas ligadas con asfalto, como su módulo de deformación ("stiffness"), dependen del tiempo de carga y de la temperatura. Más aún, numerosas investigaciones de laboratorio (13, 14) han demostrado que los esfuerzos o tensiones a los cuales se produce el fisuramiento son menores cuando las cargas se aplican repetidamente. Esto indica que ellas están sujetas a fallas por fatiga y ha sido demostrado que la iniciación de las fisuras es gobernada por la tensión de tracción principal en el asfalto.

No han sido todavía obtenidas correlaciones cuantitativas con el comportamiento efectivo en construcción de caminos, dada la dificultad en observar la iniciación de la fisura en la cara inferior de la capa asfáltica y por las influencias separadas de la iniciación de la fisura y propagación de las mismas. Sin embargo, para reducir el riesgo de fisuración por fatiga, los resultados de las investigaciones de laboratorio, tomando un margen para propagación (5), han sido adoptados al presente para propósitos de diseño. Se muestra en la Figura 9 la relación deducida sobre estas bases, entre esfuerzo de tracción en el asfalto y el número de aplicaciones de carga, cuando el módulo del asfalto es 60.000 kg/cm²; un número que ha sido calculado tomando margen para variaciones estacionales típicas en el módulo (15).

Independientemente del fisuramiento, la capa asfáltica debe tener suficiente estabilidad interna para no experimentar deformaciones permanentes en sí misma bajo carga de ruedas pesadas. Es ampliamente aceptado que este requerimiento es satisfecho si la Estabilidad y Fluencia Marshall de la mezcla son satisfactorias. Por otra parte, enfocando este problema en términos de la teoría de la elasticidad, el estudio de las soluciones

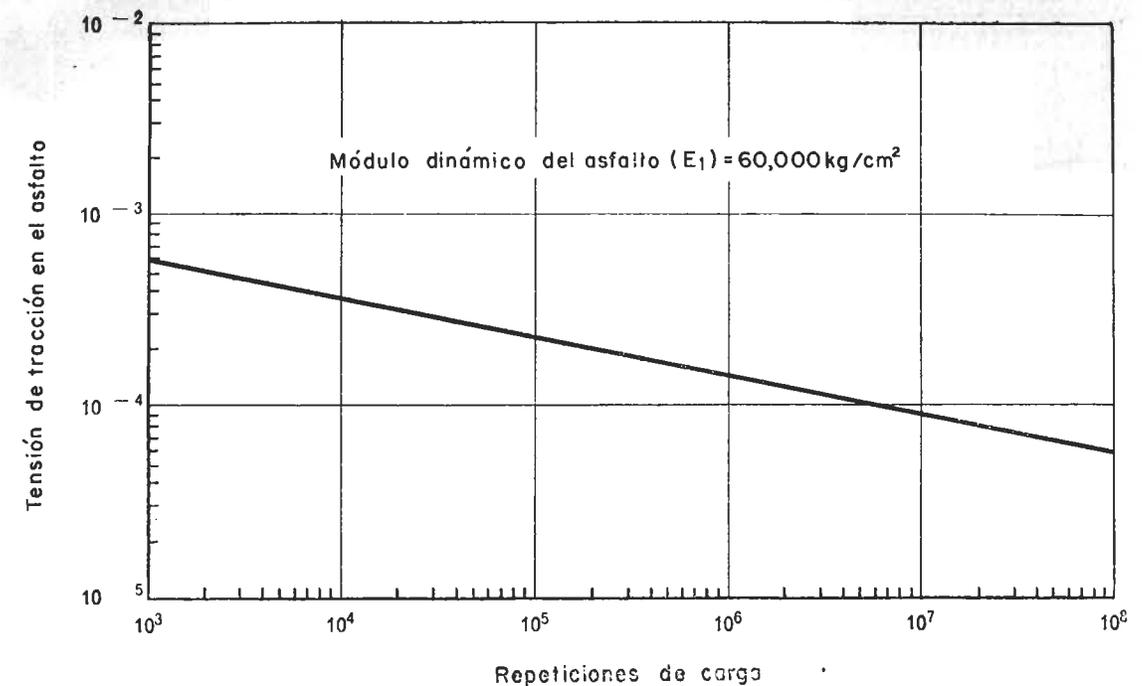


Figura 9 — Relación entre aplicaciones de carga y tensión en el asfalto

de las ecuaciones de distribución de esfuerzos en el sistema de capas, indica que la deformación dentro de la capa asfáltica también dependerá en cierta medida de la construcción como un todo y que las capas de rodamiento sobre estructuras débiles tienden a ser menos estables que las colocadas sobre estructuras fuertes (7). Aunque no es posible establecer un margen de seguridad para cubrir este aspecto en el presente, es un factor que debe ser tenido en cuenta cuando se evalúa el comportamiento de las capas asfálticas en la práctica.

IV — CURVAS DE DISEÑO

Usando la información dada arriba, el cálculo del espesor requerido puede ser hecho para diferentes tipos de suelo y diversos números de aplicaciones de cualquier carga de diseño "standard". El procedimiento detallado ha sido descrito en otra parte (15).

Se acepta que la carga total es aplicada sobre un área circular de contacto y que la presión ejercida corresponde a la de la cubierta. Se admite que esto no es totalmente cierto en la práctica, pero los cálculos muestran que el error que se comete es pequeño. De cualquier manera, cual-

quier error a este respecto y también por efectos de impacto para los cuales no se ha tomado margen de seguridad, son compensables, ya que el criterio de tensiones admisibles está derivado de observaciones experimentales sobre las mismas bases.

Por estos medios pueden ser obtenidas varias combinaciones de espesores de capas asfálticas y capas granulares sin ligante, h_1 y h_2 , que responderán a los dos criterios de tensiones para el diseño. Los resultados obtenidos han sido expresados en forma de curvas de diseño, en las cuales el espesor de la capa asfáltica es representado en función del de las capas granulares sin ligante. Cada curva corresponde a un módulo de suelo. Para cualquier curva de diseño, una construcción correcta es indicada por las coordenadas de cualquier punto sobre la curva. Se entiende que la capa asfáltica comprende el espesor total de las capas asfálticas densas de rodamiento y base, y las capas granulares el espesor total de las bases granulares sin ligantes y capas de sub-base.

En la Figura 10 se indica la construcción de una curva típica para un eje de carga "standard" de 10 toneladas. Se verá que cada curva de diseño está compuesta de dos porciones, una

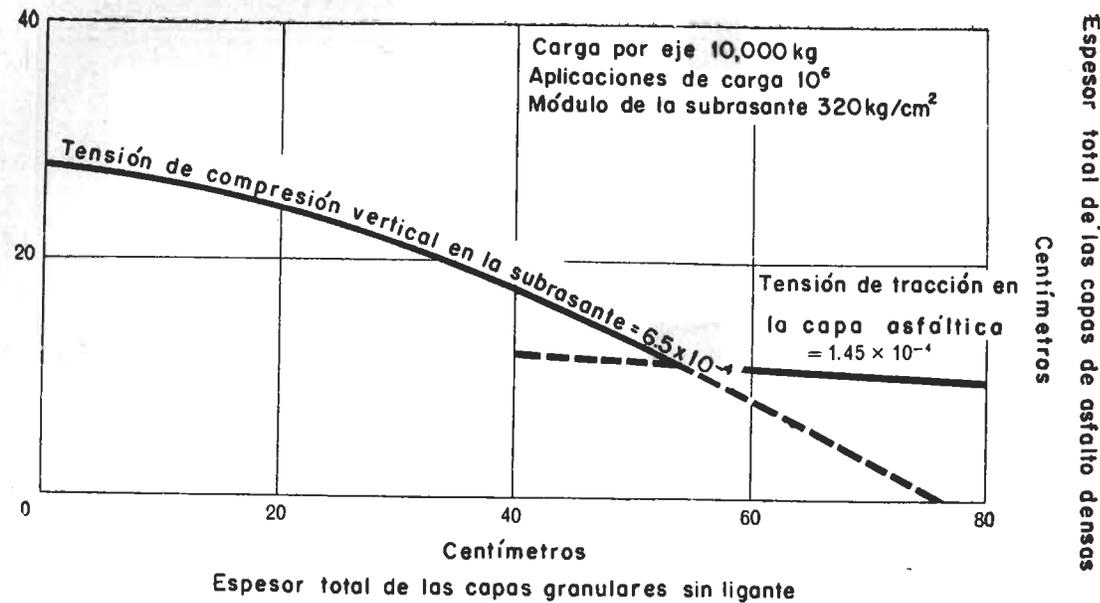


Figura 10 - Construcción de una curva típica de diseño

porción curva que responde a las exigencias de los criterios de deformación permanente (esfuerzo de compresión vertical en la superficie del suelo) y una porción relativamente recta que cumple las exigencias del criterio de fisuramiento (tensión de tracción en la cara inferior de la capa superior). La curva resultante asegura que ambos criterios sean satisfechos.

En las Figuras 11 a 15 se dan curvas de diseño para suelos de $E_s = 320, 530, 710, 1060$ y 1770 kg/cm^2 (C.B.R. aproximado 3, 5, 7, 10 y 17 respectivamente). Cada gráfico contiene curvas para $10^7, 10^6, 10^5$ y 10^4 aplicaciones del eje de carga tipo de 10 toneladas.

En estas curvas la vida se expresa por el número de aplicaciones de la carga tipo. En la práctica, las cargas de tránsito son diversas, por lo que es necesario tener en cuenta su distribución. Cargas por eje menores que la carga tipo producen en la subrasante y en la capa asfáltica tensiones menores. Estas tensiones más pequeñas conducen a vidas más largas que las que corresponden al eje tipo. La ponderación de las diferentes cargas del tránsito se puede obtener atribuyendo un coeficiente adecuado al número de aplicaciones de cada carga axial e integrando para todas las frecuencias de carga.

Fueron usados los resultados obtenidos en los diferentes "loops" del Ensayo A.A.S.H.O. en el cual se emplearon diferentes cargas por eje para estimar los efectos relativos de las mismas sobre

la tensión de compresión vertical en el suelo, para expresar sus efectos en términos de un número de repeticiones de carga (Figura 16). Estos análisis han permitido expresar cualquier intensidad y distribución de tránsito en términos de un número equivalente de aplicaciones de un eje de carga "standard". La figura muestra la importancia de las cargas pesadas y demuestra que los automóviles y camionetas pueden ser virtualmente ignorados. Debe observarse que no se ha tenido en cuenta la influencia de las condiciones climáticas en la severidad de las cargas del tránsito. Es aceptado que las cargas durante periodos críticos son mucho más importantes que el número total de cargas, pero esto está generalmente relacionado y lo último más fácil de especificar. Una relación similar entre cualquier eje de carga y el número equivalente de cargas de un eje de carga "standard", puede ser deducido considerando el efecto de la carga sobre la tensión de tracción desarrollada en la capa ligada con betún, en conjunción con los datos de fatiga obtenidos en el laboratorio para este material. Dado que esta relación difiere sólo ligeramente de la dada en la Figura 16, la última fue —para simplificar— adoptada para uso general. Las curvas de diseño así confeccionadas pueden ser usadas directamente para cada particular distribución de tránsito expresada en términos del número total de aplicaciones de un eje de carga "standard" para el diseño en función de la vida prevista.

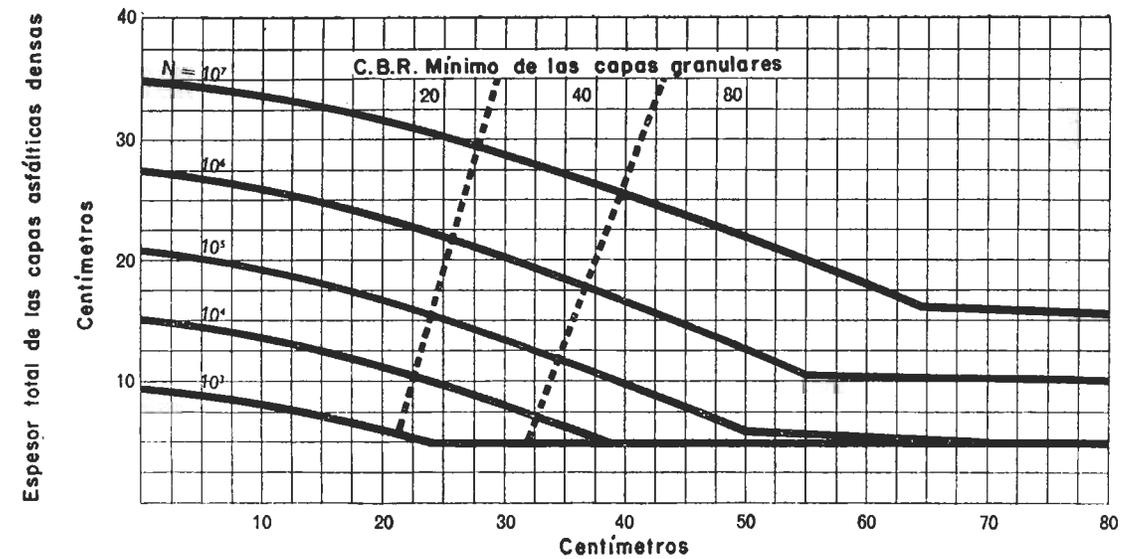


Figura 11 - Curvas de diseño para subrasante de módulo $E_s = 320 \text{ kg/cm}^2$ (Aprox. C.B.R. 3)

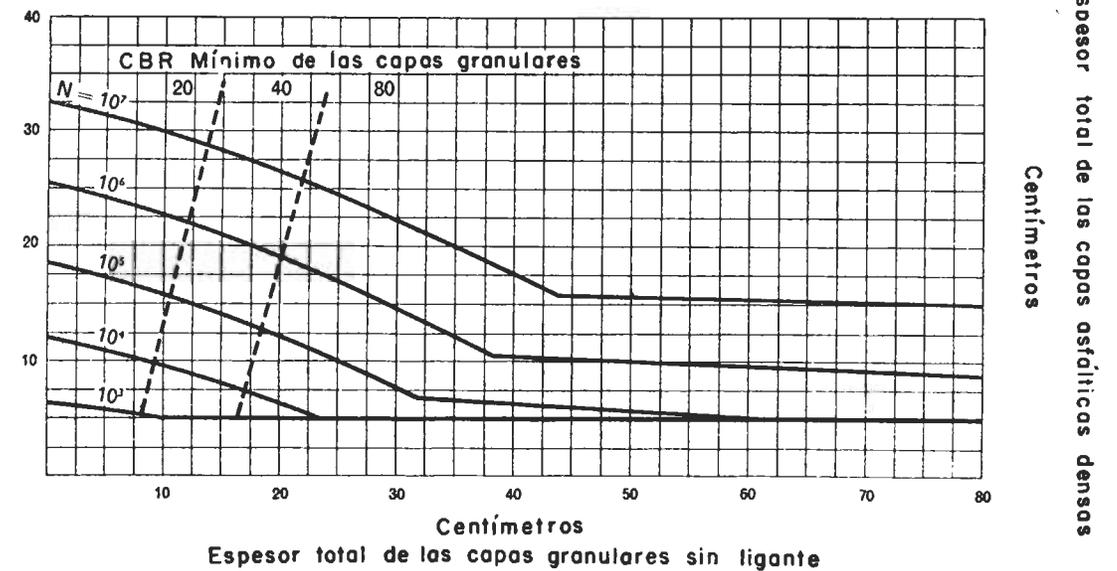


Figura 12 - Curvas de diseño para subrasantes de módulo $E_s = 530 \text{ kg/cm}^2$ (Aprox. C.B.R. 5)

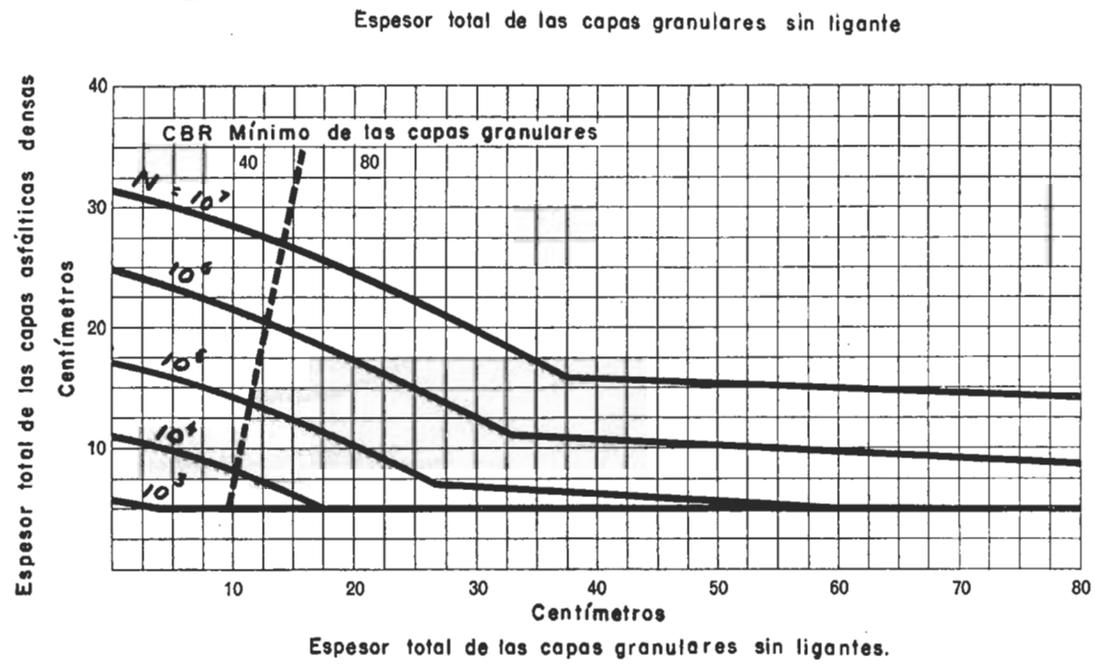


Figura 13 - Curvas de diseño para subrasantes de módulo $E_a = 710 \text{ kg/cm}^2$ (Aprox. C.B.R. 7)

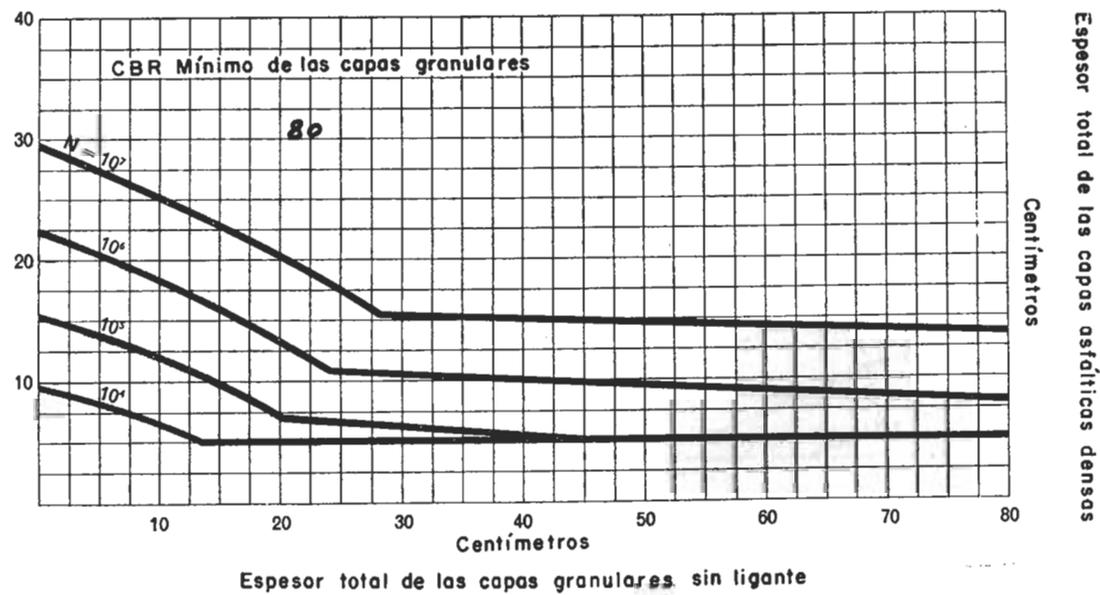


Figura 14 - Curvas de diseño para subrasantes de módulo $E_a = 1,060 \text{ kg/cm}^2$ (Aprox. C.B.R. 10)

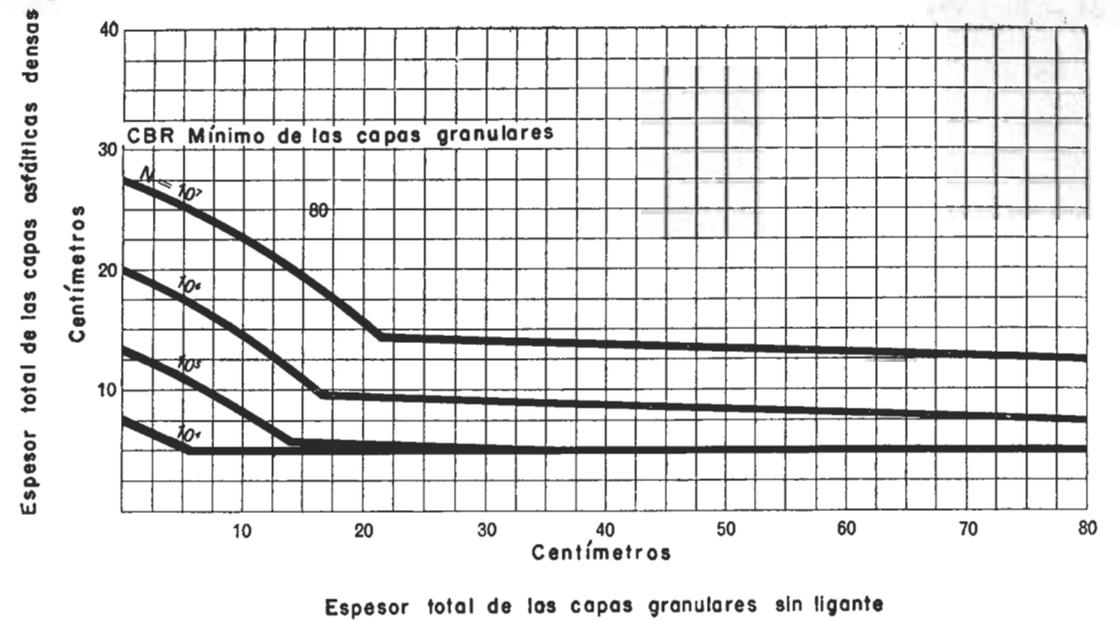


Figura 15 - Curvas de diseño para subrasantes de módulo $E_a = 1,770 \text{ kg/cm}^2$ (Aprox. C.B.R. 17)

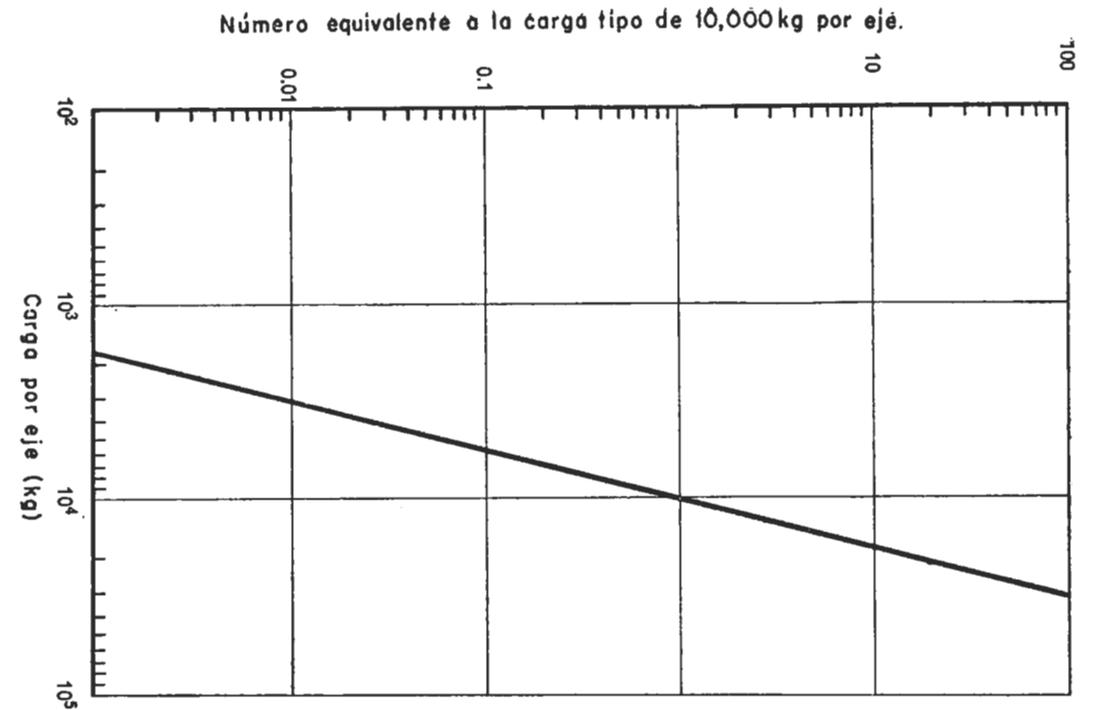


Figura 16 - Conversión a eje tipo de 10.000 kg de carga

Han sido incluidos números de aplicaciones mayores que aquéllos para quienes las curvas de diseño están dadas para permitir su uso para cargas más pesadas que la carga tipo sobre los cuales los diseños están basados. En consecuencia, las curvas con alto número de aplicaciones sirven igualmente para vidas relativamente cortas pero con una alta proporción de cargas más pesadas que las de 10 toneladas que se usan como unidad para la frecuencia de tránsito.

Debe observarse que la pendiente de la curva de diseño en cualquier punto es una medida del "equivalente granular" en ese punto, vale decir, la relación de espesores entre los materiales granulares y asfálticos, que serán igualmente satisfactorios desde el punto de vista constructivo. Se verá que "el equivalente granular" varía y será mayor, por ejemplo, en construcciones sobre suelos débiles que en aquéllos resistentes y más bajo en construcciones diseñadas específicamente para alta intensidad de tránsito o altas cargas por eje que en aquéllas para bajas intensidades de tránsito o bajas cargas por eje.

Para las condiciones argentinas, donde rutas de gran longitud soportan una baja intensidad de tránsito, diseñar sobre bases de un pequeño número de repeticiones de carga puede efectuarse, como punto de partida. Si un refuerzo llegara a ser deseable posteriormente, las curvas de diseño indican el marcado efecto de un recubrimiento con una capa relativamente delgada de asfalto. Las ventajas económicas de tal criterio deben destacarse.

Las curvas de diseño están basadas para severas condiciones climáticas y se admite que el módulo asfáltico será bajo (la temperatura alta) cuando el suelo de la subrasante está en su condición más débil. El diseño resultará, en consecuencia, ligeramente conservador dado que las condiciones climáticas son menos severas, particularmente cuando las temperaturas ambientales son siempre bajas. La ventaja de las capas ligadas con betún bajo condiciones de alta temperatura es probablemente debida al hecho de que es más capaz de resistir esfuerzos de tracción y puede así desarrollar un módulo efectivo más alto "in situ" que el material sin ligante.

Esto conduce a una reducción en el espesor total requerido. Los ensayos de suelos usados para propósitos de diseño, ya sean mediciones dinámicas o C.B.R. u otros ensayos similares, deben efectuarse bajo las más severas condiciones de humedad y densidad posibles de producirse "in situ". Bajo condiciones promedio esto significa ensayar con el contenido de humedad de

equilibrio que el suelo pueda alcanzar bajo un recubrimiento impermeable. En países donde hay severos problemas de congelamiento, sin embargo, los suelos más plásticos deberán ser ensayados en condición de saturación, mientras que bajo las condiciones climáticas argentinas, muchos suelos arenosos pueden estar en su estado más débil cuando se hallen completamente secos.

V - MEDICIONES DE CAMPAÑA Y OBSERVACIONES

Una verificación de la validez de las teorías de la elasticidad aceptada para el diseño puede ser hecha de varias maneras, particularmente, por ejemplo, por mediciones de esfuerzos sobre los suelos, de tensiones de tracción en la superficie del camino y del módulo de deformación ("stiffness") sobre la estructura completa. La inserción de células de compresión en la subrasante ha sido empleada por muchos investigadores, pero pueden solamente efectuarse en estructuras especiales experimentales.

Otro procedimiento (7) es medir el módulo de deformación dinámico ("Dynamic stiffness") de la construcción usando la "Road Vibration Machine" y comparando esto con el módulo de deformación elástico de la estructura ("stiffness") calculado por la teoría de la elasticidad usando el módulo elástico del suelo y de otras capas obtenido de mediciones de propagación de ondas. Un ejemplo de tal correlación está dado en la Figura 17, donde se muestran algunos resultados obtenidos en construcciones con diferentes subrasantes de arena y teniendo capas asfálticas de 4 - 6 pulgadas de espesor. La temperatura del asfalto varió durante estas mediciones entre 32° F y 88° F y valores para módulos de deformación ("stiffness") del asfalto apropiados a cada temperatura fueron usados para cada cálculo.

Se verá que hay alguna dispersión en los resultados y que los valores calculados son algo más elevados que aquéllos medidos. Ellos son, sin embargo, razonablemente satisfactorios cuando se tiene en cuenta el hecho de que la distribución de esfuerzos debajo del plato rígido de la "Road Vibration Machine" es parabólica y no uniforme como habíamos supuesto en los cálculos.

Mediciones de la tensión de tracción en la superficie de la construcción bajo cargas normales dinámicas de ruedas da una posterior oportunidad de verificar los cálculos. Usualmente las tensiones individuales observadas varían considerablemente con respecto al valor medio, pero

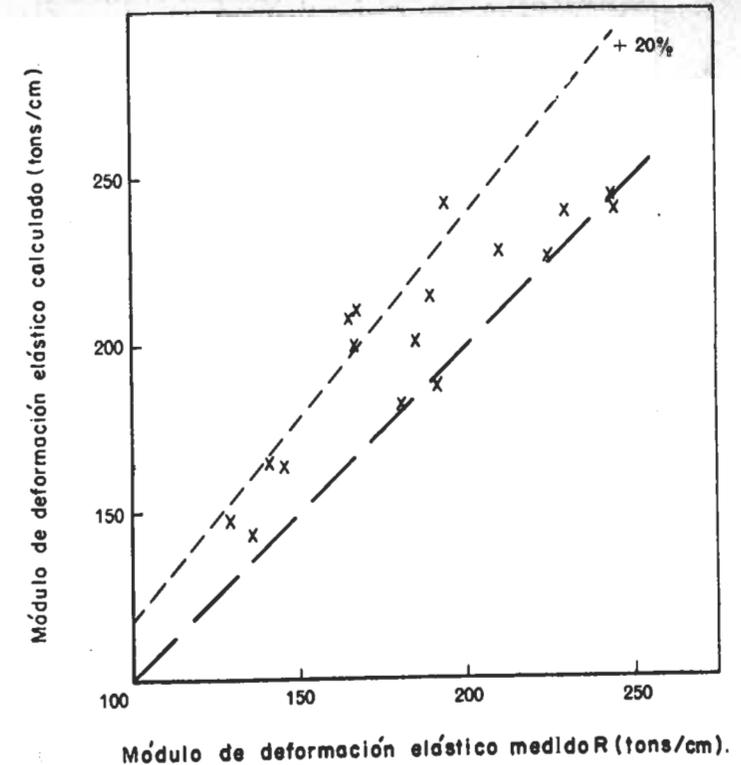


Figura 17 - Comparación entre módulos de deformación elásticos calculados y medidos

se ha encontrado buena concordancia entre los valores medidos y aquéllos calculados usando la teoría de la elasticidad en conjunción con el módulo dinámico de los materiales (8).

No son fácilmente obtenibles evaluaciones del comportamiento de la estructura de caminos en servicio durante un largo período, bajo condiciones climáticas y de tránsito variables. Esto se debe a la falta de datos seguros sobre la construcción y particularmente sobre las cargas del tránsito.

El hecho de que la experiencia general con pavimentos convencionales teniendo una delgada capa asfáltica ha sido utilizada para establecer un criterio sobre tensiones, significa que las recomendaciones del diseño están de acuerdo con la experiencia para tales pavimentos y así la correlación para estas estructuras es completa. La correlación para estructuras que tengan capas más gruesas de material ligado denso es más limitada.

Alguna información se obtiene de las condiciones de tránsito controladas para aquellas secciones en el ensayo A.A.S.H.O. (11) las cuales estaban todavía en buena condición luego de dos períodos sucesivos de primavera y las cuales te-

nían un índice de serviciabilidad presente de 2,5 o mayor, luego de un millón de aplicaciones de ejes de carga. Cada "loop" en este ensayo comprendía una variedad de tipos constructivos y espesores, que fueron transitados por una carga por rueda determinada, la cual llegó a ser mayor en el "loop 6". Las construcciones del ensayo son comparadas en la Figura 18 con construcciones respondiendo al criterio de diseño básico para 10⁶ aplicaciones de carga. Todas las construcciones que responden al diseño habrían pasado el ensayo satisfactoriamente.

Es también relevante que las tensiones calculadas en la subrasante en estas secciones de ensayo pueden ser relacionadas (como se muestra en la Figura 8 que está basada en representación seleccionada de secciones) con el comportamiento de las secciones independientemente de las cargas por eje, dimensiones o naturaleza de la construcción.

En la Figura 19 el número ponderado de aplicaciones de ejes de carga antes de que la sección se haya deteriorado hasta un índice de serviciabilidad presente 2,5, es representado en función del número de aplicaciones de carga prevista por las curvas de diseño para secciones in-

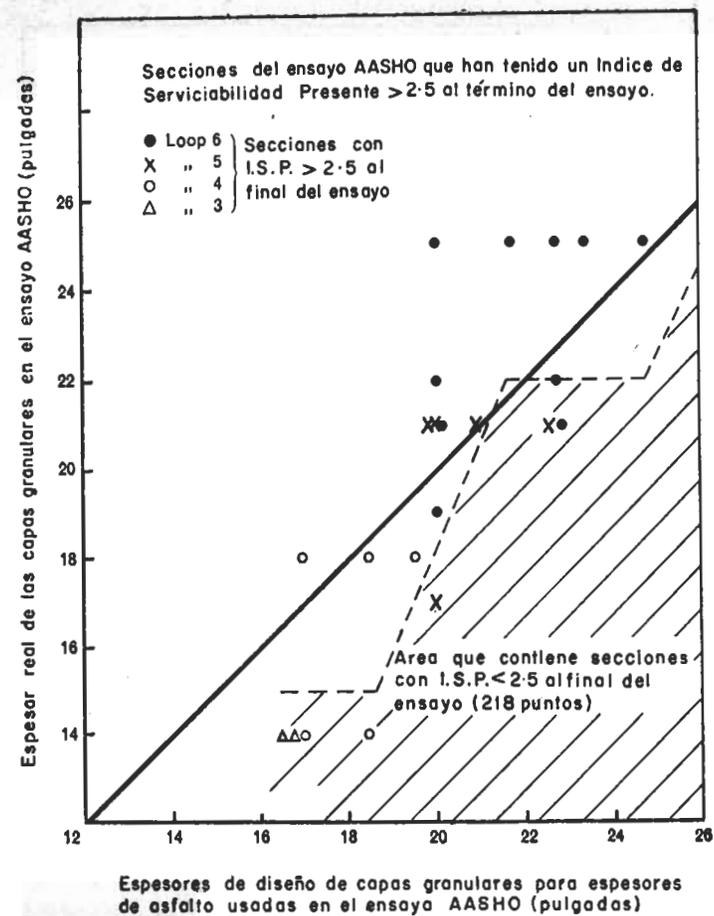


Figura 18 — Comparación entre los espesores de diseño y el comportamiento

individuales de los "loops" 4, 5 y 6 del ensayo. Los diseños tienden a ser más conservadores cuando el número de aplicaciones de carga es menor. Esta situación es, sin embargo, considerada satisfactoria y no se ha intentado modificar los diseños para obtener mejor concordancia con los resultados de los ensayos A.A.S.H.O. Las razones son las siguientes:

1) El ensayo A.A.S.H.O. fue iniciado en invierno y en la faz inicial, hasta alrededor de las 10^6 aplicaciones de ejes de carga, las capas asfálticas estaban invariablemente a baja temperatura. Es probable que a lo largo de un período de años con condiciones de tránsito menos intensas, altas temperaturas en conjunción con las condiciones más desfavorables para la subrasante pueden ser experimentadas, resultando un comportamiento menos favorables de estas secciones.

2) Los diseños son para un número especificado de aplicaciones de carga, pero no se fija

un límite sobre la carga por eje a la cual la ruta puede estar sujeta. Es previsible que cuanto más débil es la construcción, mayor debe ser el margen de seguridad para prevenir cargas pesadas ocasionales.

Una indicación posterior de que los diseños están en razonable concordancia con la experiencia práctica, está dado por el comportamiento de construcciones experimentales efectuadas por el "Road Research Laboratory" en el Reino Unido y las cuales están sujetas a cargas de tránsito pesadas normales. Estas secciones incluyen tipos de bases ligadas con betún formando capas asfálticas de hasta 13 pulgadas de espesor. Una comparación entre la vida de diseño y el comportamiento hasta la fecha está en la Figura 20. Las condiciones de aquellas secciones todavía en servicio están indicadas por las máximas deformaciones permanentes medidas.

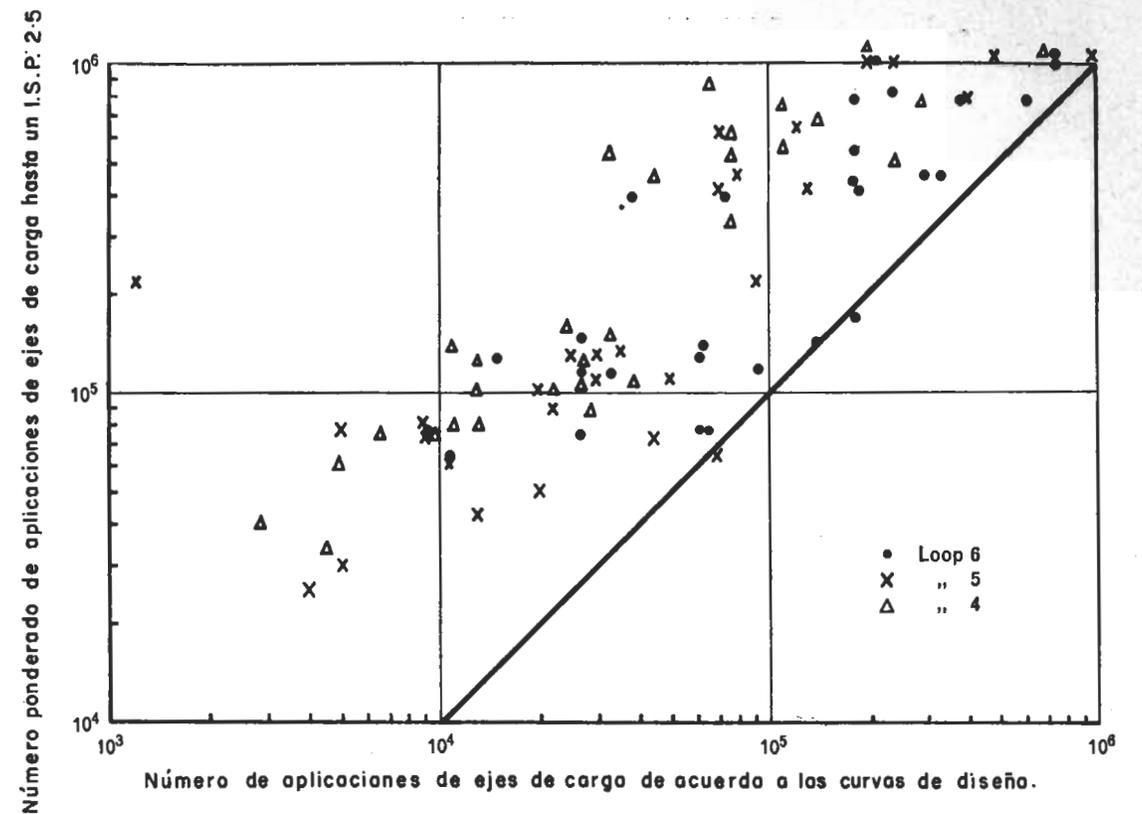


Figura 19 — Comparación entre la vida prevista por diseño y el comportamiento en el ensayo A.A.S.H.O.

Las conclusiones principales de estas comparaciones son que todas las secciones se han comportado algo mejor que lo que podría haberse esperado. Esto no es sorprendente dado que los cálculos fueron basados en condiciones climáticas extremas, esto es, que el suelo de la subrasante estaba en su condición más desfavorable al mismo tiempo que se registraban las temperaturas más altas. Tales condiciones no prevalecen normalmente en Inglaterra. Además, las secciones de base granular fueron hechas con escoria, las cuales tienen cualidades cementantes y bien pueden levantar la relación modular que normalmente se registra con bases granulares sin ligantes normales.

VI — CONCLUSIONES

Una serie de estudios y determinaciones han conducido a un conocimiento profundo del comportamiento de los caminos flexibles que pueden ser usados en su diseño y evaluación. El uso de

modernas computadoras ha permitido solucionar las ecuaciones matemáticas para obtener la distribución de esfuerzos en sistemas de capas elásticas para un amplio rango de variables. Han sido desarrolladas técnicas para la determinación de las varias propiedades mecánicas dinámicas de las estructuras y materiales constructivos, las cuales toman en cuenta su comportamiento bajo tránsito dinámico. El uso de la teoría de la elasticidad ha hecho posible identificar los puntos críticos en una estructura de camino donde los esfuerzos no deben exceder los valores que pueden soportar los materiales involucrados. En principio, en consecuencia, dado un adecuado conocimiento de las propiedades de los materiales, el diseño racional de un camino es posible.

Las dificultades prácticas de asignar valores "in situ" a módulos y parámetros de resistencia determinados en el laboratorio, han sido superadas empleando técnicas de ensayos dinámicos en el campo y por análisis del comportamiento de

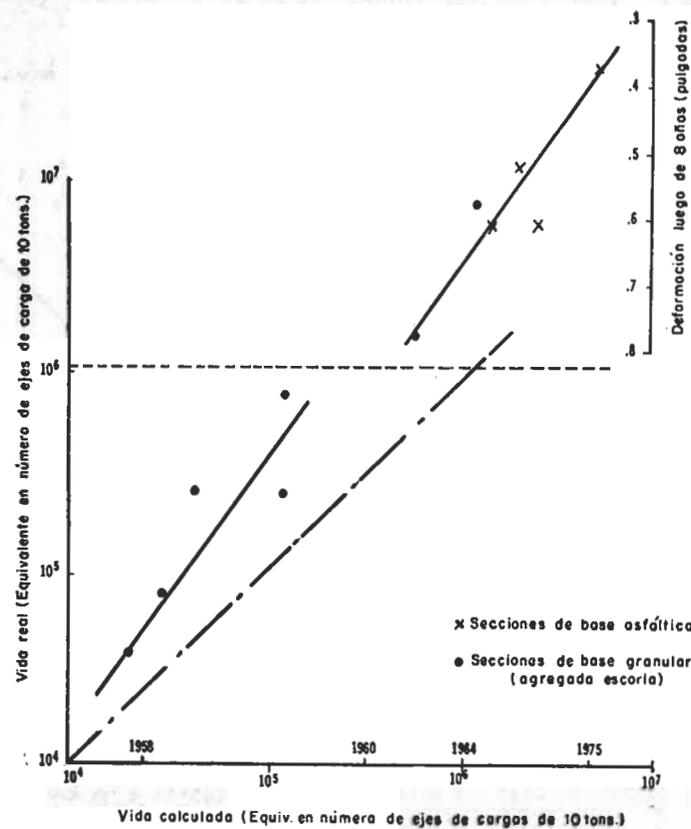


Figura 20 — Correlación entre el comportamiento calculado y observado de secciones del Cerro Allonbury (enero 1966)

estructuras de caminos conocidos, utilizando la teoría de las 3 capas elásticas. El uso de tales procedimientos en la preparación de las curvas de diseño tiene la ventaja y asegura de que ellas son consistentes con el comportamiento de las actuales estructuras de caminos bajo tránsito. Al mismo tiempo, el hecho de que la confección de las curvas de diseño (16) fuera guiada por bases teóricas, significa que ellas puedan ser usadas con alguna confianza para estructuras sobre las cuales no hay experiencia directa previa; las curvas de diseño son empíricas solamente porque los datos de tensión admisibles de las subrasantes fueron obtenidos de la práctica.

Es previsible que el procedimiento seguido tenga la ventaja de suministrar un armazón dentro del cual futuros conocimientos y experiencias ganadas sobre aquellos aspectos, sobre los cuales nuestra información y conocimientos presentes son deficientes, puedan ser ordenadamente incorporados para dar diseños mejorados. Esto se aplica

especialmente a las propiedades mecánicas de la subrasante y a los cambios que se producen en los varios tipos de suelo en servicio.

Las curvas de diseño ofrecen una guía bajo condiciones promedio y suponiendo adecuada compactación de los materiales. Esto se aplica no solamente a las capas granulares sino especialmente a las mezclas asfálticas, las cuales no pueden desarrollar totalmente sus propiedades mecánicas a menos que estén completamente compactadas bajo óptimas condiciones. El creciente uso de rodillos neumáticos operando inmediatamente detrás de la terminadora mecánica facilita considerablemente el logro de la compactación adecuada. Debe destacarse, sin embargo, que hay muchos factores que no han sido considerados directamente y que pueden ser de suma importancia. La experiencia del ingeniero sobre las condiciones locales, tales como drenaje y aptitud de los materiales disponibles, es siempre esencial para guiarlo en la decisión sobre la construcción que debe ser elegida.

REFERENCIAS

1. KERKHOVEN, R. E. y G. M. DORMON, *Some Considerations on the California Bearing Ratio Method for the Design of Flexible Pavements*. Shell Bitumen Monograph N° 1, 1953. (También en Bitumen, Vol. 15, mayo 1953 (en alemán), y en Revue Général des Routes et des Aérodrômes, N° 266, marzo 1954 (en francés).
2. FRÖLICH, O. K., *Druckverteilung im Baugrunde*, Wien, 134.
3. BURMINSTER, D. M., *The General Theory of Stresses and Displacements in Layered Systems, III*. J. Appl. Physics, 1945, 16, (5), 296-302.
4. JONES, A., *Tables of Stresses in Three-Layer Elastic Systems*. Bulletin 342, Highway Research Board, Washington, 1962.
5. HEUKELOM, W. and A. J. G. KLOMP, *Dynamic Testing as a Means of Controlling Pavements during and after Construction*. Proceedings of International Conference on the Structural Design of Asphalt Pavements, University of Michigan, Ann Arbor, 1962, pp. 785-793. (Shell Bitumen Reprint N° 12).
6. HEUKELOM, W. and A. J. G. KLOMP, *Road Design and Dynamic Loading*. Trabajo presentado a la Association of Asphalt Paving Technologists, Dallas, Texas, 1964.
7. KLOMP, A. J. G. and G. M. DORMON, *Stress Distribution and Dynamic Testing in Relation to Road Design*. Trabajo presentado a la Second Conference of the Australian Road Research Board, Melbourne, 1964.
8. HEUKELOM, W. and C. R. FOSTER, *Dynamic Testing of Pavements*. Proceedings of American Society of Civil Engineers, 86 (1960) 1.
9. VAN DER POEL, C., *Building Material: Their Elasticity and Inelasticity*. (Editor: M. Reiner) Chap. IX, pp. 361-413, North Holland Publishing Co., Amsterdam, 1954.
10. VAN DER POEL C., *A general system describing the visco-elastic properties of bitumens and its relation to routine test data*. Journ. Appl. Chem. 4 (1954), 221. (Shell Bitumen Reprint N° 9).
11. HIGHWAY RESEARCH BOARD, *The AASHO-Road Test, Special Report 61 E Pavement Research*. Report 5, Fig. 47, Washington D. C. 1962.
12. DORMON, G. M., *The Extension to Practice of Fundamental Procedure for the Design of Flexible Pavements*. Proceedings of the International Conference on the Structural Design of Asphalt Pavements, University of Michigan, Ann Arbor, 1962, pp. 785-793. (Shell Bitumen Reprint N° 12).
13. SAAL, R. N. J. and P. S. PELL, *Fatigue of Bituminous Road Mixes*. Kolloid Zeitschrift 171 (1960) 61.
14. PELL, P. S., P. F. MCCARTHY and R. R. GARDNER, *Fatigue of Bitumen and Bituminous Mixes*. International Journal of Mechanical Sciences, Vol. 3 (1961) pp. 247.
15. DORMON G. M. and G. T. METCALF, *Design Curves for Flexible Pavements based on Layered System Theory*. Trabajo presentado al Highway Research Board, Washington, 1964.
16. S.I.P. Co. Shell 1963 Design Charts for Flexible Pavements S. I. P. Co. Ltd., London 1963.

Principales Obras con Proyectos Elevados

PLAN VIAL 1966

MESES DE JULIO, AGOSTO, SETIEMBRE Y OCTUBRE DE 1966

DESIGNACIÓN DE LA OBRA	Long. km	Ubicación Partido	Tipo de Obra	Presupuesto Escl. Reserva	Fecha de elevac.
1. Salto - Pergamino Tr. I y Acceso a Aº Dulce	40,456	Salto - Pergamino	Alambr. y obras complement.	22.626.547,00	8-7-66
2. Rivadavia-G. Villegas Tr. II y Acceso G. Villegas .	28,798	G. Villegas	Alambr. y obras complement.	16.752.156,00	8-7-66
3. Salto-Pergamino Tr. II .	25,480	Pergamino	Obras Básicas y Pav. Flex.	Presupuesto diferido	26-7-66
4. Chivilcoy - C. de Arcco Tr. II	29,205	Chivilcoy - C. de Arcco	Reconstr. y ensanche	331.640.615,00	26-7-66
5. Autovía La Plata - Buenos Aires Tr. V. Elisa-Hudson	7,349	Ensenada - Berazategui	Obras Básicas	359.044.253,00	1-8-66
6. Salto-Pergamino I Tr. . . .	36,900	Salto - Pergamino	Obras Básicas y Pav. Flex.	Presupuesto diferido	4-8-66
7. Pehuajó-Henderson II Tr.	32,285	Pehuajó - H. Yrigoyen	Obras Básicas y Pav. Flex.	Presupuesto diferido	5-8-66
8. Rivadavia-Gral. Villegas II Tr.	28,798	G. Villegas	Obras Básicas y Pav. Flex.	Presupuesto diferido	10-8-66
9. (*) González Chaves-De La Garma I Tr.	20,000	González Chaves	Obras Básicas y Pav. Flex.	214.514.283,00	30-9-66
10. González Chaves - De La Garma I Tr.	20,000	González Chaves	Obras Básicas y Pav. Flex.	214.514.283,00	4-10-66
11. Pte. en un brazo de la Laguna Alsina en su cruce con el tramo Cº Est. La Copeta y La Nevada . . .	---	Caseros	Constr. Puente Hº Aº	9.891.249,00	13-10-66

NOTA: (*) Significa que ha sido nuevamente elevado el proyecto con fecha posterior.

DIVISIÓN PROGRAMACIÓN VIAL
DEPARTAMENTO ESTUDIOS Y PROYECTOS

Análisis

Estructural

de

Pavimentos

Flexibles

con las

Curvas

Shell 1963

Por los Ingenieros

FELIX J. LILLI

JORGE M. LOCKHART

Departamento Estudios Técnicos y Económicos

I - INTRODUCCIÓN

La reactivación vial experimentada en la provincia de Buenos Aires en los últimos años, juntamente con las elevadas inversiones realizadas, ha obligado al proyectista a extremar los recaudos para diseñar las estructuras en forma satisfactoria, desde el punto de vista técnico y económico a la vez. La experiencia práctica de épocas anteriores y la lograda a través del control de las nuevas estructuras, ha permitido observar y analizar diversos aspectos relacionados con el diseño estructural de los pavimentos, adaptando y modificando continuamente los criterios en función de los materiales empleados y los comportamientos con ellos obtenidos.

Presentado a la XIII Reunión del Asfalto.

En materia de diseño de pavimentos, y más específicamente de los denominados flexibles o elásticos, se ha experimentado mucho en los últimos años, haciendo difícil mantener el ritmo con los progresos alcanzados. Al mismo tiempo, han existido cambios fundamentales que obligan, forzosamente, a adecuar los métodos empleados: el aumento en las cargas solicitantes, en magnitud y frecuencia, la acción combinada de las cargas livianas juntamente con las comerciales, el empleo de nuevos materiales surgidos como consecuencia inmediata del gran desarrollo de la estabilización de suelos, las nuevas propiedades y características de los materiales viales obtenidas a través de la investigación, las crecientes presiones de contacto de los neumáticos y su influencia sobre la calidad de las capas de recubrimiento, etc.

Como las necesidades camineras actuales están lejos de ser satisfechas y como la red debe ser continuamente ampliada o reestructurada en función de las crecientes demandas del tránsito, se ha considerado de utilidad efectuar una rápida revisión de lo hecho hasta el momento, los resultados obtenidos y los comportamientos logrados. El estudio ha sido presentado en un trabajo anterior (*) en el que se detallan los diseños y materiales típicos. De los diseños "convencionales" hasta los modernos esquemas hoy utilizados existe un largo camino recorrido; este camino ha sido jalonado, en la mayoría de los casos, por una sucesión de aparentes fracasos o fallas, que han arrojado mucha luz sobre el tema. La experiencia recogida se ha ido volcando progresivamente y se ha incluido en los últimos diseños. Algunos de ellos permiten ya establecer conclusiones definitivas; otros están en su faz de proyecto o de construcción.

La aparición de las curvas de diseño de la Shell de Londres ("Shell 1963 Design Charts for flexible Pavements") a fines del año 1963, avaladas por largos años de estudios e investigaciones, donde se expone en forma sumamente práctica un método enteramente racional de dimensionamiento de pavimentos flexibles, obliga a efectuar las comparaciones correspondientes, en la idea de ubicarse y a los efectos de estimar la conveniencia o no de insistir con los diseños actuales o bien evolucionar, efectuando a tiempo las modificaciones necesarias.

II - LOS METODOS CLASICOS

El diseño estructural, desde el punto de vista práctico, no ha podido resolverse, hasta el momento, en una forma enteramente racional. Constituye una compleja combinación de teoría, ensa-

ños, evaluación y comportamiento de materiales, que resulta sumamente difícil encarar desde un punto de vista absolutamente científico. De ahí que la casi totalidad de los métodos o fórmulas de diseño, en uso actualmente, descansan sobre bases empíricas o contengan muchos factores de origen empírico. Esto los hace un tanto inseguros desde que por provenir de datos experimentales sólo pueden reflejar situaciones particulares. Por regla general, los espesores producto de la aplicación de un cierto método o sistema tienen una amplia correlación práctica y, por lo tanto, se cumplen fundamentalmente en el país o lugar en que fueron originados, no pudiéndose extrapolar a regiones con distintas condiciones climáticas o de tránsito.

No son de aplicación a materiales distintos a los que sirvieron de origen al método y, por lo tanto, fallan en la evaluación de los nuevos materiales. Su utilización está condicionada a la experimentación y a las modificaciones que deben, forzosamente, realizarse en los lugares en donde se pretende emplearlos. Y en última instancia, debe existir una buena dosis de sentido común y apreciación personal por parte del técnico que los aplica. Esta es una de las razones básicas que justifican las constantes modificaciones o cambios en los procedimientos de diseño.

Es conveniente recalcar que aunque el empirismo es predominante, su presencia no indica que el fundamento o criterio no pueda ser satisfactorio, pero pone de manifiesto, claramente, que todos estos métodos deben ser muy bien experimentados antes de aceptarse.

No obstante todas estas limitaciones señaladas, la realización práctica de una obra exige seleccionar alguno de ellos; entonces, se debe comenzar por utilizar los que, a juicio del que los aplica, resultan mejores y al alcance de las entidades viales, especialmente si se dispone de alguna experiencia de ellos. Esto significa que no debe demorarse el estudio y la investigación de los métodos propios, locales, acordes con las condiciones, tránsito, clima y materiales del medio ambiente, pero también que, en la tendencia a eliminar lo empírico progresivamente, se deben absorber todos los adelantos que guíen hacia el método racional y científico.

Esta situación ha sido la imperante en la provincia de Buenos Aires, que ha utilizado en forma básica para el diseño de sus pavimentos flexibles el método de Valor Soporte California (C.B.R.),

(*) "Problemas de diseño y comportamiento de pavimentos en la provincia de Buenos Aires", trabajo presentado a la Reunión de Pavimentación de Río de Janeiro, Brasil, julio 1964.

creado originalmente por PORTER en 1938 y posteriormente adaptado y modificado por varias instituciones de diversos países del mundo. Se lo aplica a cualquier material de subrasante, base o sub-base, de tipo friccional-cohesivo y que no desarrolle apreciable efecto de losa o placa. De amplia divulgación en nuestro medio, con personal experimentado y laboratorios de obra equipados con su simple instrumental, se ha impuesto entre los técnicos, a la espera de otros métodos con mayores fundamentos científicos.

III - EL MÉTODO C.B.R. EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Dando por sentado el conocimiento del método, y habiéndose detallado sus características en trabajos anteriores, (*) no se insistirá sobre sus aspectos esenciales. Cabría, sin embargo, comentar las modificaciones básicas que la provincia ha introducido para el diseño de sus pavimentos:

a) Como consecuencia de las grandes transformaciones en materia del transporte, se ha experimentado en Buenos Aires un extraordinario aumento de las cargas, en magnitud y frecuencia, y, por lo tanto, de las presiones de contacto, superando la situación todas las previsiones, con efectos desastrosos para la vida y estado de los pavimentos. La imposibilidad material de ejercitar un control de cargas efectivo, vuelve inoperante al Reglamento en vigencia. Especialmente en materia de remolques de fabricación nacional, existe, en la realidad diaria, un considerable porcentaje de vehículos que exceden las 10,6 t por eje (11.000 libras por rueda) reglamentarias llegando, en muchos casos, a 14 t y con tendencia a incrementar. Las proporciones de vehículos comerciales, en el total circulante, acusan comúnmente valores del 60%. Ambas situaciones, carga por rueda y frecuencia de operación, son radicalmente diferentes a las que originaron en 1938 el método C.B.R.: el porcentaje comercial en E.E.U.U. no excede comúnmente el 15% y la correlación estadística de pavimentos fallados y no fallados fue realizada para cargas de 7.000 y 9.000 libras por rueda. De las 12.000 libras/rueda empleadas originariamente en la provincia, se ha ido últimamente a 18.000 libras/rueda para pavimentos de primera categoría, carga considerada ajustada y realista, para la actual incertidumbre del tránsito.

b) Se sigue el criterio original de medir estáticamente las probetas, pero respetando las

(*) "Problemas de diseño y comportamiento..."

ideas básicas del autor del método, y para no sobrevalorizar la excesiva compactación, (no obtenible en obra en la generalidad de los casos) se reproducen en la muestra las condiciones reales de campaña, identificadas con la densidad del Proctor Standard. Excepto situaciones particulares de inaccesibilidad práctica del agua en el camino, se toma para el diseño el menor de los valores obtenidos (en forma inmediata al moldeo y luego de 4 días de embebido). La situación es conservadora pero absolutamente realista, lo mismo que el despreñar la cementación producida en algunas toscas y suelos calcáreos por acción del agua.

En la idea de representar lo más acertadamente posible las condiciones de humedad-densidad de equilibrio en el camino, y ante la dificultad de considerar debidamente el tipo de material (granular o cohesivo), por un esfuerzo de compactación constante, como es un ensayo normalizado, se emplea, actualmente, el criterio de "Relación de Compactación" original de MC DOWELL (Texas), que permite densificar cada suelo en función de sus características propias. La densidad resultante es reproducida en las probetas de ensayo.

c) Se descartan los materiales con un hinchamiento volumétrico superior a 2%, con criterio limitativo. En términos generales, y con los conocimientos que ha deparado la aplicación continuada del método, los materiales con C.B.R. embebido inferior a 4-5 no se consideran aptos para subrasantes de pavimentos de categoría y se aconseja su reacondicionamiento o tratamiento con cal en espesores de 20-30 cm.

Con varias restricciones, el criterio empleado ha arrojado resultados, en general, satisfactorios dando en algunos casos espesores totales levemente mayores que los necesarios; sus mejores confirmaciones se han obtenido en suelos arcillosos y granulares finos, no prestándose para granulometrías gruesas por los conocidos problemas de borde y tamaño de área cargada, cuya consecuencia inmediata es la obtención de valores mayores que los reales.

IV - RESTRICCIONES AL MÉTODO C.B.R.

1) La mayoría de los métodos clásicos de dimensionamiento, y entre ellos el C.B.R., consideran específicamente la magnitud de las cargas normales, inducidas por la presión de contacto en la superficie, que llegan en profundidad a las distintas capas; éstas deben cubrirse con espesores de "tapada" (material de igual o mejor calidad) tales, que aquéllas no se vean sobre-

cargadas. Es decir, el criterio o fundamento básico es la **distribución de la carga normal** y el **esquema se adapta** perfectamente para los pavimentos estrictamente flexibles. Cada capa difunde las cargas impuestas superiormente, transmitiéndolas a las inferiores y al terreno de fundación en intensidad disminuida; **el principio que priva es entonces el de esfuerzo-resistencia**. Posteriormente, el creciente uso de materiales cementados que acompaña al desarrollo de la estabilización de suelos, y algunas fallas presentadas en las carpetas bituminosas de recubrimiento, pone en evidencia la necesidad de considerar, también, la resistencia a la flexión y la **deformabilidad** de la estructura, ambas en relación al tipo de cargas esencialmente dinámicas y al efecto de la repetición de éstas, es decir, la consideración del concepto de fatiga.

Se relacionan, a partir de este momento, los esfuerzos derivados del tránsito y las deformaciones que ellos ocasionan y se da origen, así, a los criterios de deflexión, las mediciones con la regla Benkelman, la introducción del concepto de módulo, etc.

El criterio de diseño se orienta, entonces, a la consideración de los esfuerzos combinados de las capas cementadas y la capacidad portante de la subrasante, tratando de aprovechar al máximo ambas propiedades; de la primera comprobación práctica (WASHO ROAD TEST) de que las capas cementadas (especialmente las mezclas bituminosas densas) reducen apreciablemente los esfuerzos normales que llegan a la subrasante, surgen las "reducciones de espesores totales" por efecto de losa, con los ábacos de Hveem y las recomendaciones del Instituto del Asfalto. Todo esto, lógicamente, en la suposición, fundamentalmente importante, de que la construcción del pavimento permita obtener en la práctica resultados que reúnan las mínimas cualidades que se han supuesto al diseñarlos.

La provincia de Buenos Aires no ha permanecido aislada a tales progresos y paulatinamente ha ido adecuando sus diseños a los conocimientos adquiridos. A partir de 1962 está haciendo uso intensivo del criterio de deflexiones, medidas con la regla Benkelman, en la idea de determinar las máximas deformaciones admisibles de un pavimento, para evitar las fallas durante su vida de servicio. Emplea en forma creciente materiales cementados en las capas superiores de la estructura (toscas-cemento, suelo calcáreo-asfalto, bases granulares asfálticas, etc.) pero procede siempre en forma muy conservativa para no caer en extrapolaciones peligrosas: Los espesores no se reducen todavía en forma generalizada y sólo median-

te cuidadosos análisis de la estructura, cuando existen apreciables aportes de mezclas asfálticas densas, se propone alguna disminución en los espesores totales. Se considera éste un criterio realista para las indeterminaciones del tránsito actual. La imprescindible necesidad de aportar cohesión cementante a las bases ha sido puesta de manifiesto últimamente en forma definitiva por el AASHO ROAD TEST y comentada en trabajos anteriores (**), por los autores, quienes han tendido a aplicarlas en los diseños realizados.

2) La aplicación del criterio C.B.R. y algunas fallas ocurridas en estructuras (Camino de Cintura Morón-La Tablada) que cumplían con sus requerimientos, puso en evidencia la necesidad de considerar nuevas variables en el diseño que no pueden ser evaluadas con los métodos actuales: la "resiliencia" o comportamiento "elástico" de algunos materiales, resultante de su compresibilidad y posterior recuperación bajo cargas dinámicas, que origina para grandes deflexiones la fatiga de los recubrimientos asfálticos, produciendo fallas tipo "alligator". El comportamiento "resiliente" es muy marcado para los suelos limosos o limo-arcillosos con contenidos de humedad cercanos a la saturación. Como este tipo de suelos es muy común en la provincia, para su utilización en sub-bases (el tipo "seleccionado" de baja plasticidad y valor soporte 10-20) han debido arbitrarse los medios de evitar tales inconvenientes, recurriendo a su cementación, con cal o con cemento.

3) La durabilidad de ciertos materiales denominados "subnormales", que se han comportado en forma poco satisfactoria en varios proyectos de la provincia, no ha sido prevista por el ensayo C.B.R. porque los materiales han sufrido durante la etapa de servicio degradaciones o cambios en sus granulometrías y constantes físicas no puestas de manifiesto en el ensayo original. Las dudas sobre su comportamiento, especialmente como bases, ha obligado a la reconsideración de muchos proyectos, incorporando agentes correctivos o llevándolos a niveles inferiores de la estructura. Así ha ocurrido con las toscas, granitos desintegrados, conglomerados calcáreos, destapes de canteras, etc. de los que la provincia ha hecho uso intensivo en los últimos tiempos, como recurso para suplir la ausencia de buenos materiales granulares. Como resultado de esto han debido reverse los métodos de evaluación y valoración

(**) "El AASHO ROAD TEST: aplicabilidad de sus resultados en el panorama vial argentino". Revista "Vialidad", N° 23, 1962.

de los materiales en sí (todos ellos arrojaban C.B.R. embebidos superiores a 80) y en tal idea se han realizado estudios con el compactador giratorio, tratando de reproducir las condiciones reales de trabajo del material en la etapa de servicio. El ensayo ya está normalizado y se han fijado los límites tentativos de seguridad de trabajo para estos materiales "subnormales".

V — DISEÑOS ACTUALES DE LA DIRECCIÓN DE VIALIDAD DE LA PROVINCIA

Con la experiencia recogida a través de fallas y sucesos de diseños convencionales (Figura 1) y no perdiendo de vista los modernos estudios e investigaciones realizadas en el extranjero, los pavimentos se han reforzado considerablemente, recurriendo a la cementación de las capas inferiores de las estructuras y a la eliminación, en las bases, de los materiales subnormales o aquéllos cuyo comportamiento resultaba dudoso (caso de los suelos-cemento finos).

Se han utilizado en forma creciente mayores espesores de mezclas asfálticas en caliente, respondiendo a las tendencias de algunos países (Inglaterra) y a resultados experimentales (AASHO ROAD TEST) colocadas sobre bases de espesores mínimos, generalmente con cierta rigidez (bases tratadas con asfalto y con cemento) (Figura 2). Éstas se disponen, en la actualidad, sobre sub-bases de calidad para que puedan desarrollar su íntegra capacidad de carga, en el conocimiento de la relación de una capa con las vecinas y en la idea de mantener las razones modulares dentro de los valores comúnmente aceptados. Estas tendencias fueron bosquejadas en Europa y en los EE.UU., donde, a pesar de la amplia gama de procedimientos de diseño se aconsejan, casi con criterio de norma, superficies asfálticas de rodamiento no inferiores a 3" en caminos de importancia. La adecuada combinación de estas capas de rodamiento con bases cementadas aumenta, por otro lado, en forma notable la capacidad para resistir la repetición de cargas.

En el trabajo sobre el AASHO ROAD TEST anteriormente citado (***) se han analizado los resultados obtenidos experimentalmente en los llamados "Factorial Principal" y en el "Estudio de Bases" y de ahí surge claramente la necesidad de utilizar espesores de bases apreciables si el número de repeticiones de cargas previsto es elevado. Para cargas de 22.400 libras/eje (aproximadamente la carga de nuestros camiones pesados

que, como se ve, es notablemente inferior a las 18.000 libras por rueda empleados en la provincia para el diseño), se requieren espesores del orden de 9" para gravas tratadas con asfalto y 11" para las tratadas con cemento, a un millón de repeticiones de carga.

Para tránsitos intensos y pesados se recurre hoy día a alguno de estos tipos de bases, estando la incorporación de asfalto o de cemento plenamente justificada desde el punto de vista económico por las eventuales disminuciones de espesores que resultan o por el considerable aumento de la vida útil de la estructura.

La aparición de los módulos dinámicos y la aplicación de las teorías de las capas elásticas ha originado modernos criterios de dimensionamiento, tras largos años de estudios e investigaciones; ellos han sido expuestos a modo de introducción por DORMON en la Conferencia Internacional de Pavimentos Flexibles de Michigan (Julio de 1962). Se establecen correlaciones entre el módulo dinámico y el C.B.R. y también la necesidad de que exista un gradiente o transición entre las distintas capas de la estructura, dando para ello valores límites de las relaciones modulares. Posteriormente han sido ampliadas y recopiladas en la forma de curvas de diseño y publicadas oficialmente por la Shell a fines del año 1963. Constituyen, estas curvas, objeto primario del comentario realizado en este trabajo.

VI — RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO PROPUESTAS POR LOS AUTORES

En base a la experiencia propia y a todos los antecedentes extranjeros, se ha establecido en la provincia de Buenos Aires una serie de limitaciones a los materiales y espesores utilizados durante muchos años, en la intención de adecuarse al tránsito circulante de hoy día y para poner fin a una serie de defectos que aquél hizo notorios.

Se ha ensayado una clasificación del tránsito en función del tipo y características de la carga transportada y de la frecuencia diaria de vehículos. En base a este tipo de tránsito se han aconsejado, de la variedad de materiales empleados comúnmente, los que se consideran de usos más racionales.

Como superficies de rodamiento en caminos de tránsito liviano se emplean tratamientos superficiales, salvo que se prevea una construcción por etapas en los más solicitados. Sobre bases estructuralmente adecuadas y espesores totales suficientes, se diseñan concretos asfálticos densos.

(***) "El AASHO ROAD TEST: aplicabilidad de sus resultados en el panorama vial argentino". Revista "Vialidad", N° 23, 1962.

Pavimentos Flexibles de la Provincia de Buenos Aires

A) Diseños Convencionales

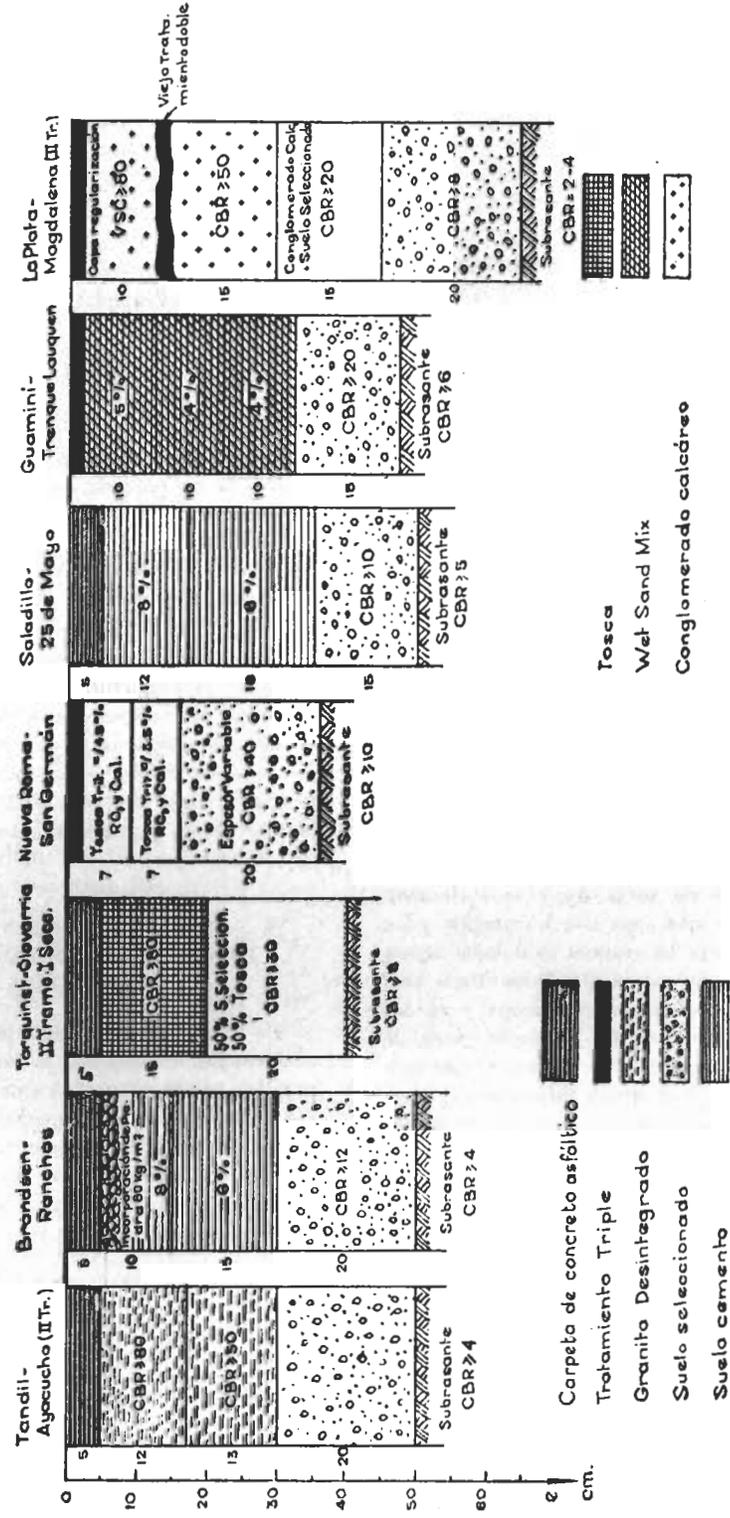


Figura 1

Pavimentos Flexibles de la Provincia de Buenos Aires

B) Diseños con Criterios Modernos

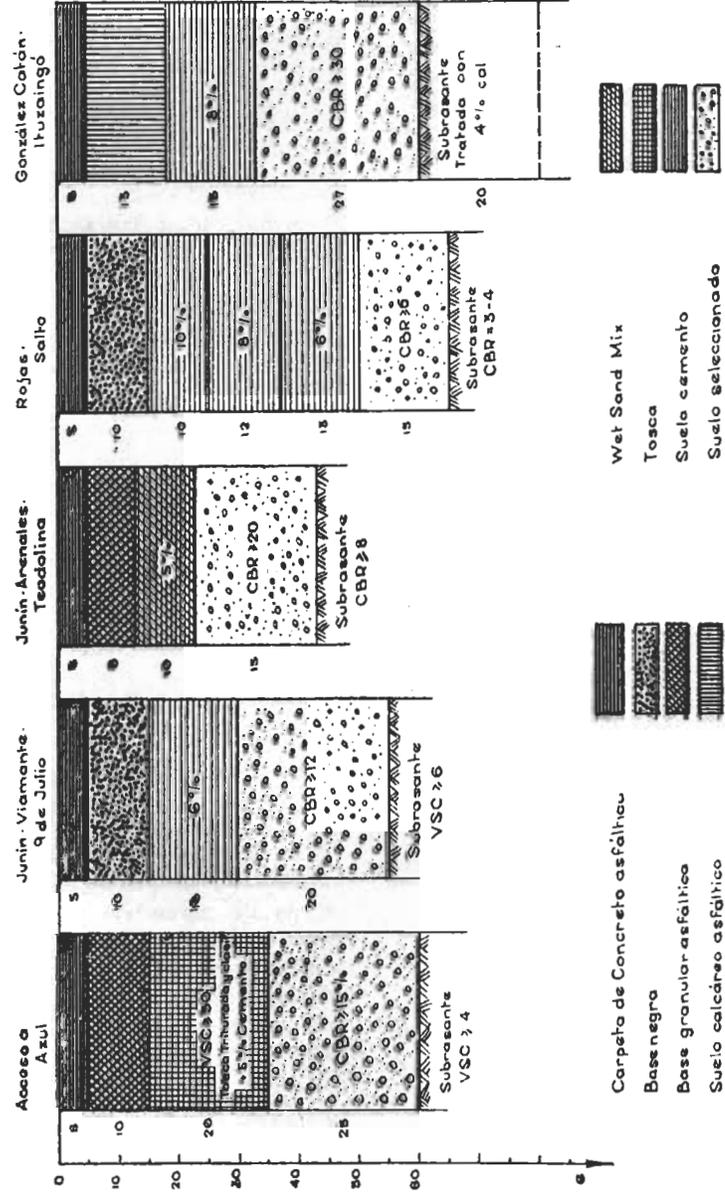


Fig. Nº 2

Los estabilizados granulares con materiales sanos se proyectan en espesores mínimos de 15 cm para bases y sólo se permiten agregados subnormales en caminos de tránsito previsible muy bajo o en los que se construyen por etapas. Si el camino es de cierta importancia y cuando los agregados comerciales no resultan económicos se recurre con éxito a las bases de tosca-cemento, tosca-asfalto aditivado en frío, suelo calcáreo-asfalto en caliente, arena húmeda-cal-asfalto aditivado en frío ("wet sand mix"). En caminos de tránsito muy pesado y frecuencias elevadas se utilizan bases estabilizadas granulares tratadas con cemento, bases granulares asfálticas en caliente y bases negras (mezclas en caliente tipo abierto).

En sub-bases se emplean todos aquellos materiales que por los inconvenientes mencionados han sido eliminados de las bases: suelos-cemento, toscas, granitos desintegrados, conglomerados calcáreos y en general todos los subnormales sin tratar. Las modificaciones más importantes se han experimentado en materia de densidad, cuyos nuevos requerimientos se fundan en la "Relación de Compactación".

En subrasante se establece una buena densificación, exigiéndose en sus últimos 30 cm un 95 % de la densidad de equilibrio obtenida según el criterio anterior. Si el terreno es bajo se colocan espesores apreciables de suelo "seleccionado" y cuando las características de los suelos los hacen indeseables desde el punto de vista vial se ha recurrido con éxito a la corrección o estabilización con cal, constituyendo superficies de trabajos apropiados y permitiendo, simultáneamente, contar con un adicional en la capacidad de carga de la subrasante.

Por considerarlas de interés y por no haber sido aún publicadas, se estima útil transcribir aquí las recomendaciones para diseño propuestas en el trabajo "Problemas de diseño y comportamiento de pavimentos en la provincia de Buenos Aires", establecidas con criterio tentativo, aprovechando la experiencia recogida en obras terminadas y en servicio, y que pretenden resumir las ideas actuales sobre diseño de pavimentos flexibles.

En ellas se ha sugerido:

1) Utilizar el ensayo de Valor Soporte California (C.B.R.) en subrasantes, para evaluar los espesores totales de la superestructura del pavimento, teniendo especial cuidado de que la compactación y humedad que se reproduzcan en el ensayo sean las que va a tener una vez en servicio, para lo cual se sugiere la utilización de la

"densidad de equilibrio" obtenida con la Relación de Compactación, en el moldeo de las probetas.

2) Para subrasantes con C.B.R. inferiores a 5 y/o hinchamientos superiores a 2 % se sugiere la estabilización con cal cuando sus características de drenaje permitan prever que no se lograrán densificaciones adecuadas de las capas superiores por falta de sustentación.

3) En forma análoga a la expuesta en 1) se utilizará el C.B.R. para evaluar los espesores de recubrimiento de las sub-bases no cementadas.

4) Adoptar un criterio de espesores mínimos para las capas de base y superficie de rodamiento, de acuerdo a la importancia del camino y al tránsito previsto. A tal efecto se propone en forma tentativa el cuadro que se adjunta, (Figura 3), de acuerdo a nuestros materiales y procedimientos constructivos.

5) Verificar los valores de deflexión recuperables medidos con la regla de BENKELMAN inmediatamente de terminado el camino y luego de un año de servicio y prever anticipadamente el refuerzo de la estructura cuando las deflexiones sean superiores a 70 (1/100 mm) para tránsitos medianos a pesados y superiores a 50 (1/100 mm) para tránsitos muy pesados, calculando el espesor de recubrimiento en base a la teoría y procedimiento práctico propuesto por RUIZ.

VII - FUNDAMENTOS DE LA TEORÍA DE LAS CAPAS ELÁSTICAS

En los últimos años han tenido considerable desarrollo y aceptación los procedimientos de diseño de pavimentos flexibles basados en la teoría de capas elásticas. Estos métodos han ido evolucionando progresivamente a medida que ha aumentado y se ha recopilado la información experimental proveniente de la aplicación de los diversos criterios empíricos.

Estudiados originalmente por HOGGS, FOX y ODEMARK y aplicados a pavimentos por BURMINSTER, etc., entre otros, ocupan hoy la atención de numerosos investigadores y estudiosos de todo el mundo. En la reciente Conferencia Internacional de Pavimentos Flexibles realizada en Ann Arbor, Michigan, (1962) esta escuela ha presentado varios trabajos que tratan exhaustivamente el tema (*) en la idea central y básica de

(*) C. L. RUIZ: "Consideraciones sobre la Reunión Internacional de Pavimentos Flexibles en Michigan, 1962". Revista "Vialidad", Nº 21, oct-nov-dic., 1962.

CUADRO TENTATIVO
Espesores Mínimos Sugeridos Para Diseños Actuales

	Tipo de Camino			
	① De Tránsito Muy Pesado	② De tránsito medio a Pesado	③ De Tránsito Liviano	
Superficie de Rodamiento	5 Concreto asfáltico	4 Concreto asfáltico	2 Tratamiento Triple	
Bases	10 Granular asfáltica	6 Granular asfáltica	15 Wet Sand Mix	
	12 Base negra	7 Base negra		
	15 Base granular tratada con cemento (I)	12 Base granular tratada con cemento		
	10 Suelo calcáreo Asfalto en caliente	10 Suelo calcáreo Asfalto en caliente	15 Suelo cemento (I)	15 Suelo cemento
		15 Estabilizado granular	12 Estabilizado granular	12 Estabilizado granular
		15 Tosca triturada y clasificada (II)	15 Tosca VSC ≥ 80	15 Tosca VSC ≥ 80
Sub-base	20 Tosca VSC ≥ 80	15 Tosca VSC ≥ 60	15 Suelo seleccionado VSC ≥ 30	
	20 Conglomerado calcáreo VSC ≥ 80	15 Conglomerado calcáreo VSC ≥ 60		
	15 Suelo cemento	12 Suelo cemento		
	15 Wet Sand Mix	12 Wet Sand Mix		
	20 Granito desintegrado No plástico VSC ≥ 80 (IV)	15 Granito desintegrado VSC ≥ 60 (IV)		
Sub-base 2	20 Suelo seleccionado VSC ≥ 40	15 Suelo seleccionado VSC ≥ 20	15 Suelo seleccionado VSC ≥ 10	
Sub-rasante	Para VSC < 5 hinchamiento > 2% estabilizar con cal 20 cm.	Para VSC < 5 hinchamiento > 2% estabilizar con cal 20 cm (III)		

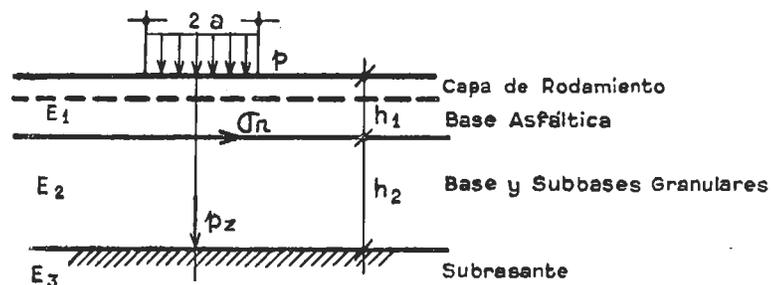
- ① Tránsito muy pesado: Más de 2000 vehículos diarios, con porcentaje apreciable de vehículos comerciales, a salida obligada de refinerías de petróleo, fábricas de cal o cemento, siderurgia y canteras de piedra.
- ② Tránsito medio a pesado: Entre 400 y 2000 v.p.d. con % apreciable de vehículos comerciales de transporte de hacienda, caracoles y esporádicamente del tipo pesado.
- ③ Tránsito liviano: Inferior a 400 v.p.d. y con tránsito comercial liviano.
- (I) En este caso se incrementa el espesor de recubrimiento de concreto asfáltico a 8 cm.
- (II) En este caso se incrementa el espesor de concreto asfáltico a 6 cm.
- (III) Se prevé que los caminos de tránsito medio a pesado incrementarán el volumen diario evolucionando hacia el tipo superior con lo que las capas de apoyo deben diseñarse en tal concepto.
- (IV) En más de las condiciones de plasticidad y CBR, el material no debe ser resiliente.

Figura nº 3

perfeccionar un procedimiento de sólida base científica y de fácil aplicación en la práctica.

La creciente utilización de pavimentos del tipo no-convencional, con espesores asfálticos considerables y capas cementadas en las bases y en los niveles inferiores, obliga al proyectista a emplear criterios o métodos que pongan en evidencia el aporte estructural y la resistencia a la flexión de tales materiales respecto de los tipos no cementados.

En la publicación "Bitumen in base courses" (editada por la Shell en el año 1960), se hace un análisis crítico del método C.B.R., demostrándose que si bien pueden lograrse buenos resultados de su aplicación a materiales granulares, para los que fue establecida la correlación original, no permite evaluar la mayor capacidad de distribución de cargas de las capas cementadas utilizadas en las bases; en esta publicación ya se



dejan planteados los principios básicos del sistema de capas.

Todos estos métodos parten de la base de que la estructura de un camino puede ser considerada como un sistema de capas elásticas (capa de rodamiento, base, sub-base), apoyado sobre una masa elástica semi-infinita. Se supone la misma bien proyectada cuando el conjunto se comporta elásticamente bajo la acción de las cargas dinámicas. La suposición está bien fundamentada desde que los materiales asfálticos responden a tal hipótesis para cortos tiempos de aplicación de las cargas y lo mismo ocurre con los granulares hasta ciertos valores del esfuerzo.

Así concebido el sistema, las tensiones y deformaciones inducidas por las cargas dinámicas pueden ser calculadas aplicando las ecuaciones generales de la teoría de la elasticidad, con sus correspondientes condiciones de borde en la superficie y en los planos de separación entre capas.

La estructura puede calcularse si el esquema se reduce a tres capas, aproximación razonablemente exacta teniendo en cuenta que las capas

bituminosas (rodamiento y base) pueden asimilarse entre sí, lo mismo que las sub-bases no cementadas, ambas descansando sobre la subrasante de apoyo que constituye la tercer capa.

En este análisis se considera que las magnitudes que pueden producir la falla de las estructuras en la etapa de servicio, o sea en definitiva los esfuerzos críticos a que éstas se ven sometidos, son:

a) La presión vertical "Pz" en la parte superior de la subrasante, localizable en el centro del área cargada y que debe ser limitada para evitar excesivas deformaciones.

b) La tensión de tracción máxima en la parte inferior de las capas asfálticas de recubrimiento, que también se localiza en correspondencia con el centro del área cargada y que no debe superar la tensión admisible de la mezcla para evitar que se produzca su fisuramiento.

La resolución de las ecuaciones de la elasticidad aplicables al esquema es compleja, pero ACUM Y FOX han tabulado (1951) las tensiones de tracción máximas de los revestimientos asfálticos, en función de la carga "p" aplicada (presión de contacto) el espesor asfáltico "h1" y la razón modular E1/E2. De la misma forma puede calcularse la presión normal sobre la subrasante "pz" conociendo los espesores h1 y h2, las relaciones de POISSON μ_1 , μ_2 y μ_3 (que se toman generalmente iguales a 0,5) y los valores E1, E2 y E3.

Los módulos E1, E2 y E3 se determinan en forma dinámica por métodos vibratorios y propagación de ondas; reconociendo las dificultades inherentes a su determinación experimental "in situ", se ha verificado una buena correlación entre los módulos E2 y E3 (para materiales sin cementar) y sus valores C.B.R., que resulta ser:

$$E(\text{kg/cm}^2) = 100 \cdot \text{C.B.R.}$$

El módulo dinámico E1 ("Stiffnes" de NIJ-BÖER y VAN DER POEL) de las capas asfálticas es función de la temperatura y del tiempo

de aplicación de la carga; estos factores deben considerarse específicamente en el diseño de la estructura, ya que fijan las condiciones límites de trabajo de las capas asfálticas: alta temperatura y carga estática producen esfuerzos críticos de compresión (fallo por corte si no tienen suficiente estabilidad); bajas temperaturas y cargas que actúan durante corto tiempo las solicitan en forma crítica por tracción produciendo su fisuramiento. El "Stiffness" de los asfaltos puede calcularse prácticamente mediante el nomograma de VAN DER POEL(**) en función de sus dos variables conociendo el punto de ablandamiento e índice de penetración del asfalto utilizado, lo mismo que el de la mezcla, en base a la concentración en volumen del agregado.

Resulta interesante destacar que las primeras curvas de la Shell (año 1960) daban un σ_r admisible de 14 kg/cm², deducidos a partir de 0°C de temperatura y 80 km/hora de velocidad de vehículos; en cambio, las presiones máximas p_z sobre la subrasante se determinaron para 20°C y 48 km/hora. Se hace notar que ésta es la primera oportunidad en que se tienen en cuenta en forma racional las dos situaciones más críticas de la etapa de servicio.

Del análisis de estas teorías se deduce la relación de dependencia que existe realmente entre las diversas capas: los esfuerzos y deformaciones que solicitan a una de ellas dependen de los espesores y módulos de las restantes. La reducción de la magnitud crítica en una capa significa siempre recargar las otras. Así, por ejemplo, la tensión de tracción σ_r y la presión vertical p_z están vinculadas en tal forma que a medida que aumenta el módulo (Stiffness) E1 de la capa asfáltica superior, va disminuyendo la presión vertical sobre la subrasante y viceversa.

Aún más recientemente, DORMON ha presentado en Michigan (1962) un trabajo basado en todos estos principios y en el que analiza las tensiones críticas en función de los espesores h1 y h2, para determinadas relaciones modulares. De su estudio puede apreciarse que las capas granulares tienen relativa importancia en la reducción de las tensiones de tracción en las capas asfálticas y que un aumento en el espesor de estas últimas es lo más efectivo para aliviar las presiones normales sobre la subrasante. En el gráfico propuesto por DORMON, se presenta una serie de curvas para diversos valores del módulo dinámico de la subrasante (en función de

C.B.R.) que permiten obtener h1 (espesor total asfáltico) y h2 (espesor combinado de sub-bases granulares). El gráfico ha sido realizado para una carga por eje de 10 toneladas y para una relación límite E2/E3 = 2 → 4, no factible de ser superada en la práctica en base a la dependencia ya establecida: si una subrasante es de muy pobre calidad, el material no cementado que se coloque sobre la misma no podrá superar cuatro veces la capacidad de carga de aquélla.

VIII — LAS CURVAS SHELL 1963

Éstas generalizan las teorías de PEATTIE Y DORMON llevándolas a la práctica a través de una serie de curvas de diseño, presentadas en forma sencilla y rápida de aplicar. Cubren un amplio rango de condiciones de tránsito y materiales y permiten obtener diversas soluciones alternativas comparables entre sí en su capacidad para delimitar las deformaciones elásticas y permanentes de las estructuras a valores que aseguren un comportamiento satisfactorio durante su vida de servicio. El método permite, además, seleccionar económicamente la combinación más favorable de capas asfálticas y granulares.

El diseño se ha reducido, en su forma práctica, a fijar los espesores de manera tal que los esfuerzos y deformaciones críticos calculados por la teoría de la elasticidad en cada punto de la estructura, se encuentren dentro de los límites admisibles. De tal análisis surge lo siguiente:

a) Se ha supuesto que la carga se aplica sobre un área de contacto circular, simplificación que no entraña error apreciable.

b) Se ha tomado en cuenta el efecto repetitivo de las cargas, en magnitud y frecuencia, para tránsitos mixtos.

c) Los módulos E han sido calculados con métodos vibratorios aplicados "in situ" y, para los fines prácticos, se ha utilizado la correlación experimental $E(\text{kg/cm}^2) = 100 \text{ C.B.R.}$

d) Las curvas han sido calculadas para una relación de POISSON igual a 0,5; los valores máximos de la presión normal crítica sobre la subrasante se han expresado en función de sus respectivos C.B.R. La tensión de tracción crítica en la capa asfáltica se ha tomado igual a 50 kg/cm², valor que considera el efecto de fatiga y un cierto coeficiente de seguridad.

e) En los cálculos se ha supuesto una relación modular entre las capas granulares y la subrasante (E2/E3) igual a 3, que se justifica por lo expuesto anteriormente.

(**) C. VAN DER POEL: "A general system describing the viscoelastic properties of bitumen and its relation to routine test data". Shell Bitumen, reprint Nº 9.

tivo del tránsito total como número de ejes de 10 toneladas por trocha y por día.

Con la vida prevista para el pavimento (en años) se obtiene del mismo ábaco (según clave adjunta) el tipo de curva de diseño que corresponde; éstas se presentan graficadas en dos formas distintas: a) para un valor particular de E (C.B.R.) cada curva de un mismo gráfico corresponde a un valor de N; b) para un valor particular de N, cada curva del sistema corresponde a un valor de E. En cualquiera de las dos formas se expresan las mismas relaciones y su utilización depende de la conveniencia del proyectista para facilidad de las interpolaciones.

Cualquier punto de una de tales curvas permite obtener una combinación adecuada de espesores asfálticos h_1 (ordenadas) y espesores granulares totales h_2 (abscisas) que corresponden a un diseño óptimo. Los gráficos establecen, también, requerimientos de calidad mínima para las capas granulares, de manera que exista una transición o relación modular factible de lograrse en la práctica: la intersección de cada curva con las líneas punteadas y su proyección sobre el eje de abscisas permite obtener los espesores parciales de materiales granulares de distinta calidad (C.B.R. 20-40-80), entendiéndose que son espesores mínimos para los C.B.R. altos y máximos para los inferiores.

IX - EJEMPLOS DE APLICACIÓN A ESTRUCTURAS EN SERVICIO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Desde el punto de vista práctico y a título de verificación de diversos diseños de la provincia, se ha aplicado el método, en forma detallada, para tres caminos característicos.

EJEMPLO 1: CAMINO DE CINTURA. MORÓN-LA TABLADA

La estructura actual de este camino, que se encuentra en su etapa de servicio, es la siguiente:

Superficie de rodamiento: 5 cm concreto asfáltico
Base asfáltica: 13 cm base negra cerrada

Primer sub-base: 18 cm suelo seleccionado C.B.R. = 30

Segunda sub-base: 22 cm suelo seleccionado C.B.R. = 10

Subrasante: Suelo arcilloso C.B.R. = 3, que se ha mejorado con 4 % en peso de cal.

Tiene dos direcciones de circulación, con 4 trochas de tránsito. El tránsito medio total diario es de 18.000 vehículos, que se distribuye en partes iguales en ambos sentidos; consecuentemente, se trabajará con 9.000 v.p.d. Si bien no se dispone de información numérica de la distribución de cargas según ejes, los censos de tránsito indican las siguientes características:

- a) Porcentaje de vehículos comerciales, 47 %
- b) Porcentaje de vehículos livianos, 53 % (carga menor de 3 t/eje).

Los mismos censos indican que de la carga comercial, el 10 % de vehículos transportan 12 t por eje (carga excedida del Reglamento), un 20 % lleva carga de 8 t/eje y el 17 % restante 6 t/eje (en número de vehículos 900, 1.800 y 1.530, respectivamente). Se supone que, para los camiones con 12 y 8 t/eje, un 40 % tiene acoplado (4 ejes de cálculo) y el 60 % restante está constituido por camiones simples (2 ejes de cálculo). De esta forma, el número total de ejes es:

ejes	
12 t	$900 \times 0,4 \times 4 = 1440$
	$900 \times 0,6 \times 2 = 1080$
8 t	$1800 \times 0,4 \times 4 = 2880$
	$1800 \times 0,6 \times 2 = 2160$
6 t	$1530 \times 1,0 \times 2 = 3060$
menor de 3 t	$4775 \times 1,0 \times 2 = 9550$

20170 ejes	

Siendo, en la realidad, que los excesos por sobre el Reglamento se han comprobado casi siempre en los acoplados, resultan sólo 1440 ejes de 12 t, mientras que el camión (1080 ejes) se encuentra dentro del Reglamento (10 t). Calculando los porcentajes de cada carga respecto del total 20170 y entrando en el gráfico de Figura 5 se obtiene la contribución al LDF para el 1 %, y para la proporción correspondiente:

12 t)	7 %	$\times 2.00 = 14.0$
10 t)	5 %	$\times 1.00 = 5.0$
8 t)	26 %	$\times 0.13 = 3.4$
6 t)	15 %	$\times 0.05 = 0.75$
menor 3 t)	47 %	$\times 0.01 = 0.47$

LDF = 23.62		

Se toma para el cálculo LDF = 24.

Tratándose de dos trochas en el mismo sentido, resulta que un 60 % de los ejes totales utilizan la trocha lenta, trocha para la que se rea-

liza el análisis estructural ($0.6 \times 20170 = 12000$ ejes).

En el ábaco de Figura 6, para $n = 12000$ y $LDF = 24$ se obtiene un número de ejes equivalentes a 10 t de 2.5×10^7 . Situándose en la curva de diseño más pesada (10^7) y para el tránsito real de la actualidad, el camino quedará diseñado para unos 10-12 años (independientemente de su estructura), valor que se adopta para poder entrar en el ábaco.

1) Se supondrá primeramente que se va a diseñar el camino y se dispone de una subrasante de $CBR = 3$ ($E = 4500$ psi). Entrando en carta 4 (Figura 7) se pueden obtener los siguientes diseños alternativos:

crítica, posibilita el empleo de materiales de inferior calidad. Se observa, también, que para la vida prevista (10 años) la estructura existente en la actualidad es deficitaria, tanto en espesores totales como en calidad de materiales empleados (debajo de los 18 cm asfálticos reales no se dispone CBR 80 y el material actual, suelo limoso de características "resilientes" ha provocado excesivas deformaciones y, consecuentemente, el agrietamiento del revestimiento asfáltico).

2) Verificando la estructura existente, podría asimilarse como "subrasante" la capa de sub-base de suelo seleccionado (con CBR medido en las condiciones actuales de servicio 20-25) (módulo $E_s = 25000$ psi). En la figura que corresponde

MODULO DE LA SUBRASANTE: $E = 4500$ libras pulg²/320 kg/cm² (CBR Aprox. 3)

Diagrama 4

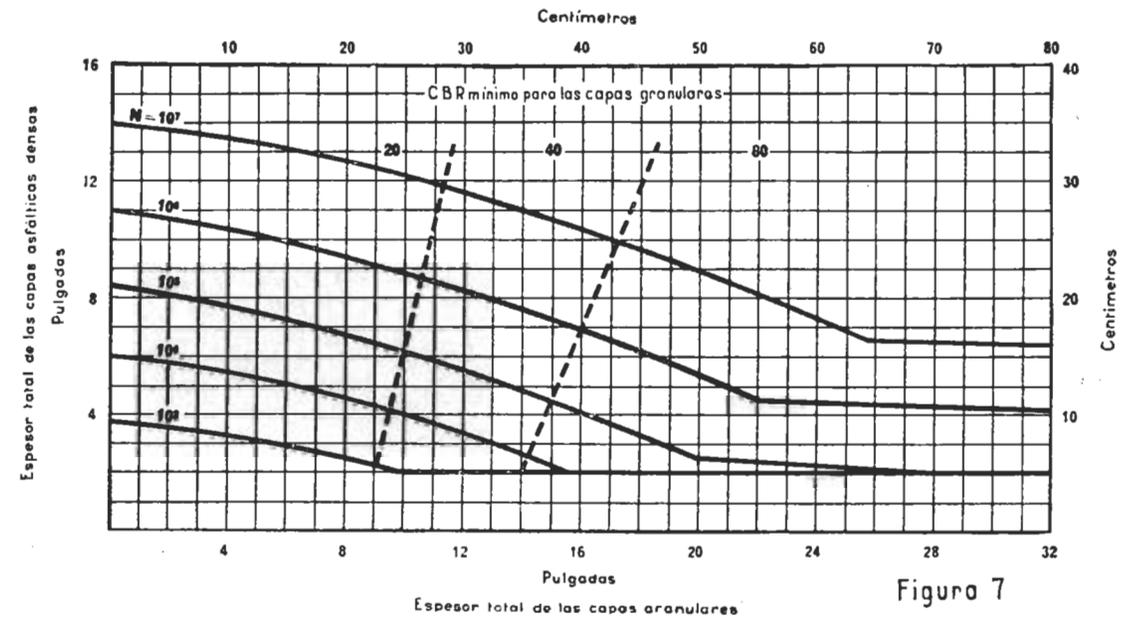


Figura 7

Diseño	h_1 (cm)	h_2 (cm)
1	18	60 (20 cm CBR 80) (15 cm CBR 40) (25 cm CBR 20)
2	25	43 (16 cm CBR 40) (27 cm CBR 20)
3	30	26 (26 cm CBR 20)

a $N = 10^7$ y para ese módulo, se tienen las alternativas:

Diseño	h_1 (cm)	h_2 (cm)
1	18	17 (17 cm CBR 80)
2	28	

De estos diseños alternativos se deduce que el incremento de las capas asfálticas superiores permite reducir notablemente el espesor de las granulares y, al descargarlas en su sollicitación

El primero de los diseños, que corresponde al espesor real asfáltico, indica que faltaría una capa granular intermedia de CBR 80; la segunda alternativa muestra que un refuerzo de 10 cm asfálticos estaría de acuerdo con las curvas Shell,

por no requerir espesor granular alguno. Es interesante señalar que este recapado (próximo a realizarse), es equivalente al calculado por RUIZ en base a las medidas de deflexión realizadas en oportunidad de proyectarse el refuerzo. Si bien las curvas Shell son algo conservativas y darían espesores levemente superiores a los necesarios, debe recordarse que la base "negra" existente no es estrictamente el tipo de capa asfáltica a que se hace referencia en la publicación original. Además, resulta aconsejable usar espesores asfálticos mayores que los dados por las curvas sobre suelos limosos "resilientes" que, en la práctica, dan mayores deflexiones que las estimadas a partir de su CBR. En acuerdo con los análisis realizados, el recapado tendría una vida útil de 10 años, debiendo preverse un futuro refuerzo antes de finalizar la "vida de diseño" para evitar realizarlo sobre una estructura ya deteriorada o debilitada.

EJEMPLO 2: SOBRE DISEÑO "CONVENCIONAL"

CAMINO: OLAVARRÍA - TORNQUIST

3er. Tramo 1ª y 2ª Secciones

En servicio desde 1959-60, ha presentado algunas fallas estructurales que se atribuyen a la calidad de la base.

Estructura existente:

- 5 cm carpeta concreto asfáltico.
- 15 cm base de tosca CBR mayor de 80.
- 20 cm sub-base, mezcla de tosca y suelo seleccionado CBR mayor que 30.
- Subrasante CBR = 8.
- Tránsito medio diario actual . 100 vpd
- Por trocha 50 vpd
- Vehículos comerciales 44 % = 22 vpd
- Vehículos livianos 56 % = 28 vpd

De acuerdo al tipo de carga transportada se considera que no hay vehículos que exceden el Reglamento y que, para el porcentaje de 10 t/eje, el acoplado debe calcularse con 10 y el camión con 8 t/eje. Cumpliéndose la misma distribución porcentual de camiones simples y con acoplado del ejemplo 1 (60 y 40 %, respectivamente) se tendría para 5 % de carga sobre 10 t, 25 por ciento sobre 8 t y 14 por ciento de 6 t:

	%	ejes	ejes
10 t)	0,4 × 5 × 22 vpd × 4 =	17,6	
	0,6 × 5 × 22 vpd × 2 =	13,0	
8 t)	1,0 × 25 × 22 vpd × 2 =	11,0	
6 t)	1,0 × 14 × 22 vpd × 2 =	6,4	
> 3 t)	1,0 × 28 vpd × 2 =	56,0	
		TOTAL = 104,0	

Contribución al LDF:

10 t)	-----	× 1,0 =	16,9
	104		
8 t)	13,0 + 11,0	× 0,13 =	3,0
	104		
6 t)	6,4	× 0,05 =	0,30
	104		
3 t)	56,0	× 0,01 =	0,50
	104		
		LDF total 20,70	
		se toma para el cálculo 20	

Con: **LDF = 20**

n = 20 años

Nro. eje = 104 se obtiene la curva de diseño N = 1,5.10⁵

Entrando en el gráfico correspondiente a CBR = 7 (prácticamente, equivalente al CBR de la subrasante) se tendrían los siguientes diseños alternativos:

Diseño	h ₁ (cm)	h ₂ (cm)
1	5	60 (40 cm CBR = 80) (20 cm CBR = 40)
2	7,5	28 (10 cm CBR = 80) (18 cm CBR = 40)
3	10,0	20 (20 cm CBR = 40)

La primera solución muestra que para los 5 cm de carpeta asfáltica existentes serían requeribles: a) un mayor espesor total de estructura, b) mayor espesor de base de CBR = 80 con seguridad de que se mantengan en la etapa de servicio, c) un material de CBR = 40, que si bien podría asimilarse, en principio, al existente de CBR = 30, no cumple los requerimientos de espesor.

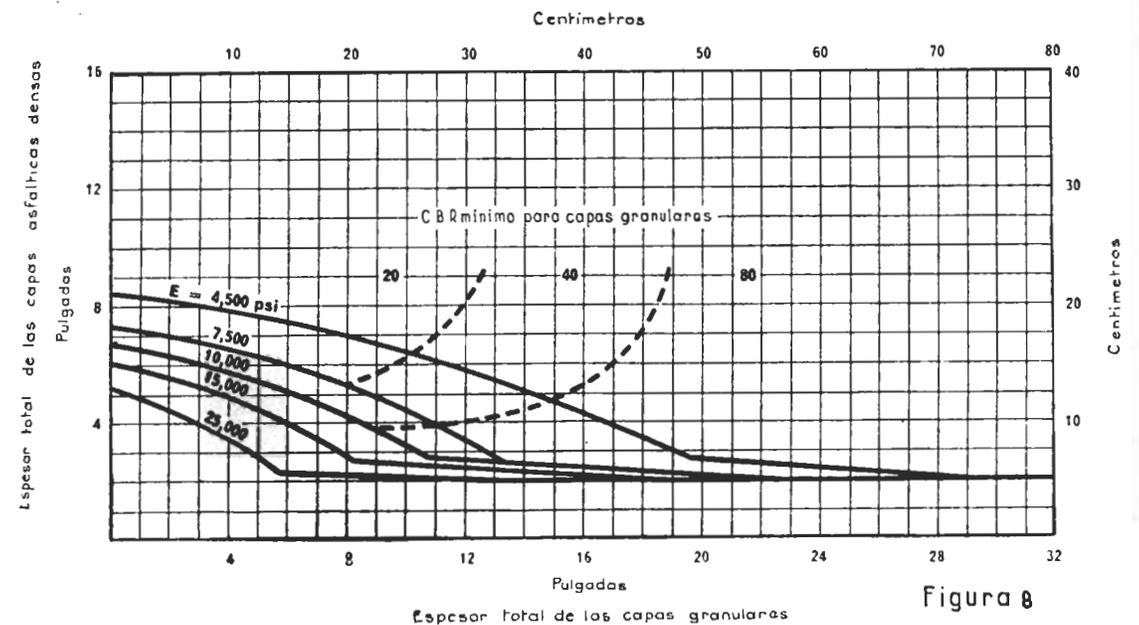


Figura 8

La segunda alternativa indica que de haberse proyectado en origen una carpeta asfáltica levemente superior (7,5 cm) solamente se hubieran requerido 10 cm de CBR = 80 y 18 de CBR = 40, diseño que hubiera cumplido con los requerimientos en calidad y espesores totales. Se ve, igualmente, que de realizarse un recubrimiento que lleve el espesor total asfáltico a 10 cm, se "descarga" suficientemente la base que, entonces, requiere solamente CBR = 40, situación que se considera realista, por ser la tosca de base un material de los clasificados por RUIZ como "subnormales".

EJEMPLO 3: SOBRE DISEÑOS MODERNOS CAMINO: JUNÍN - VIAMONTE - 9 DE JULIO

Obra terminada en varios tramos parciales, cumple con las recomendaciones de diseño propuestas en la Tabla Tentativa de Figura 3.

En los tramos habilitados los levantamientos parciales arrojan un tránsito medio diario de 312 vpd. Se supone que una vez completos, la ruta y el sistema que la vincula a la red provincial, se producirá un incremento que llevará al T. M. D. a 500 vpd, o sea 250 vpd y por trocha.

Como el tipo de carga transportada es esencialmente hacienda, cereales y, esporádicamente, combustibles (clasificación Tipo II de la Tabla Tentativa) se considera un L. D. F. equivalente al hallado en el ejemplo 2, que refleja una similar

distribución de ejes. Se adopta, entonces, para el diseño, L. D. F. = 20.

Vehículos comerciales

45 % = 112

Vehículos livianos

55 % = 138

Número total de ejes:

(acoplados) 0,4 × 4 × 112 = 179

(c. simples) 0,6 × 2 × 112 = 135

(v. livianos) 1,0 × 2 × 138 = 276

590 ejes

Para una vida de diseño de 20 años y un LDF = 20 se obtiene en el ábaco de Figura 6 un número de ejes equivalente = 10⁵, N. diseño = 10⁵.

Estructura proyectada:

5 cm concreto asfáltico

10 cm base granular asfáltica

15 cm suelo-cemento (6 %)

20 cm en suelo seleccionado CBR = 12

Subrasante CBR = 6

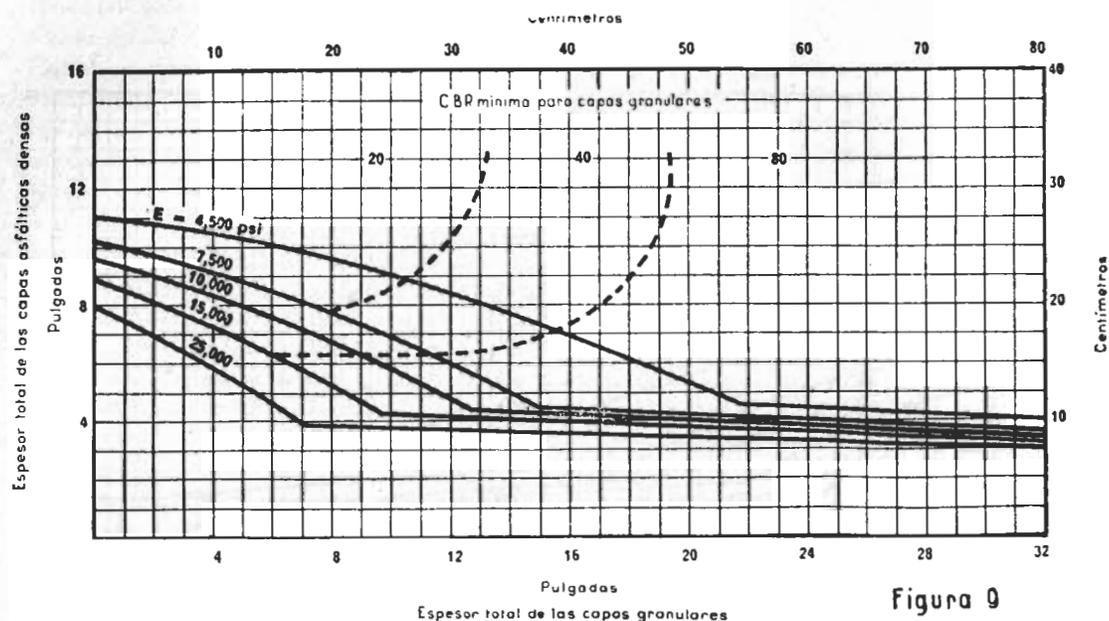


Figura 9

a) Sobre un suelo de CBR = 6 ($E_s = 8.500$ psi) y en el gráfico correspondiente a 10⁶ se obtiene la siguiente alternativa:

- 1) $h_1 = 15$ cm, $h_2 = 28$ cm (10 cm CBR = 80)
(18 cm CBR = 40)

Asimilándose el suelo-cemento a un granular con CBR = 80 y teniendo en cuenta que se tienen realmente 15 cm en lugar de los 10 exigidos, se superaría el pequeño déficit en la primer sub-base.

b) Sobre CBR = 12 ($E_2 = 18000$) se obtienen $h_1 = 15$ cm y $h_2 = 13$ cm (CBR = 80) que cumple con los requerimientos del diseño.

Debe agregarse que, hasta el momento, la estructura habilitada no muestra síntoma alguno de falla estructural o local.

X - CONCLUSIONES FINALES

1) En base a la experiencia propia con el método CBR y a una serie de limitaciones a los materiales y espesores utilizados corrientemente, se propone una TABLA DE DISEÑO TENTATIVA con CALIDADES Y ESPESORES MÍNIMOS, una clasificación de tránsito en tipo y frecuencia de cargas y una serie de recomendaciones para diseño que pretenden resumir las ideas actuales de la provincia en materia de pavimentos flexibles.

2) La evolución experimentada en los últimos años por los métodos basados en la teoría de las capas elásticas ha sido seguida de cerca por la provincia de Buenos Aires, considerándose hoy que tales métodos representan adecuadamente el comportamiento de las estructuras flexibles sometidas a la acción de cargas dinámicas en su etapa de servicio.

3) Las curvas Shell, basadas en tales esquemas y con la simplificación introducida para el cálculo de los módulos dinámicos en base a los respectivos CBR, llevan al sistema a una forma práctica y sencilla de aplicar, cubriendo un amplio rango de condiciones de tránsito y materiales y permitiendo obtener soluciones alternativas óptimas, comparables entre sí por su comportamiento en la vida de servicio.

4) La forma de evaluar los efectos del tránsito mixto en base a su equivalente destructivo para las distintas cargas (LDF), resulta la más aconsejable, de acuerdo con la experiencia anterior y ratificada por los recientes caminos experimentales.

De la aplicación del criterio surgen elevados valores de LDF para las actuales condiciones de tránsito (20-25), en oposición a los comunes en Europa y EE. UU. (del orden de 5) para caminos de tránsito pesado. Tales valores se originan

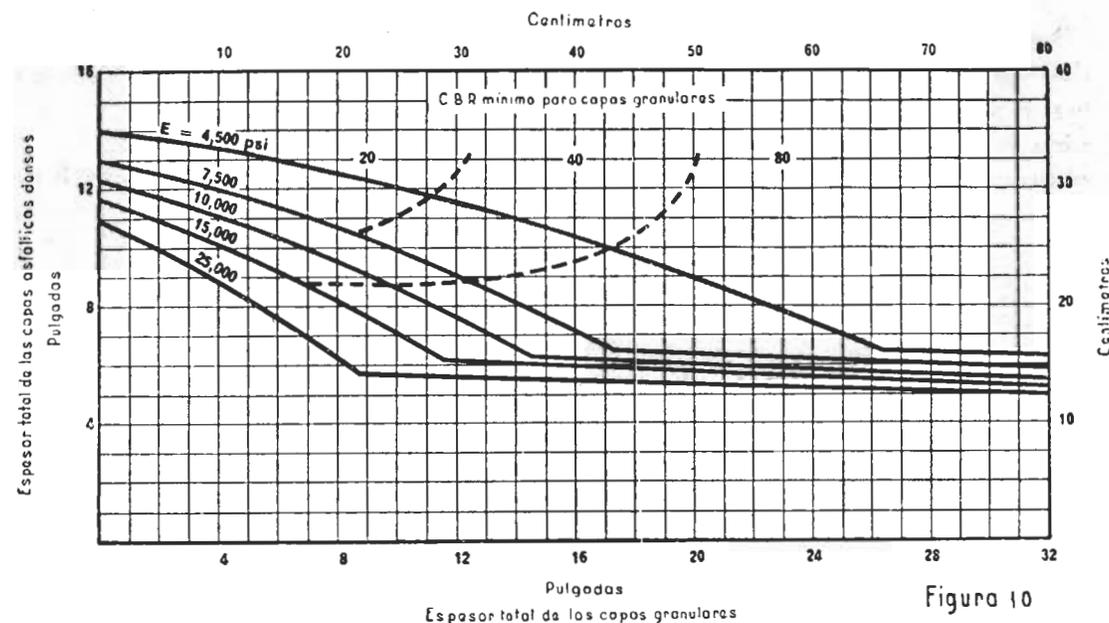


Figura 10

en los elevados porcentajes de vehículos comerciales de las rutas provinciales, aunque los efectos destructivos finales se ven algo compensados por el menor número de ejes totales de nuestros caminos. Con la distribución real de cargas en vehículos comerciales y livianos resultan, en líneas generales, solamente tres valores característicos del LDF, que corresponden a los tipos de tránsito esbozados en el Cuadro Tentativo.

5) De los análisis prácticos realizados se deduce que la contribución al LDF, de los automóviles y vehículos livianos, resulta despreciable frente a la circulación de aún muy pequeños porcentajes de cargas pesadas. Un vehículo de 14 t/eje, excedido en un 40 % al Reglamento (carga verificada en algunos caminos provinciales), tiene un equivalente destructivo del orden de 5 veces la carga reglamentaria (10 t), hecho que justifica cualquier inversión que pueda realizarse para efectuar controles efectivos.

6) De la aplicación de las curvas surge el elevado valor estructural de las capas asfálticas

constituidas por mezclas en caliente de tipo superior y su influencia, tanto para reducir los espesores totales de la estructura como para aliviar la sollicitación de las capas granulares y de la subrasante.

7) Verificados algunos diseños típicos de la provincia de Buenos Aires, se ha podido comprobar que las Curvas Shell hubieran previsto las fallas observadas en servicio de las estructuras deficitarias en espesores y calidad de materiales. Los diseños acordes con el método están en vías de comprobación por ser rutas recientemente habilitadas, aunque hasta el presente no han surgido indicios de fallas estructurales. En las estructuras del primer tipo, el método prevé la acción de los refuerzos ya que permite diseñar "en etapas" al relacionar la estructura con su vida de diseño. Los recapados oportunos, realizados en término, pueden salvar la estructura existente y aumentar su vida útil considerablemente.

8) Si bien con las curvas Shell se trata específicamente del diseño de pavimentos con mezclas asfálticas de tipo superior, no debe descartarse el uso de tratamientos superficiales para caminos de menor importancia o para construcción en etapas pero, en tal caso, habrá que prever que las mayores deflexiones exigirán vidas de diseño inferiores para evitar las fallas por fatiga.

9) De los ejemplos realizados se verifica una buena concordancia entre los criterios tentativos propuestos y los que surgen de la aplicación de las curvas Shell, siendo de particular significación la similitud en espesores totales, la tendencia hacia el uso de mayores espesores combinados de carpetas y bases asfálticas y el criterio conservativo con que deben utilizarse las capas cementadas. En el futuro se espera verificar todas las estructuras que se proyecten de acuerdo al CBR y al Cuadro Tentativo propuesto con las curvas Shell, que incluyen un procedimiento práctico para la evaluación de su vida útil.

BIBLIOGRAFÍA

- LOCKHART, JORGE M., *Dimensionado de pavimentos flexibles en los Estados de Texas y California: su comparación con el C. B. R. de la provincia de Buenos Aires*. Publicación N° 9, D.V.B.A., noviembre, 1959.
- LILLI, FÉLIX J. y LOCKHART, JORGE M., *Problemas de diseño y comportamiento de pavimentos en la provincia de Buenos Aires*. Trabajo presentado a la V Reunión de Pavimentación, Río de Janeiro, Brasil, julio, 1964. En prensa.
- LILLI, FÉLIX J., *Diseño estructural de pavimentos flexibles*. Publicación N° 23, D. V. B. A., 1962.

- LOCKHART, JORGE M. y LILLI, FÉLIX J., *El A.A. S.H.O. Road Test: aplicabilidad de sus resultados en el panorama vial argentino*. XII Reunión del Asfalto, 1962.
- RUIZ, CELESTINO L., *Consideraciones sobre la Reunión Internacional de Pavimentos flexibles en Michigan*, 1962. Revista "Vialidad", N° 21, 1962.
- SHELL, LTED., *Shell 1963 design charts for flexible pavements*.
- RUIZ, CELESTINO L., *Conferencia pronunciada en el Centro de Ingenieros Provincia de Buenos Aires*, junio, 1964.
- PEATTIE, K. R., *A fundamental approach to the design of flexible pavements*. Proceedings Ann Arbor, Michigan, 1962.
- DORMON, G. M., *The extension to practice of a fundamental procedure for the design of flexible pavements*. Proceedings Ann Arbor, Michigan, 1962.
- VAN DER POEL, C., *A general system describing the visco-elastic properties of bitumen and its relation to routine test data*. Shell Bitumen, reprint 9.
- NIJBOER, L. W. y VAN DER POEL, C., *A study of vibration phenomena in asphaltic road constructions*. Proc. Ass. Asphalt Paving Technologists, 1953.
- RUIZ, CELESTINO L., *Sobre el cálculo de espesores para refuerzo de pavimentos*. Trabajo presentado en la XIII Reunión Anual del Asfalto, Córdoba, 1964.

Bases de Suelo - Asfalto

Preparadas

y

Colocadas

en

Caliente

Por el Agrimensor
CARLOS F. MARCHETTI (*)

Jefe de la División Laboratorio
Departamento Estudios Técnicos y Económicos

Las bases de suelo-asfalto preparadas y colocadas "en caliente", han constituido una solución económica en una amplia zona de la provincia de Buenos Aires (región nor-noroeste) donde la carencia de agregados pétreos y los costos elevados de su transporte hasta las mismas han permitido desarrollar este tipo de estructuras como una aplicación del aprovechamiento de los materiales locales. Si bien en la XII Reunión del Asfalto, en 1962, el autor expuso, conjuntamente con el ingeniero Luna, los detalles del proyecto, elaboración y utilización de estas mezclas, se juzga oportuno hacer aquí una breve reseña de los lineamientos generales del problema.

INFORME PROGRESIVO

(*) Presentado a la XIII Reunión Anual del Asfalto.

El suelo utilizado fue el denominado comúnmente "tosca de barranca en formación", que es loess con concreciones calcáreas de las siguientes características:

- Límite líquido 33.
- Índice de plasticidad 5.
- % pasa tamiz 74 micrones por vía húmeda 30 %.
- Clasificación HRB e I.C. - A-2-4(0).
- Ensayo de compactación (norma DVBA Mn 11-60 D) y AASHO T 99.
- PUVS. 1,42 kg/dm³.
- Humedad óptima 26,0 %.

El material considerado así como agregado se dividió en dos fracciones, pasa tamiz 3/4" - retiene N° 10 y pasa esta última malla, siendo cada una de ellas de 50 %. La dosificación de la mezcla se estudió en laboratorio con la técnica del ensayo de estabilidad y fluencia Marshall, con la única variante del moldeo de las probetas, que se compactaron con presión estática a doble pistón aplicando una carga de 80 kg/cm². Se utilizó betún asfáltico de penetración 70-100, cuyo tenor óptimo hallado fue alrededor de 11 % en peso. La estabilidad Marshall oscila entre 350 y 500 kg y la fluencia de 13 a 21 centésimos de pulgada, para densidades de 1,55 a 1,65 kg/dm³.

Para la elaboración de estas mezclas se utilizaron distintos tipos de usinas; en el camino Luján-Campana se usó una usina CSAKY de fabricación nacional; en el de unión de Ruta 210 y 14, una Theodor Ohl, alemana; y en el enlace de Rutas 8 y 9 por Del Viso, una Parker Star-mix 17, inglesa; en todos los casos provistas de secador adicional. El tiempo de mezclado osciló alrededor de 1 minuto y las usinas trabajaron con un rendimiento aproximado del 50 % con relación al de elaboración de una mezcla de concreto asfáltico.

No se anotaron dificultades en el proceso de distribución y compactación de las mezclas, utilizando terminadoras de distintas características y aplanadoras tándem livianas de 3 a 5 y de 5 a 7 t. En un caso se combinaron pasajes de aplanadora tándem 3-5 t con rodillo neumático auto-propulsado y luego aplanadora tándem pesada, lográndose muy buenos resultados.

Se realizaron en todos los casos ensayos de contralor en obra sobre la mezcla elaborada (estabilidad y fluencia Marshall) con la técnica descrita, obteniéndose los resultados que a continuación suministramos como valores medios representativos:

- Densidad media de moldeo: 1,65 kg/dm³.
- Estabilidad Marshall a 60°C: 310 a 550 kg.
- Fluencia en 0,01": 13 a 20.
- Densidad "in situ" a 24 horas de compactada: 90 % de la de moldeo.

-Ídem en períodos de 1 semana a 2 meses bajo tránsito: 95 a 105 % de la de moldeo.

El librado al tránsito se efectuó sin inconvenientes a las 6 horas de terminado el proceso de compactación.

OBSERVACIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LAS BASES EN SERVICIO

a) Comportamiento bajo tránsito: Si bien las mezclas que nos ocupan fueron proyectadas en todos los casos como bases, circunstancias derivadas del escalonamiento de las etapas constructivas de la estructura total han determinado que aquéllas se encontraran sometidas a la acción del tránsito por períodos más o menos prolongados. Expone-mos a continuación los datos de censos de tránsito realizados en los años 1962 y 1963, para dos de los caminos en donde se ha construido la base de suelo-asfalto, el de Campana-Luján y la unión de las Rutas 210 y 14.

TMD-1962			aut.ómn.	camiones liv.-pesad.
* (1)	737	%	38 - 3	19 - 40
* (2)	2.150	%	41 - 12	26 - 21
TMD-1963			aut.ómn.	camiones liv.-pesad.
* (1)	1.610	%	40 - 2	17 - 41
* (2)	12.340	%	42 - 12	21 - 25

(*) (1): Campana - Luján.

(*) (2): Enlace Rutas 210 y 14.

Cuando informamos, en noviembre de 1962, sobre el estado de las bases construidas, dijimos: la edad de los tramos sometidos al tránsito indicado oscila entre 9 y 12 meses. No se han observado deterioros apreciables en la estructura de la capa, salvo algunas fisuras aisladas coincidentes con la trocha cargada en Luján-Campana y cuarteo superficial en el enlace de Rutas 210 y 14, con grietas de profundidad máxima de 1,5 cm y atribuidas, en este último caso, a la disminución apreciable del espesor de capa en el centro de la calzada, ya que la mezcla oficia aquí de correctora del perfil transversal.

Es un hecho ya conocido en estas mezclas, que los terrones y concreciones que están en la super-

ficie -y por lo tanto parcialmente cubiertos con asfalto- se disgregan o se separan de la mezcla por la acción combinada de la humedad, agua de lluvias y succión de los neumáticos. Es así que la superficie ofrece un aspecto de "picado" que se nota con mayor intensidad en los tramos construidos en invierno mientras que en los construidos en los meses de verano la acción combinada de la temperatura y del tránsito provocan un "cierre" de la superficie.

Ahora bien, habiéndose observado algunos deterioros en la base del camino Campana-Luján, es nuestro deber pasar a analizar las fallas observadas y sus posibles causas.

1) Gran parte de los inconvenientes presentados se deben al hecho de que la estructura del pavimento ha estado funcionando, durante un tiempo muy superior al previsto, en condiciones distintas para las que fuera proyectado. En efecto, la base de suelo calcáreo-asfalto, prevista en función de tal, ha estado sometida a un intenso tránsito (camiones pesados con grandes frecuencias diarias) durante intervalos de tiempo que oscilan de 1 año a 1 año y 8 meses, sin ser cubierta con la carpeta de rodamiento de concreto asfáltico. Las circunstancias económicas, bien conocidas, han obligado a esta situación.

2) Como consecuencia inmediata de este hecho anormal, la base de suelo asfalto presenta en algunos tramos, los más transitados y primeramente construidos, una serie de fisuras que en la mayoría de los casos no ocasionan pérdida del perfil superficial, pero que en otros, agravado notoriamente por la presencia de agua, constituyen baches bien localizados.

3) Los orígenes de las fallas pueden deberse al típico fenómeno de cuarteo en "piel de cocodrilo" (fallas estructurales del conjunto) o bien a alguna falla localizada de la capa en estudio. El fenómeno puede explicarse de la siguiente manera: habiendo quedado la base en servicio sometida, por un tiempo muy prolongado, como se dijo, a intenso tránsito, ha sufrido la influencia climática, más la acción de las cargas. Estas influencias climáticas son: absorción de agua, hinchamiento, fisuramiento y posterior cuarteado.

Cuando aparecen las primeras fisuras, que son profundas, el hinchamiento de los terrenos de suelo de la mezcla (recordemos que son secados en planta hasta 4 % de humedad) produce presiones que exceden la capacidad de tracción del material. Las fisuras iniciales representan líneas de destrucción estructural ocasionadas por su alargamiento y combado de la capa continua. Esencialmente, debe haber ocurrido algo

similar al fisuramiento de los pavimentos de hormigón provocados por la expansión desarrollada por la reacción álcali-agregado.

El fisuramiento inicial permite una más fácil entrada de agua e intensificación del fenómeno en cadena, agravado posteriormente por la acción de las cargas sobre la base ya debilitada. Observando los terrones de suelo en el interior de la base en las zonas falladas, particularmente en la parte inferior, se ve que presentan humedad elevada y se desintegran fácilmente.

Para fundar experimentalmente la interpretación dada a los fenómenos observados, se ha formulado un programa de experiencias de laboratorio, de las cuales se han cumplido las etapas preliminares que confirman en parte la suposición original.

Estas experiencias consisten en la determinación de la presión de hinchamiento de la mezcla de suelo-asfalto y de la resistencia a la tracción de la misma, medida esta última por el ensayo de compresión diametral, a fin de comparar dichas magnitudes.

Se preparan probetas Marshall con la técnica ya establecida de moldear a carga estática doble pistón con presión de 80 kg/cm² y luego, sin sacarlas del molde especialmente construido al efecto, se desgastan con papel de lija ambas caras, a fin de descubrir los terrones de suelo, simulando la acción abrasiva del tránsito. Este dispositivo se fija a una base perforada, el molde también lo está, y a una placa de metal perforada que se acopla al aro dinamométrico sumergiendo a los moldes con probeta en agua y ajustando el mecanismo de manera tal que el volumen de la probeta se mantenga prácticamente constante

$$\frac{\Delta V}{V} \leq 0,5 \%$$

Luego se mide la presión de hinchamiento.

Se han registrado resultados de hasta 800 g/cm² a los 8 y ½ días de inmersión. Posteriormente, y esa etapa está en realización, se ensayan las probetas a compresión diametral para determinar la resistencia a la tracción.

Se han realizado medidas de deflexiones Benkelman en zonas fisuradas y no fisuradas, tanto sobre la base de suelo-asfalto como sobre la sub-base de suelo-cemento.

El conjunto de los valores muestra que el fisuramiento de la carga de base es independiente del estado de la sub-base y que se debe, no a una falla de la estructura en conjunto, sino a la del material de la capa de base que, como hemos dicho anteriormente, por no haber sido

recubierto a tiempo ha sufrido una degradación por hinchamiento después de retener agua proveniente de las fuertes precipitaciones pluviales del final del año 1963.

En el camino de enlace de Rutas 210 y 14 no se observaron fallas como las anotadas en el lapso que estuvo la base sometida al tránsito (total 4 y $\frac{1}{2}$ meses), siendo luego recubierta con una capa de concreto asfáltico abierto de 5 cm de espesor y otra de mezcla idéntica, pero más cerrada, del mismo espesor.

En base a las observaciones expuestas en este informe progresivo, se pueden formular las siguientes conclusiones:

1º) Las mezclas de suelo-asfalto en caliente, del tipo que nos ocupa, pueden estar sometidas al tránsito por un período máximo de 60 días, debiéndose proceder inmediatamente a su cubrimiento con la capa de rodamiento de concreto asfáltico.

2º) Las fallas observadas deben ser atribuidas a las causas expuestas: acción combinada de los agentes climáticos y cargas excesivas sobre una estructura que trabaja fuera de los límites previstos.

3º) Se proseguirán los estudios de la presión de hinchamiento desarrollada en estas mezclas y, consecuentemente, su resistencia a la tracción medida por los ensayos indicados.

IV Simposio del Equipo Vial

Exposición de Maquinaria Vial

La Comisión Permanente del Equipo Vial realizó, entre el 13 y el 20 de noviembre, inclusive, una Exposición de Maquinaria Vial, donde se mostró la potencialidad de la industria vial nacional y los avances técnicos de la industria extranjera de la especialidad. La muestra estuvo abierta al público todos los días entre esas fechas y se llevó a cabo en Plaza Italia de La Plata.

Además, los días 14 y 15 de noviembre, en el LEMIT, calle 52 entre 121 y 122, se desarrolló el IV Simposio del Equipo Vial, también organizado por la misma Comisión Permanente, donde como en ocasiones anteriores se trataron temas atinentes al equipo vial y su utilización.

En la Comisión Permanente del Equipo Vial están representadas la Dirección Nacional de Vialidad, la Asociación Argentina de Carreteras, la Cámara Argentina de la Construcción, la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, la Cámara de Fabricantes de Maquinaria Vial, la Cámara de Importadores de Maquinaria para la Construcción, el LEMIT y las Vialidades Provinciales de Santiago del Estero, Formosa, Río Negro, Santa Fe, Entre Ríos, La Pampa, Tucumán y Misiones.

En el próximo número publicaremos los detalles del Simposio y de la Exposición.

Resolución

de

Por el Ingeniero
HERALDO I. SALINERO
Departamento Estudios Técnicos y Económicos

Una

Placa

El presente trabajo consiste en resolver una placa cuadrada (como caso particular de una rectangular), sometida a la acción de una carga uniformemente distribuida y cuyas condiciones de apoyo son: dos bordes empotrados contiguos y dos libres según se indica en la Figura 1.

Rectangular

RESOLUCION DE UNA PLACA RECTANGULAR CON DOS
BORDES LIBRES Y DOS BORDES EMPOTRADOS

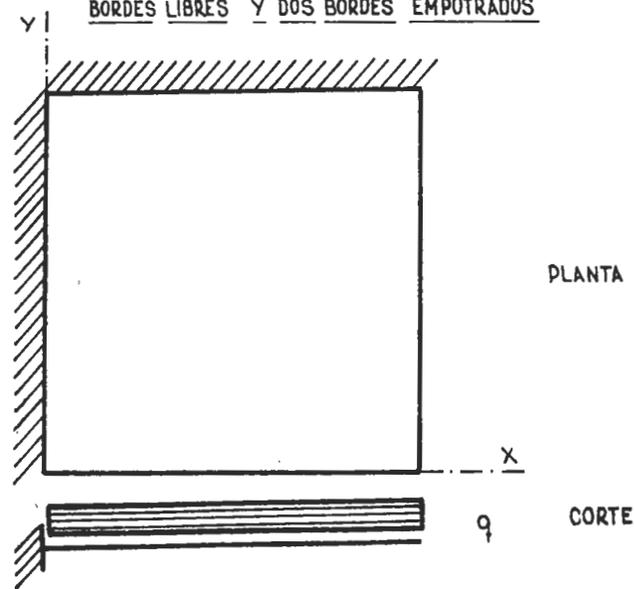


FIGURA 1

El problema de las placas se concreta a hallar soluciones a la ecuación de Germain Lagrange,

$$\frac{\delta^4 \omega}{\delta x^4} + 2 \frac{\delta^4 \omega}{\delta x^2 \delta y^2} + \frac{\delta^4 \omega}{\delta y^4} = \frac{q}{N}$$

ecuación 1

que vincula la elástica de deformación: ω , con la carga: q y la rigidez

$$N = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \mu^2)}$$

(siendo E: módulo de elasticidad del material, h: altura de la placa y μ : coeficiente de Poisson).

Evidentemente, para que la solución de la ecuación diferencial sea solución del problema estructural, deberá cumplirse con las condiciones de borde.

Existen varios métodos aproximados para hallar la solución de la ecuación 1, como ser: desarrollos en series dobles (Navier); desarrollos en series simples (Levy); métodos variacionales (Ritz, Galerkin, Biezeno, Koch, etc.); Diferencias finitas.

En nuestro caso se adoptó este último método.

La solución en diferencias finitas consiste en hallar valores particulares de la función buscada,

en puntos prefijados de un recinto de integración. La curva que representa a la función es reemplazada por una poligonal inscrita en la misma y los intervalos de integración son supuestos finitos en lugar de infinitamente pequeños.

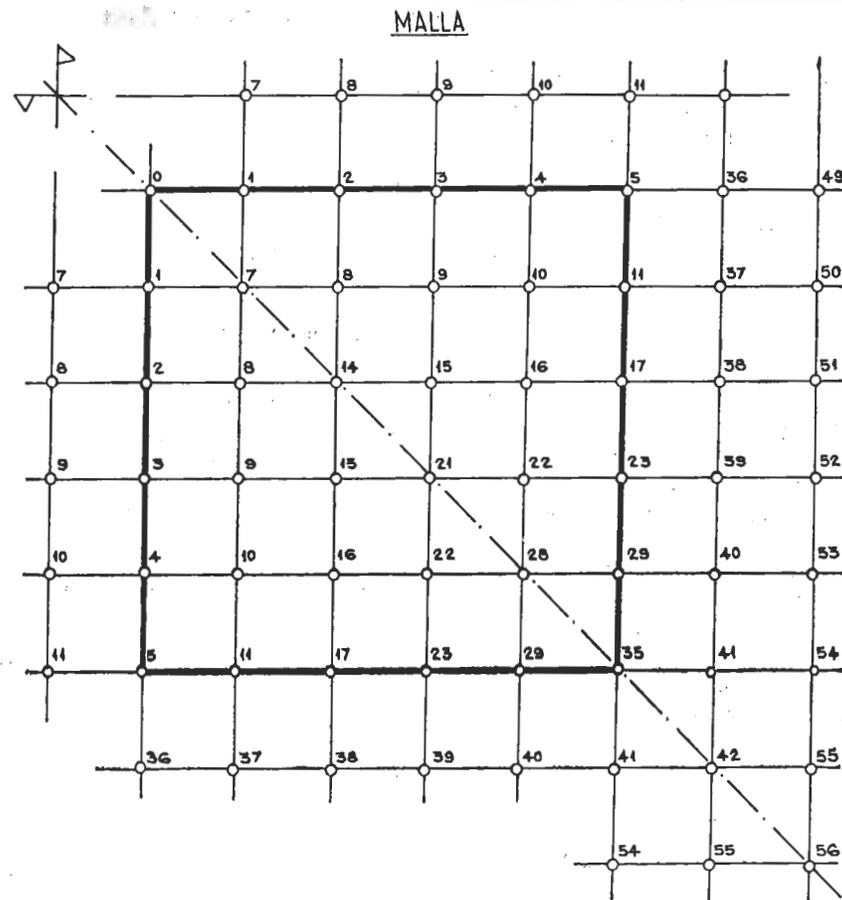
Para ello se ha fraccionado la placa en una cuadrícula de lados cuadrados ($\Delta x = \Delta y = \Delta$), según se muestra en la Figura 2. También se indica la nomenclatura de un punto genérico h y sus circunvecinos, así como también la ubicación de un eje de simetría.

Los puntos exteriores a la placa, y que están indicados en la malla, se deben considerar, pues intervienen al plantear la ecuación en los bordes y sus puntos vecinos.

La ecuación general 1 expresada en diferencias finitas es: (aplicada en el punto k):

$$20 \omega_k - 8 (\omega_{k+1} + \omega_{k-1} + \omega_l + \omega_l) + 2 (\omega_{l+1} + \omega_{l-1} + \omega_{l+1} + \omega_{l-1}) + (\omega_{k+2} + \omega_{k-2} + \omega_m + \omega_n) = \frac{q}{N} \cdot \Delta^4$$

ecuación 2



PUNTO GENERICO k

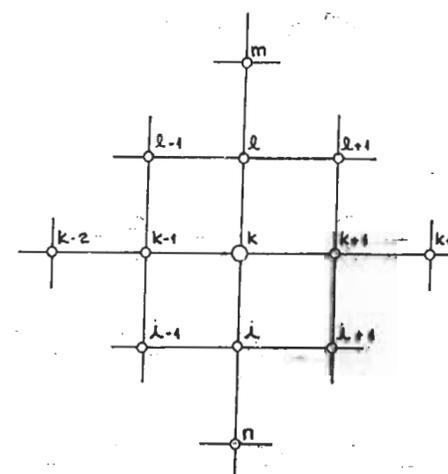


FIGURA 2

Siendo la ecuación 1 válida para todos los puntos de la malla, el problema consiste en plantear la ecuación 2 en todo el recinto. Esto nos llevará a un sistema de ecuaciones lineales que habrá que resolver.

Evidentemente, la exactitud de los resultados depende de la densidad de puntos sobre la malla que se hayan tomado, pero, a mayor cantidad de puntos, mayor será el sistema de ecuaciones a resolver.

Este problema se salva en forma eficaz con el uso de la computadora electrónica para resolver el sistema.

Obtenido el valor de la elástica incógnica ω , en cada punto, se pueden hallar todos los esfuerzos característicos, dado que todos son función de aquella.

La ecuación 2 se puede expresar en forma de operador simbólico:

Este operador se aplica en los 15 puntos de la mitad superior de la placa y nos dará los coeficientes de las 15 primeras ecuaciones que figuran en la matriz de Figura 6.

Como ejemplo, la aplicación del operador en el punto 7 nos lleva a:

$$20 \omega_7 - 8 (\omega_1 + \omega_8 + \omega_9 + \omega_{11}) + 2 (\omega_2 + \omega_{14} + \omega_3 + \omega_6) + (\omega_7 + \omega_0 + \omega_0 + \omega_7) =$$

$$= \frac{q}{N} \cdot \Delta^4$$

que agrupando queda:

$$22 \omega_7 - 16 \omega_8 + 2 \omega_9 + 2 \omega_{11} = \frac{q}{N} \cdot \Delta^4$$

Se dijo que la solución de la ecuación 1 debe cumplir las condiciones de borde.

El borde paralelo al eje y, por carecer de vínculos, tiene como primera condición que el momento flexor M_x es nulo.

La expresión de M_x en diferencias finitas es

$$M_x = \frac{N}{\Delta^2} [-2 \omega_k + \omega_{k-1} + \omega_{k+1} - \mu (-\omega_1 + 2 \omega_k - \omega_{11})]$$

ecuación 3

Supuesto $\mu = 0$ queda, aplicándola en el punto 3, por ejemplo,

$$-2 \omega_{11} + \omega_{10} + \omega_{87} = 0$$

La ecuación 3 también se puede escribir en forma de operador simbólico:

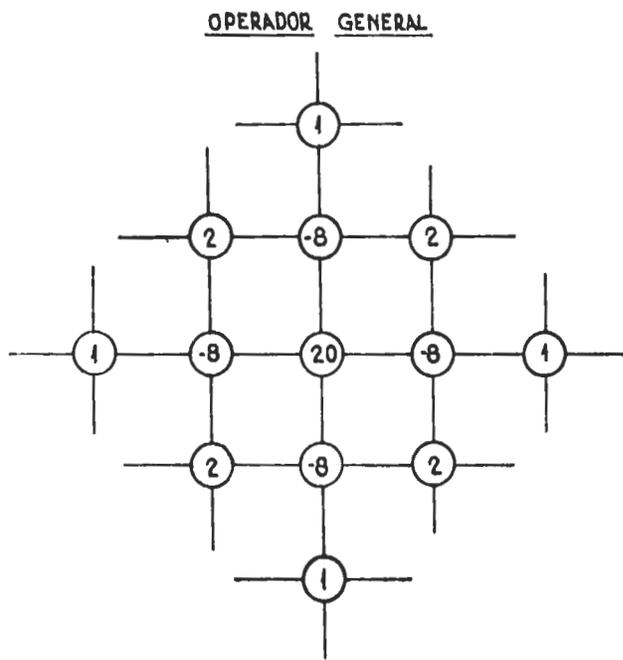


FIGURA 3

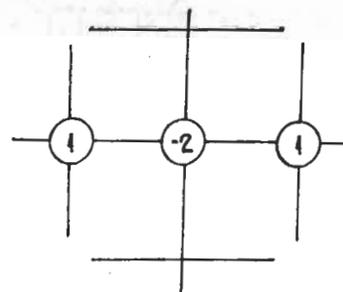


FIGURA 4

Este operador se aplica en los 5 puntos del borde libre, obteniéndose las cinco líneas de coeficientes de la matriz de la Figura 6.

Otra condición de borde de este lado paralelo al eje y, es que, al ser libre la reacción vertical, Δx es nula.

La expresión de Δx en diferencias finitas es:

$$\Delta x = -\frac{N}{2 \Delta^4} [\omega_{k-2} + (6 - 2 \mu) \cdot (\omega_{k+1} - \omega_{k-1}) + (2 - \mu) (\omega_{1-1} + \omega_{1-1}) - (\omega_{1+1} - \omega_{1+1}) - \omega_{k-2}]$$

ecuación 4

$$2 \omega_{10} - \omega_{28} - \omega_{42} = 0$$

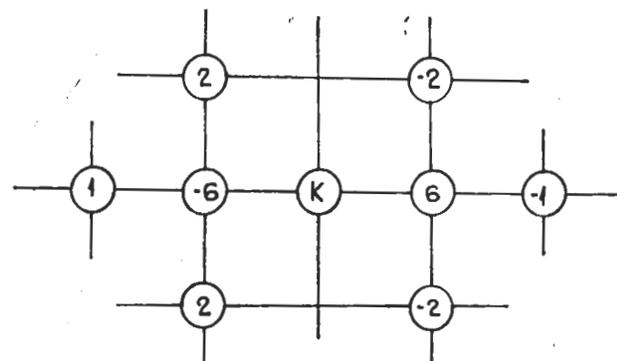


FIGURA 5

Aplicando, como ejemplo, la ecuación 4 en el punto 23:

$$\omega_{21} + 2 \omega_{18} + 2 \omega_{28} - 6 \omega_{22} - 2 \omega_{38} - 2 \omega_{40} + 6 \omega_{30} - \omega_{52} = 0$$

la ecuación 4 se aplica en los 5 puntos del borde libre y se obtienen las 5 siguientes líneas de la matriz de Figura 6.

Por último, los momentos tensoriales en los bordes dan origen a una fuerza concentrada en la esquina de la placa. En el presente caso, por tratarse de bordes libres, dicha fuerza es nula.

La expresión de dicha fuerza, en diferencias finitas, es

$$H_{xy} = -\frac{N}{4 \Delta^2} [(\omega_{1+1} - \omega_{1-1}) - (\omega_{1+1} - \omega_{1-1})]$$

que aplicada en la esquina, punto 35 es

$$2 \omega_{10} - \omega_{28} - \omega_{42} = 0$$

última línea de la matriz.

El término independiente de las primeras 15 ecuaciones se ha supuesto igual a 1; de esa forma, los valores de la elástica que se obtienen son factores de

$$\frac{q}{N} \Delta^4$$

De esta manera, la solución es válida para cualquier placa cuadrada que tenga iguales condiciones de borde y estado de carga uniforme.

El sistema de 26 ecuaciones lineales de la Figura 6 ha sido resuelto, con el uso de la com-

putadora electrónica, por medio del algoritmo de Gauss.

La forma de ingresar los datos es por medio de tarjetas perforadas.

La primera tarjeta debe llevar perforado, en columnas 1 y 2, un número que le indique al programa de qué orden es el sistema, es decir, en nuestro caso, 26.

Nºcc.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Ti
1	22	-16	2																								1
2	-8	23	-8	1																							1
3	1	-8	21	-8	1	2	-8	2																			1
4		1	-8	21	-8	2	-8	2	1																		1
5			1	-8	21	-8	2	-8	2	1																	1
6	2	-16	4			20	-16	2																			1
7						-8	22	-8	1	-8	3																1
8			2	-8	2	1	-8	20	-8	2	-8	2	1														1
9				2	-8	2	1	-8	20	-8	2	-8	2	1													1
10			2			2	-16	4																			1
11					1		3	-8	2	-8	22	-8	-8	3													1
12							2	-8	1	-8	2	-8	20	2	-8	1											1
13							2	2	2	2	-16	4	20	-16	2												1
14									1			3	-8	-8	22	-8											1
15												2	2	-16	20												1
16																-1											0
17																											0
18																											0
19																											0
20																											0
21																											0
22																											0
23																											0
24																											0
25																											0
26																											0

FIGURA 6

A continuación vienen los coeficientes de la matriz, perforados 5 valores de cada línea por tarjeta, pues ocupando cada coeficiente 14 posiciones (incluido signo y punto decimal), con los 5 se ocupan 70 columnas de la tarjeta.

Se muestra a continuación el diseño de una tarjeta de datos, demarcándose los campos que ocupan cada uno de los coeficientes

Una vez perforados los datos del sistema se cargan posteriormente al programa, según se indica en el "flow chart" de Figura 8.

El tiempo de cálculo, es decir, desde que lee la última tarjeta de datos hasta que termina de imprimir los resultados, es de tan solo 18 minutos.

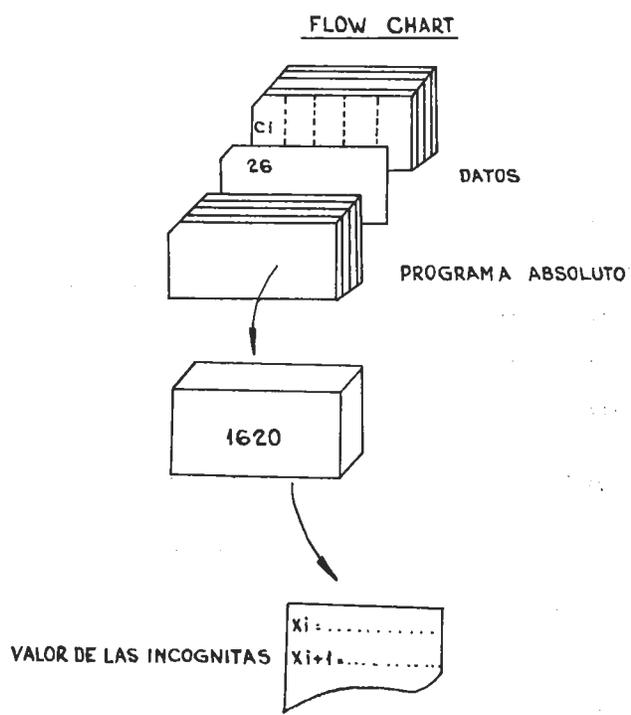
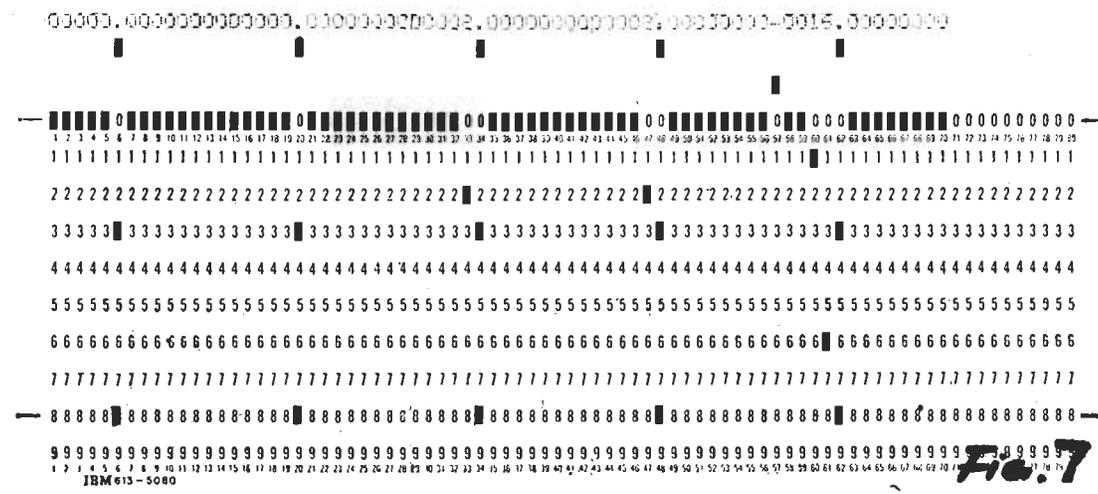


Figura 8

Los resultados los saca por la máquina de escribir en la forma que se indica:

- X (1) = .30813663E + 02 ... ω_{12}
- X (2) = .42043406E - 00 ... ω_7
- X (3) = .11441581E + 01 ... ω_8
- X (4) = .18887081E + 01 ... ω_9
- X (5) = .25921853E + 01 ... ω_{10}
- X (6) = .33247328E + 01 ... ω_{11}
- X (7) = .31397823E + 01 ... ω_{14}
- X (8) = .52278579E + 01 ... ω_{15}
- X (9) = .71455541E + 01 ... ω_{16}
- X (10) = .89389802E + 01 ... ω_{17}
- X (11) = .87349006E + 01 ... ω_{21}
- X (12) = .11900953E + 02 ... ω_{22}
- X (13) = .14737974E + 02 ... ω_{23}
- X (14) = .16123915E + 02 ... ω_{28}
- X (15) = .19796352E + 02 ... ω_{29}
- X (16) = .24014103E + 02 ... ω_{37}
- X (17) = .40572803E + 01 ... ω_{38}
- X (18) = .10732406E + 02 ... ω_{39}
- X (19) = .17574995E + 02 ... ω_{40}
- X (20) = .23468789E + 02 ... ω_{41}
- X (21) = .28231853E + 02 ... ω_{50}
- X (22) = .35055739E + 01 ... ω_{51}
- X (23) = .12470698E + 02 ... ω_{52}
- X (24) = .20915695E + 02 ... ω_{53}
- X (25) = .27751112E + 02 ... ω_{54}
- X (26) = .35971486E + 02 ... ω_{54}

Figura 9

Se han sacado en formato E pues no se conoce "a priori" el orden de los resultados. Debe interpretarse que:

X (1) = .30813663E + 02 significa
 X (1) = 30.813663

La correspondencia entre los valores de las incógnitas y los puntos de la placa es la siguiente:

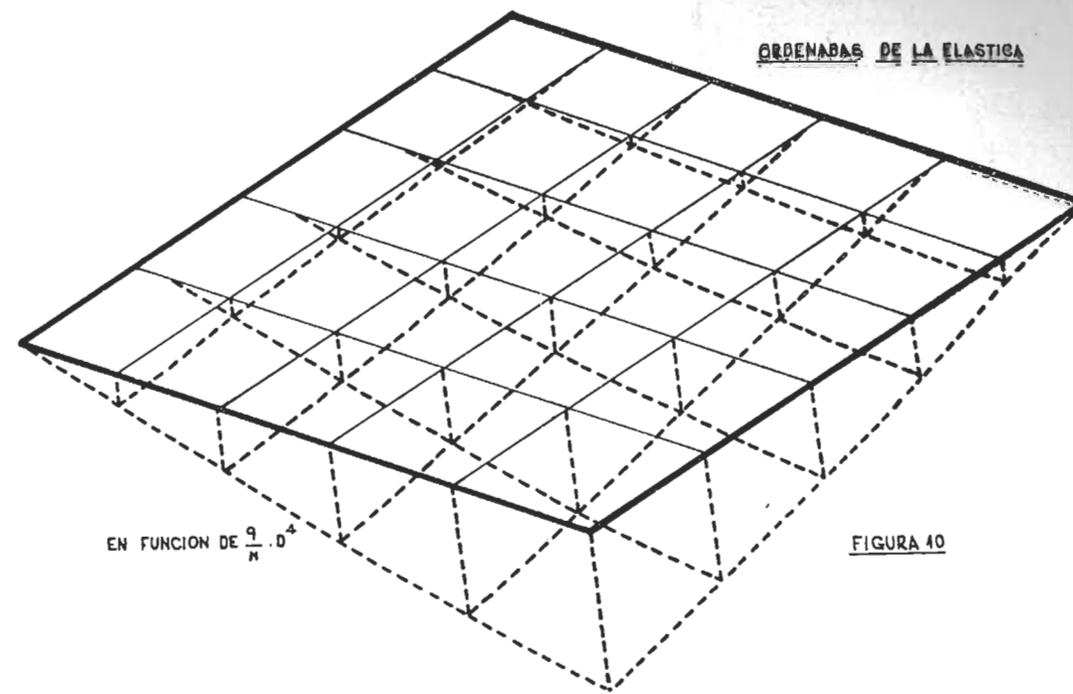
- X (1) corresponde a ω_{12}
- X (2) " " ω_7
- X (3) " " ω_8
- X (4) " " ω_9
- X (5) " " ω_{10}
- X (6) " " ω_{11}
- X (7) " " ω_{14}
- X (8) " " ω_{15}
- X (9) " " ω_{16}
- X (10) " " ω_{17}
- X (11) " " ω_{21}
- X (12) " " ω_{22}
- X (13) " " ω_{23}
- X (14) " " ω_{28}
- X (15) " " ω_{29}
- X (16) " " ω_{37}
- X (17) " " ω_{38}
- X (18) " " ω_{39}
- X (19) " " ω_{40}
- X (20) " " ω_{41}
- X (21) " " ω_{50}
- X (22) " " ω_{51}
- X (23) " " ω_{52}
- X (24) " " ω_{53}
- X (25) " " ω_{53}
- X (26) " " ω_{54}

Esta no coincidencia entre los subíndices y la distinta nomenclatura para las incógnitas se debe a que el programa está hecho para resolver un sistema de ecuaciones, sin interesar a qué problema responde. En otras palabras, el programa sirve para resolver cualquier sistema de ecuaciones lineales y no solamente el que surge del problema estructural de una placa.

Más aún, fue escrito por el doctor J. Gordon para el Departamento de Matemáticas de la Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas de la Universidad de La Plata.

Llevando en escala los valores de las incógnitas se obtiene la deformación total de la placa según se indica:

ORDENADAS DE LA ELÁSTICA



EN FUNCION DE $\frac{q \cdot D^4}{h}$

FIGURA 10

CONCLUSIONES:

- 1 — Es factible resolver, en corto tiempo, un problema estructural largo, tedioso y con posibilidades de cometer errores.
- 2 — Enorme exactitud en los resultados.
- 3 — Obtenido el valor de la elástica en cada punto, es posible sacar, también por computadora, los esfuerzos para dimensionar.
- 4 — El planteo de las ecuaciones no se ha hecho por computadora, pues se llegó a la conclusión de que el tiempo manual de planteo no es prohibitivo.
- 5 — Está en estudio el programa para resolver placas rectangulares de distintas re-

laciones de lados y hacer una tabla completa de la elástica y los esfuerzos.

COLABORACIONES

Se destaca y agradece la desinteresada colaboración del ingeniero H. Marmonti y del ingeniero C. Pfeiffer, de la División Obras de Arte.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) M A T - 0300 - Método de Gauss para sistemas de ecuaciones lineales. Doctor J. GORDON.
- (2) Elasticidad aplicada. Placas planas. Ingenieros A. GUZMÁN, C. LUISONI, G. VENTURA.
- (3) Manual de placas planas. A. S. KALMANOK.

EL ARTE EN FUNCION SOCIAL

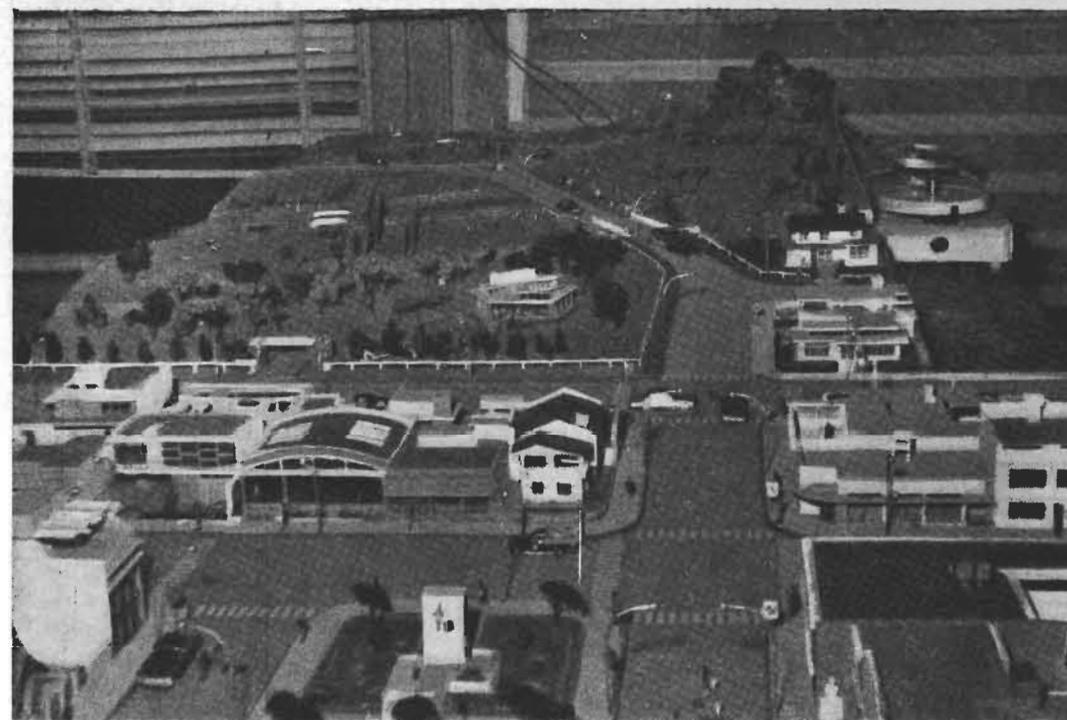
La Maqueta Educativa de la Dirección de Vialidad y el Comité de Seguridad en el Tránsito de la Provincia de Buenos Aires

Muy por entendido que la manifestación artística responde a distintas escuelas que se desenvuelven enpero bajo un denominador común, el de expresar la belleza, por encima de la idea naturalista o idealista, una actividad creativa como es el llamado arte industrial o mecánico, ha sido tácitamente separada del concepto específico de las bellas artes, con cierta injusticia, por cuanto existen obras de imponderable virtuosismo, en las que no sólo se amalgaman la interpretación objetiva y la subjetiva, sino un elevado concepto del arte en función social, incluso aquéllas en las que intervienen fuerzas físicas, máquinas, elementos e instrumentos, que componen un todo de acentuada exquisitez.

La fundamentación de los conceptos, viene a cuento de un trabajo —verdadera expresión de

artesanía— elaborado en la oficina de Ilustraciones y Maquetas de la División Dibujo de la Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires, con destino a las campañas permanentes de educación vial que lleva a cabo la repartición, juntamente con el "Comité de Seguridad en el Tránsito".

La obra, mostrada al público a partir del 5 de Octubre —con motivo del "Día del Camino"— en la 1a. Exposición Vial del Sur Bonaerense efectuada en la Zona XI de Vialidad, sita en Bahía Blanca y que habrá de ser expuesta posteriormente en todos aquellos lugares que requieran el cumplimiento de planes educativos como los que se han impuesto ambos organismos, ha



Maqueta en escala 1:100 representando una ciudad dotada de todos sus elementos, hospital, iglesia, estaciones de servicio, paseos, comercios, obras, vehículos circulando, etc., expuesta en Bahía Blanca.



Vista de la maqueta con un selector de luces que, a través de un panel, va mostrando los consejos que en número de 10, ofrecen paso a paso situaciones de vehículos en la calle y en el camino.

sido realizada manualmente en su totalidad, en escala de 1 en 100 y representa a una ciudad dotada de todos sus elementos, tales como hospital, escuelas, iglesia, estaciones de servicio, paseos públicos, establecimientos comerciales, viviendas, obras en construcción, calles, semáforos, monumentos, vehículos en circulación, vehículos estacionados y en maniobras de frenado, adelantamiento, peatones, etc. y se extiende hasta zonas rurales en vías de acceso y salida, donde se han construido puentes, lagos, posadas, bosques, intersecciones, sierras, vehículos de carga pesada y de pasajeros, tractores en marcha, etc., que componen una visión total de ciudad y campaña, ajustada a todas las situaciones geográficas y vehiculares demostrativas de los problemas que —a nivel real— ofrecen los mismos en lo que hace a accidentes y a infracciones.

La maqueta se complementa con un selector de luces que, a través de un panel acrílico, va mostrando distintos consejos que, en número de diez, ofrecen paso a paso situaciones de la calle y del camino; el mismo acciona mediante un sistema electrónico, a revoluciones medidas, que permite la observación sincronizada de los problemas que se presentan cuando peatones o conductores transgreden las normas de tránsito, en detrimento de sus vidas y sus bienes.

El panel, cada uno de cuyos consejos se ilumina con la situación que se ofrece en la calle o en la ruta, comprende las siguientes leyendas:

- 1) Por su seguridad cruce en las esquinas.
- 2) Cruce por las sendas peatonales y frente a la luz verde.
- 3) No se adelante en las curvas.

- 4) No se adelante en los puentes.
- 5) Vehículo en contramano.
- 6) Ceda paso al de "su" derecha.
- 7) No transite por caminos de tierra durante y después de las lluvias.
- 8) Deténgase en la banquina. No lo haga sobre el pavimento.
- 9) No se adelante por la derecha y
- 10) Vehículo mal estacionado.

Con este trabajo, la Dirección de Vialidad y el "Comité de Seguridad en el Tránsito" de la provincia de Buenos Aires exponen una verdadera obra de arte en función eminentemente social, como es la que preocupa a vastos sectores de población, en resguardo de vidas humanas y en defensa del patrimonio vial.

La obra, que tan minuciosamente elaborara el personal de la oficina de Ilustraciones y Maquetas del organismo bonaerense, por su contenido educacional y por su realización artística, que configura sin lugar a dudas una alta expresión artesanal puesta al servicio de la comunidad, será ampliada en el futuro, conforme a los planes y posibilidades que sus ejecutores consideren necesarios para el desarrollo de las campañas de educación vial y tránsito emprendidas, que tienden a transformar a la vía pública, decididamente, en una escuela de buenas costumbres.

Norberto Rubén Demarco

de la Subcomisión de Prensa del "Comité de Seguridad en el Tránsito" de la provincia de Buenos Aires.

La Plata, octubre de 1966.

Control

de

Plantas

y

Corrección

de

Fallas

Bajo Conservación

Por el Dr. F. N. HVEEM

Traducido por el Ingeniero Mario A. Ripa, de una publicación del Departamento of Public Works

INTRODUCCIÓN

El propósito de este artículo es señalar la importancia de los métodos de ingeniería en el diseño, control y construcción de mezclas bituminosas. La atención está orientada a diversas causas de error o irregularidades en las operaciones de planta o en la colocación del pavimento bituminoso, en la necesidad de interpretar y la habilidad de reconocer los variados tipos de fallas que pueden desarrollarse a los efectos de que los métodos de conservación sean inteligentes y eficientemente aplicados.

Como la mayoría de los pavimentos asfálticos son construidos bajo disposiciones contractuales, lo primero e importante es una adecuada y comprensiva especificación que establezca claramente la composición de la mezcla del pavimento y el detalle cubriendo las propiedades de

los materiales y lo esencial del control de planta.

Es obviamente imposible para el ingeniero requerir a un contratista que lleve adelante una operación más costosa o complicada que la que ha sido especificada o prescrita en la especificación bajo la cual el trabajo está siendo construido.

Las especificaciones para mezclas bituminosas deberán indicar el tipo de agregado que será aceptado y la graduación del mismo. Ellas deberán estipular que todas las plantas discontinuas estarán equipadas con balanzas para su inspección por el oficial encargado de pesas y medidas.

Todos los análisis de tamiz serán sometidos a corrección cuando es necesario compensar por diferencias en el peso específico de las partículas finas y gruesas. Cuando los análisis de tamiz estén hechos, todas las muestras serán lavadas para determinar la cantidad exacta de polvo o finos. Las especificaciones requerirán que las plantas de asfalto estén equipadas con un termómetro para indicar continuamente la temperatura del agregado que entra en la mezcla.

Muy pocas plantas de mezclado operarán correctamente sin una inspección continua y un control por el ingeniero a cargo de la misma. Los deberes esenciales del inspector de planta son fácilmente enumerables:

Primero, ver que todos los pastones sean uniformes y que la fluctuación en la graduación del agregado y en la cantidad de asfalto sea reducida al mínimo. Intentar acelerar la producción más allá de la capacidad de la planta siempre ocasiona el arrastre de material fino dentro de las tolvas de grueso, resultando un exceso de finos en la mezcla y generalmente resulta en una marcada variación en la temperatura del agregado y exige el uso de una cantidad excesiva de asfalto.

El segundo ítem de principal importancia es el control de la temperatura de planta, ya que el pobre comportamiento de muchos pavimentos de asfalto puede ser directamente atribuido al deficiente control de planta y especialmente al sobrecalentado de los agregados.

Lo esencial del control para el inspector de planta es:

1º Mantener uniformidad en la graduación del agregado.

2º Mantener uniformidad en la proporción de agregados y aglomerante asfáltico.

3º Mantener uniformidad en la temperatura de los agregados a la más baja temperatura que es

posible asegurar una buena mezcla que permita esparcirlo sobre el camino.

OPERACIONES DE CONSERVACIÓN

Un pavimento bituminoso de 3 a 4 pulgadas de espesor apropiadamente construido sobre una fundación adecuada requerirá pequeños o ningún gasto de mantenimiento sobre la superficie de la carretera por un período de por lo menos seis o siete años, después de los cuales puede ser necesario aplicar un tratamiento superficial liviano tal como una capa de sellado como para contrarrestar los efectos del tiempo o la oxidación que puede o no desarrollarse notablemente dentro del período de tiempo indicado.

Desafortunadamente, sin embargo, toda construcción puede no haber sido llevada en forma de prevenir el desarrollo de fallas o desperfectos de un tipo u otro y pueden requerirse medidas preventivas. Dichas fallas pueden ser divididas en tres tipos. Primero están las fallas causadas por base o fundación inadecuada.

Éstas son probablemente las más numerosas de todas porque la corrección de la base es a menudo juzgada por su apariencia al tiempo de aplicación del pavimento bituminoso. Los ingenieros a cargo de la construcción están muy inclinados a basar sus conclusiones sobre la evidencia superficial o apariencia del material durante la construcción.

Pocos ingenieros son conscientes del marcado cambio en el comportamiento de gravas con arcilla fuertemente ligadas después que han sido cubiertas por un cierto período con un pavimento bituminoso denso.

En la mayoría de los casos, es un gasto de tiempo y dinero colocar una capa delgada o sellado sobre un pavimento bituminoso cuando éste está fallando debido a una base débil; aun esta práctica es demasiado común.

El segundo tipo de falla es aquella caracterizada por la desintegración de la superficie. La desintegración puede ser el resultado de la acción del agua, en cuyo caso el aglomerante asfáltico es separado o removido de un agregado hidrofílico. No hay ninguna regla simple para corregir este tipo de falla bajo mantenimiento. Las medidas de reparación dependerán enteramente de la extensión o severidad del problema.

La acción de separado causada por el agua superficial puede a menudo ser detenida por la aplicación de una capa de sellado o tratamiento superficial de importancia. Si la acción es de-

(Concluye en la página 89)



EXPOSICIÓN VIAL DEL SUR

5 AL 9 DE OCTUBRE EN BAHÍA BLANCA

La Primera Exposición Vial del Sur, que se llevó a cabo en las instalaciones de la Zona XI de la Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires, contó con la asistencia de autoridades locales, representantes de distintos organismos provinciales, fuerzas vivas y crecido público. En la misma, ofrecida con motivo del Día del Camino, la celebración de los 35 años de vida de la citada dependencia vial y el Sesquicentenario de la Independencia, los visitantes tuvieron la oportunidad de admirar los elementos, "stands",

maquetas, paneles, maquinarias, etc., exponentes de la obra caminera.

La muestra quedó inaugurada tras la entonación del Himno Nacional Argentino y las palabras del jefe de la zona vial, Ing. Fermín A. Moreno, quien expresó: "Esta exposición no es representativa del potencial vial de la provincia, ni pretende exhibir los últimos adelantos en equipos viales. Más que una exhibición de dichos elementos, la muestra que hoy inauguramos es un mensaje para el acercamiento entre nuestro ente estatal, los usuarios del camino y también nuestros colaboradores".

"Vialidad no desea ser un organismo burocrático, con un tecnicismo frío, sino que quiere formar parte del medio en el que actúa, pues tiene plena conciencia de su función al servicio comunitario".

Tras otros medulosos conceptos, referidos a los fondos viales creados para promover su desarrollo, la situación financiera del organismo y la Ley de Coparticipación Vial Municipal, así como la Ley Nacional de Fomento Agrícola, el Ing. Moreno expresó: "No voy a detallar la lista de obras que hoy se inauguran" —agregando— "solamente quiero citar, por su proximidad, la realización del camino Bahía Blanca - Coronel Pringles, ruta provincial Nº 51, cuya ejecución se hace efectiva al cabo de más de veinte años de haber finalizado su estudio, y la cito especialmente como ejemplo



Aspecto parcial de la exposición.

de que no debemos desalentarnos por la demora en las realizaciones de este tipo de obras, pues ya está llegando a esta parte sur de la provincia la pavimentación de la red tan largamente esperada”.

Sus palabras finales fueron de reconocimiento a todo el personal de Vialidad, Zona XI, a la prensa y a las fuerzas armadas e instituciones civiles, comerciales y escolares, por haber posibilitado la realización de la muestra.



Visita de los señores Intendentes y secretarios de obras públicas de Villarino y Bahía Blanca, juntamente con el Jefe de la Zona XI, ingeniero Fermín Moreno, en la visita a los equipos viales de la exposición.

LAS OBRAS VIALES DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

INFORME AL 5 DE OCTUBRE DE 1966

DIA DEL CAMINO

DETALLE DE OBRAS TERMINADAS EN EL PERÍODO
5 DE OCTUBRE 1965 — 5 DE OCTUBRE 1966

DESIGNACIÓN	Long. (km)	Monto de Contrato en miles de m\$ ⁿ
PAVIMENTOS		
— Acceso Azul - Ruta Nacional N° 3	1,267	18.210,1
— Acceso a Ciudad de La Plata, Calle 520 - 120 - 32 y 122	8,250	184.892,8
— Junín - Gral. Viamonte - Nueve de Julio	130,000	713.997,8
— Luján - Campana	38,711	150.376,1
— Acceso a Lincoln	3,071	32.742,5
— Puente La Noria - Calle Molina Arrotea (L. de Zamora)	13,282	157.129,3
— Rauch - Las Flores I Tramo	32,000	168.327,4
— Rauch - Las Flores II Tramo	29,527	193.286,6
— Rauch - Las Flores III Tramo	18,500	82.847,6
— Ruta 226 Hinojo - Bolívar, I Tr. Sec. "A" y "B"	46,799	227.124,9
OBRAS DE ARTE:		
— Puente Bajo Nivel Calle 520 y Vías F.N.G.R.		14.605,6
— Puente S/A° Azul (Ciudad Azul)		5.840,7
— Puente S/A° Burgos, C° Santa Lucía - Arrecifes ...		8.677,1
— Puente S/A° Napostá Grande - C° de Acceso Silos Grunbeing		4.173,1

División Programación Vial, 5 de octubre de 1966

1 - RESUMEN DE OBRAS VIALES

INFORME AL 5 DE OCTUBRE DE 1966

(desde el 1/1/59)

Tipo de Obra	Nº Obra	Longitud (km)	Monto Contrato en miles de m\$	% Ejecuc.
OBRAS TERMINADAS				
A) Pavimentos	63	1.536,035	5.159.801,7	
C) Reconstrucciones y ensanches	17	476,831	681.428,0	
D) Aperturas de traza	27	1.247,636	136.035,1	
E) Obras de arte	46	—	186.708,3	
	153	3.260,502	6.163.973,1	
OBRAS EN CONSTRUCCIÓN				
A) Pavimentos	39	1.515,441	9.068.097,6	50
B) Refuerzo de estructura	4	124,638	566.921,5	5
C) Reconstrucciones y ensanches	5	92,162	519.931,8	4
D) Aperturas de traza	7	519,321	136.115,7	44
E) Obras de arte	8	—	56.953,9	34
F) Obras básicas	1	78,724	281.085,7	5
	62	2.330,286	10.629.106,2	45
OBRAS CONTRATADAS				
A) Pavimentos	4	111,682	1.327.927,5	
B) Refuerzo de estructuras	2	81,465	466.100,2	
E) Obras de arte	6	—	54.047,4	
	12	193,147	1.848.075,1	
OBRAS LICITADAS (A contratar)				
A) Pavimentos	4	112,218	929.412,9	
B) Refuerzo de estructuras	1	49,000	284.336,0	
D) Aperturas de traza	1	32,236	20.254,5	
E) Obras de arte	4	—	46.543,9	
	10	193,454	1.280.547,3	
OBRAS A LICITAR (Con elevación)				
A) Pavimentos	5	132,166	1.330.297,2	
C) Reconstrucciones y ensanches	3	72,294	819.523,3	
D) Aperturas de traza	4	155,074	83.263,6	
E) Obras de arte	1	—	6.800,7	
	13	366,534	2.271.466,1	
OBRAS EN ESTUDIO				
A) Pavimentos	24	443,700	4.845.500,0	
C) Reconstrucciones y ensanches	10	348,900	1.995.000,0	
D) Aperturas de traza	12	715,039	419.000,0	
E) Obras de arte	11	—	555.000,0	
	57	1.507,639	7.814.500,0	

2 - OBRAS EN EJECUCIÓN

Unidad de Inversión	Designación	Longitud (km)	km Terminados	Empresa	Monto Contrato en miles de m\$	% Eje- más ampliación cución
A) PAVIMENTOS						
1-11	Acceso a Azul de Ruta 51 ..	3,888	1,436	Marengo S.A.	37.996,2	74
15	Acceso a Cementerio de Arrecifes	3,650	—	Miguel A. Lombardo .	36.367,9	33
10	Acceso a Guarnición Militar de Junín	1,035	—	B.A.B.I.C.	29.378,1	15
1-15	Acceso a Cementerio Jardín de Mar del Plata	3,000	—	Municipalidad de Gral. Pueyrredón	8.279,7	31
19	Acceso a Frigoríficos de Berisso	4,936	—	Martinelli y Bonelli ..	37.001,2	84
1-6	Acceso a Guaminí y Embarcadero de Ganado	4,215	—	Tomás Troncaro	11.778,8	58
1-6	Acceso a Laguna del Monte ..	1,408	—	Tomás Troncaro	7.168,0	84
14	Acceso a Tandil de Ruta Nac. Nº 226	1,000	—	G.E.O.P.E.	12.994,9	77
36	Bahía Blanca - Cnel. Pringles - Tr. I y Acceso a Cabildo ...	37,304	—	Seminara S.A.	203.849,0	6
36	Bahía Blanca - Cnel. Pringles - Tr. II	24,182	—	Seminara S.A.	170.554,4	4
48	Bragado - 25 de Mayo - Tr. I y Acceso a Bragado	27,917	—	Balpala S.R.Lda. ...	301.297,6	1
71	Burzaco - Llavallol	6,482	—	Marietti y Codi	289.620,8	1
34	Gral. Conesa - Gral. Lavalle - Tr. II	18,416	—	Welbers - Insúa S.A. .	154.021,7	26
29	González Catán - Ituzaingó por Libertad y Pontevedra	25,814	19,712	S.A.C.O.A.R. S.A. I.C.	148.000,0	99
20	Guaminí - T. Lauquen - Acceso a Casbas - Tr. I	44,847	26,976	Sclari - Bacigalupi - Bacigalupi - De Stefano	198.835,5	94
36	Bahía Blanca - Cnel. Pringles - Tr. III Sec. "A"	24,760	—	I.A.C.U.S.A.	253.882,5	4
36	Bahía Blanca - Cnel. Pringles - Tr. III Sec. "B"	19,089	—	I.A.C.U.S.A.	171.863,5	22
23	Guaminí - T. Lauquen - Tr. II y III	101,564	48,326	GABACO S.A.	361.167,6	63
1-13	Ing. Maschwitz - Dique Río Luján	7,513	—	Marietti y Codi	35.967,1	95
26	Juárez - Laprida - Tr. II	50,230	18,230	Kasprat - Rabuffetti y Selim	118.450,1	65
25	Junín - Arenales - Teodolina y Acceso a Fortín Tiburcio ..	99,575	70,362	Empresa Argentina de Construcciones Públicas	501.142,8	83
45	Pehuajó - C. Tejedor - Tr. I y Acceso a Pehuajó	34,610	—	Solari - Bacigalupi y Bacigalupi - De Stefano	288.314,0	2

Unidad de Inversión	Designación	Longitud (km)	km Terminados	Empresa	Monto Contrato en miles de m\$ más ampliación	% Ejecución
38	Pergamino - Bigand - Tr. I ...	22,000	—	E.C.O.V.E.	138.342,4	19
38	Pergamino - Bigand - Tr. II ..	22,053	—	Contrato rescindido ..	138.698,3	3
35	Pinamar - Villa Gesell y Acceso	19,220	—	Contrato rescindido ..	90.308,2	7
27	Rojas - Salto y Acceso a Inés Indart	61,688	50,326	I.A.C.U.S.A.	360.905,6	88
14	Ruta 3 a Cº de Cintura por Laferrere	8,518	—	SACOAR S.A.	136.382,0	10
37	Ruta 3 - Copetonas y Acceso a Oriente	30,339	—	Eulogio J. Fernández .	157.047,4	17
28	Ruta 41 - Baradero - Monte Gral. Belgrano - Pila	275,000	35,232	Ecofisa, Semaco S.A., Aragón Ltda. y Vialco S.A.	1.900.000,0	67
21	Ruta 85 - Guaminí - Ruta 5 por Salliqueló	111,000	57,433	B.A.B.I.C.	375.936,0	96
49	Saladillo - Las Flores - Tr. III y Acceso a Las Flores	29,836	—	G.E.O.P.E. S.A.I. C.I.	361.817,7	—
16	Tornquist - Olavarría - Tr. I Sec. 1ra. y 2da. Acceso a Saldungaray	90,038	43,712	Marengo S.A.C.I.F.I. .	505.478,7	75
39	T. Lauquen - Rivadavia - Tr. I y Acceso	35,575	—	Seminara S.A.	203.614,8	10
39	T. Lauquen - Rivadavia - Tr. II y Acceso	39,165	—	Marengo S.A.	227.864,4	6
32	Tres Arroyos - Claromecó y Acceso a Francisco Bellocq .	57,941	—	Sabaria y Garassino .	111.319,7	17
30	Tres Arroyos - Cnel. Pringles - Tr. I	46,570	—	Marietti y Codi S.A.	131.180,8	55
30	Tres Arroyos - Cnel. Pringles - Tr. II Sec. 1ra. y Acceso a Indio Rico	38,158	—	Grossi y Cía.	191.009,4	13
30	Tres Arroyos - Cnel. Pringles - Tr. II 2da. Sec.	41,978	—	B.A.B.I.C. S.A. ..	366.157,1	5
44	Vedia - Lincoln	40,927	—	EDYCA S.R.L.	294.103,7	20
		1.515,441	371,745		9.068.097,6	50
B) REFUERZO DE ESTRUCTURAS						
8	Cº de Cintura - Tr. La Tablada Morón	8,741	—	S.A.C.O.A.R. S.A.	136.648,6	—
24	Cnel. Vidal - Balcarce	62,084	—	Polledo S.A.I.C. y F.	284.489,7	8
3	Tandil - Ayacucho - Tr. I	33,000	—	Contrato rescindido ..	88.072,0	—
3	Tandil - Ayacucho - Tr. II ...	20,813	—	H.E.M.A.R S.A. ..	57.711,2	5
		124,638	—		566.921,5	5
C) RECONSTRUCCIÓN Y ENSANCHE						
33	Ayacucho - Las Armas - Tr. I .	32,620	—	G.E.O.P.E.	132.388,1	8
33	Ayacucho - Las Armas - Tr. II	33,140	—	G.E.O.P.E.	140.414,0	1
59	Chivilcoy - 25 de Mayo - Tr. I	26,402	—	Tibiletti - Montero - Lamarchina	244.129,7	10
		92,162	—		516.931,8	4

Unidad de Inversión	Designación	Longitud (km)	km Terminados	Empresa	Monto Contrato en miles de m\$ más ampliación	% Ejecución
D) APERTURA DE TRAZA						
43	Cañuelas - Luján	73,250	—	Santos Giovannini	25.651,5	54
47	Carlos Tejedor - Gral. Villegas y Acceso a Tres Algarrobos .	71,229	—	Eulogio A. Pereyra ..	24.093,3	28
18	Caseros - Guaminí y Acceso a Bonifacio	89,666	—	Por Administración ...	29.781,8	72
40	Caseros - Bolívar - Accesos ..	100,889	—	Dafnis L. Tibiletti	21.145,0	69
41	Cnel. Suárez - Guaminí	75,170	—	Tibiletti - Montero - Lamarchina	13.316,0	69
50	Pehuajó - Carlos Tejedor	75,859	—	Rubén S. Manghera ..	18.376,9	60
42	San Vicente - Cañuelas	33,258	—	Prates y Cía.	3.749,2	78
		519,321			136.115,7	65
E) OBRAS DE ARTE						
	Alcant. s/Cañada Marcone en Cº Ramallo - Planta Siderúrgica	—	—	Nicolás Sturiale	11.063,2	49
	Puente s/Aº Atalaya en Cº Gral. Belgrano - Gorchs ...	—	—	Segundo Raverta	5.589,9	44
	Puente s/Aº Chasicó en Cº Bahía Blanca - Darragueira .	—	—	Prates y Cía.	7.820,4	—
	Puente s/Aº de Todos Los Santos en Cº Vieytes - Verónica - Pipinas	—	—	López Uhalde y Anacleto	8.783,0	23
	Puente s/Aº El Siasgo, Cº Villanueva Ruta 41	—	—	Nicolás Sturiale	7.551,5	10
	Puente s/Aº Las Piedras, Cº Ruta 188 al Ascensión Junín	—	—	Ricardo H. Petroni ...	6.362,0	36
	Puente s/Aº Pantanoso en Ruta Prov. 84	—	—	Carlos F. Rabino	3.058,9	92
	Puente s/Aº Ramallo en Cº Rojo - Sánchez	—	—	Ángel C. Rizzi	6.723,0	51
					56.955,9	34
F) OBRAS BÁSICAS						
46	Magdalena - Chascomús	78,724	—	Antonio D'Elía S.A. .	281.085,7	5
		78,724			281.085,7	5

3 - OBRAS EN TRAMITACIÓN

I - OBRAS CONTRATADAS

Unidad de Inversión	Designación	Longitud (km)	Empresa	Monto Contrato en miles de m\$
A) PAVIMENTOS				
	Bragado - 25 de Mayo - Tr. II y Acceso a 25 de Mayo	32,717	Balpala S.R.L.	368.335,1
52	González Chaves - De la Garma - Tr. II y Accesos	21,505	Mancinelli C.O.F.I. ..	176.896,4
53	Rivadavia - Gral. Villegas - Tr. I	24,545	Marengo S.A.	268.237,3

Unidad de Inversión	Designación	Longitud (km)	Empresa	Monto Contrato en miles de m\$
57	Saladillo - Las Flores - Tr. I	32,915	Marengo S.A.	514.458,7
		111,682		1.327.927,5
B) REFUERZOS DE ESTRUCTURAS				
7	Gral. Alvear - Tapalqué	41,801	Balpala Constr. S.R.L.	240.078,4
	Saladillo - Gral. Alvear	39,664	Balpala S.R.L.	226.021,8
		81,465		466.100,2
D) OBRAS DE ARTE				
	Alcantarillas Hº Aº en Cº Baradero - Villa Lia	-	Domingo Terreri	3.873,8
	Puente s/Canal Salgado en Cº Ruta Nac. 205 Carboni (Lobos)	-	Rubén Crippa	4.412,3
	Puente s/Aº Vitel (Pdo. Chascomús)	-	Alberto Vázquez	13.981,8
	Puente s/Cañadones "El Galloso" y "El Chanco"	-	René Llapur	11.482,8
	Puente s/Río Rojas en Cº Hunter - Los Indios	-	Ángel C. Rizzi	12.089,2
	Puente s/Río Quequén Salado - Cº Cnel. Pringles - La Sortija	-	Alberto Vázquez	8.207,5
				54.047,4

II - OBRAS LICITADAS (A CONTRATAR)

Unidad de Inversión	Designación	Longitud (km)	Fecha de Licitación	Presupuesto Oficial en miles de m\$
A) PAVIMENTOS				
39	Gral. Lavalle - Gral. Conesa - Tr. I	23,020	30-6-66	180.627,9
	González Chaves - De la Garma - Tr. I	20,000	16-3-66	151.092,5
50	Pehuajó - Carlos Tejedor - Tr. II y Acceso a Carlos Tejedor	41,198	5-3-66	277.668,0
57	Saladillo - Las Flores - Tr. II	28,000	6-9-66	320.024,5
		112,218		929.412,9
B) REFUERZOS DE ESTRUCTURAS				
7	Azul - Tapalqué	49,000	3-8-66	284.336,0
		49,000		284.336,0
C) APERTURA DE TRAZA				
62	Tandil - Rauch - Tr. II	32,236	7-7-66	20.254,5
		32,236		20.254,5
D) OBRAS DE ARTE				
	Puente s/Aº Curumalal Grande en Cº Figüé Cnel. Pringles	-	25-3-66	8.097,3
	Puente s/Aº Napostá Grande, Cº Acceso a Est. García del Río	-	12-9-66	7.274,4
	Puente s/Aº y Canal Vitel, Cº Ruta Prov. 20 - Ruta Prov. 58	-	23-6-66	18.175,2
	Puente Wasserman s/Aº Jabalí en Cº J. Casas - S. Blas (Patagones)	-	18-1-66	12.997,0
				46.543,9

III - OBRAS ELEVADAS

Unidad de Inversión	Designación	Longitud (km)	Fecha de Elevación	Presupuesto Oficial en miles de m\$
A) PAVIMENTOS				
18	Avda. de Circunvalación de Juárez	4,911	11-5-65	26.943,7
67	Dorrego - Ruta Prov. 51	30,000	28-2-66	304.263,7
76	Pehuajó - Henderson - Tr. I	28,000	5-4-66	217.579,9
53	Pergamino - Salto - Tr. I y Acceso a Aº Dulce	40,456	10-2-66	439.332,4
56	Rivadavia - Gral. Villegas - Tr. II y Acceso a Gral. Villegas	28,799	10-6-66	342.377,5
		132,166		1.330.297,2
B) RECONSTRUCCIONES Y ENSANCHES				
59	Chivilcoy - Carmen de Areco - Tr. I	26,795	6-6-66	302.206,9
59	Chivilcoy - 25 de Mayo - Tr. II y Acceso	25,178	4-1-66	244.786,6
59	Chivilcoy - 25 de Mayo - Tr. III y Acceso	27,321	27-1-66	272.529,8
		79,294		81.523,3
D) APERTURA DE TRAZA				
53	Rivadavia - Gral. Villegas - Tr. II y Acceso a Gral. Villegas	28,799	8-7-66	16.752,2
62	Ruta Prov. 51 - Cnel. Dorrego - Tr. I y II y Acceso a Los Silos	59,915	30-6-66	28.896,4
51	Salto - Pergamino - Tr. I y Acceso a Aº Dulce	40,456	8-7-66	22.626,5
51	Salto - Pergamino - Tr. II y Acceso a Rancagua	25,904	30-6-66	14.988,5
		155,074		83.263,6
E) OBRAS DE ARTE				
	Puente s/Aº Cajaravilla en Cº Bmé, Bivio - Ignacio Correas (Magdalena)	-	3-66	6.800,7
				6.800,7

4 - OBRAS EN ESTUDIO

Unidad de Inversión	Designación	Longitud (km)	Presupuesto estimado (en miles de m\$)
A) PAVIMENTOS			
	Acceso a Ameghino	1,800	36.000,0
	Acceso a Granada	2,800	56.000,0
	Acceso a Pinto	2,600	52.000,0
75	Acceso a Guernica	3,600	72.000,0
75	Acceso a Roosevelt	3,100	62.000,0
75	Avda. Gaona de Morón	14,700	294.000,0
75	Calle 520 de 13 a 137	3,500	52.500,0
75	Calle Las Flores de Wilde hasta Río de la Plata	1,500	22.500,0
75	Cañuelas - Luján	25,000	250.000,0

Unidad de Inversión	Designación	Longitud (km)	Presupuesto estimado (en miles de m\$)
75	Cº P. 4 hasta Avda. Calchaquí de Ezpeleta	4,700	70.500,0
62	Cnel. Dorrego - Ruta 51 - Tr. II	26,000	260.000,0
75	Florencio Varela - Cnel. Brandsen	42,000	420.000,0
75	Florencio Varela - Quilmes	5,500	55.000,0
67	Gral. Paz - Gral. Belgrano	32,000	320.000,0
75	La Plata - San Vicente	35,000	350.000,0
75	Moreno - Pilar - Tr. II	12,600	150.000,0
69	Pehuajó - Henderson - Tr. II	56,000	450.000,0
75	Ruta Provincial 36 de Olmos a Ruta Nº 2	16,000	160.000,0
73	Saldungaray - Ruta Provincial 51	20,000	200.000,0
53	Salto - Pergamino - Tr. II	23,000	230.000,0
75	San Vicente - Cañuelas	33,300	333.000,0
75	Tapiales - Aldo Bonzi	2,000	30.000,0
65	Villa Elisa - Punta Lara	12,000	140.000,0
54	Vieytes - Verónica - Pipinas	65,000	780.000,0
		443,700	4.845.500,0

B) RECONSTRUCCIONES Y ENSANCHES

59	Arrecifes - Carmen de Areco	48,000	240.000,0
75	Avda. Gaspar Campos (Gral. Sarmiento)	3,700	18.000,0
75	Avda. Márquez (Prolongación Boulogne)	3,800	19.000,0
61	Camino Costa Sur	73,000	365.000,0
75	Camino de Cintura - Morón Ruta Nac. Nº 205	16,000	80.000,0
59	Carmen de Areco - Chivilcoy - Tr. II	34,000	350.000,0
74	Juárez - La Dulce	88,000	500.000,0
75	La Plata - Ensenada (Cº Rivadavia)	9,000	56.000,0
75	Morón - Hurlingham (Avda. Vergara)	6,400	32.000,0
55	Ramallo - Arrecifes	67,000	335.000,0
		348,900	1.995.000,0

C) APERTURA DE TRAZA

60	Caseros - Cnel. Suárez	102,300	41.000,0
66	Cnel. Suárez - Pigüé	48,000	19.000,0
56	Chivilcoy - Roque Pérez	100,000	40.000,0
77	De la Garma - Laprida y Acceso a J. E. Barra	70,339	39.000,0
68	Gral. Conesa - Gral. Madariaga	63,000	140.000,0
59	Junín - Bragado	70,000	28.000,0
57	Magdalena - Punta de Indio	46,300	19.000,0
64	Miramar - Mar del Sur	16,000	6.000,0
75	Punta Lara - Quilmes	6,000	3.000,0
63	Rauch - Dolores - Tr. I	150,000	60.000,0
58	Rauch - Tandil - Tr. I	34,000	17.000,0
76	Saldungaray - Sierra de La Ventana	9,100	7.000,0
		715,039	419.000,0

D) OBRAS DE ARTE

	Puente s/Canal 9 en Cº Pila - Casalins	—	50.000,0
	Puente s/Canal 2, Cº Gral. Conesa - Gral. Madariaga	—	35.000,0
75	Puente s/Río Luján - Cº Tigre al Paraná de Las Palmas	—	250.000,0

Unidad de Inversión	Designación	Longitud (km)	Presupuesto estimado (en miles de m\$)
72	Puente s/vías F.C.G.Roca en Témperey	—	170.000,0
	Puente s/brazo Laguna Alsina en Cº La Copeta - La Nevada (Pdo. de Caseros)	—	5.000,0
	Puente "El Zorro" en Cº Newton - Casalins (Pdo. de Pila)	—	8.000,0
	Puente s/Aº Chapaleofú en Cº Rauch - Cacharí (Pdo. de Rauch)	—	5.000,0
	Puente "Peralta" s/Aº Saladillo en Cº Roque Pérez - Larré (Saladillo)	—	10.000,0
	Puente s/Río Quequén Grande (Paso Torres) en el Cº "Lobería - Ruta 86" (Pdos. de Lobería y Necochea)	—	12.000,0
	Puente s/Aº Chapaleofú en Cº Tandil - Azul (Pdo. de Tandil)	—	8.000,0
	Puente s/Aº Las Delicias - Sauce Corto en Cº Cnel. Suárez - Bathurts (Pdo. de Cnel. Suárez)	—	6.000,0
	Puente s/Aº El Pescado Castigado (Partido de Necochea)	—	8.000,0
			567.000,0

(Conclusión de la página 78)

bida a la humedad que viene de abajo, la condición es generalmente más difícil de controlar y puede requerir un completo reparado y retratamiento con materiales que sean menos absorbentes. Una causa muy frecuente de desintegración o alabeo es la escasez de asfalto que puede deberse a una cantidad insuficiente agregada durante la construcción o más a menudo por la absorción o secado debido a una piedra porosa.

Muchas mezclas bituminosas que "aparentaron" tener una cantidad suficiente de asfalto cuando recién fueron colocadas en la carretera, pueden más tarde secarse y desarrollar fallas superficiales. Esta condición es otra vez el resultado debido a la apariencia durante el período de construcción.

La tercera clase de trastornos que pueden producirse en un pavimento bituminoso son aquellos debidos a la inestabilidad, que es la tendencia a deformarse y desarrollar acanaladuras u ondas transversales bajo la acción del tránsito. La inestabilidad puede ser causada por exceso de asfalto o exceso de humedad en la mezcla, o ambos a la vez, generalmente acompañado por una excesiva cantidad de polvo fino o "filler".

Muchos ingenieros antiguos de pavimentos creyeron que el "filler" era esencial para el di-

seño apropiado de un pavimento bituminoso. Sin embargo, la tendencia moderna da menos importancia a la fracción de polvo y mientras una cierta cantidad de polvo puede ser deseable, es indudablemente cierto que han habido muchas fallas y dificultades ocasionadas por un exceso de "filler" más que por la falta de él. Han sido construidas muchas superficies satisfactorias de carreteras del tipo de graduación abierta o macadam, pero las mezclas con un alto contenido de polvo son difíciles de diseñar y controlar.

Superficies inestables pueden ser corregidas por escarificado y remezclado cuando son usados los asfaltos más líquidos. Donde son usados los asfaltos de los grados más duros, la corrección bajo la conservación puede llegar a ser difícil y costosa.

En conclusión, puede establecerse que todos los adelantos y progresos en la calidad y ejecución de los pavimentos bituminosos están en proporción directa con el grado en que el control de los ingenieros es sustituido por la opinión personal y la experiencia que significa la utilización de métodos definidos de ensayo para determinar las propiedades de los materiales y la proporción de la mezcla, reemplazado por un diseño realizado por conjeturas y por apariencia visual.

CONTRATOS FIRMADOS POR LA D. V. B. A.

MESES DE AGOSTO, SETIEMBRE Y OCTUBRE DE 1966

O B R A	Partido	Empresa	Monto Contrato m\$	Fecha
1. Ejecución de obras básicas y pavimento flexible en el Cno. González Chaves - De la Garma - II Tr. y acceso a De la Garma a Est. de carga De la Garma y pavimento de calle Bulnes	González Chaves	Canzio Mancinelli Soc. en C. por Acciones y C.O.F.I. Soc. en C. por Acciones	176.896.490,00	4- 8-966
2. Ejecución de un puente sobre canal Salgado Cno. Ruta Nacional 205 a Carboni	Lobos	Rubén A. M. Crippa Cnos. y Const.	4.412.262,00	5- 8-966
3. Construcción de un conducto parabólico de hormigón para desagües pluviales en Diag. 74 - desde calle 122 en longitud de 150 m	Ensenada	Miguel A. Lombardo	4.465.800,00	10- 8-966
4. Entoscado acceso a Lobería prolongación de la Avenida Arce (km 0,400 - 6,400)	Lobería	Alberto Vázquez	4.010.045,00	23- 8-966
5. Reconstrucción de losas en el Cno. de Cintura de la Capital Federal (origen progr. km 0,000 Rotonda de Llavallol)	E. Echeverría	Hamleto C. Peroncini	1.914.300,00	23- 8-966
6. Adecuación de un local para instalación de una computadora electrónica en el edificio de la Dirección de Viabilidad de la Provincia de Buenos Aires	La Plata	I. M. A. Perata y Maiola	8.452.500,00	24- 8-966
7. Construcción de un puente y terraplenes de acceso s/aº Curumalal Grande ubicado en el Cno. Pigüé - Pte. Campamento - Cnel. Pringles - Ruta Provincial 92	Saavedra	Nicolás Sturiale Obras Viales	11.012.374,00	29- 8-966
8. Provisión de una cubierta de techo para el tinglado guardacoches de las instalaciones de Zona XII	Necochea	Fumacol Argentina S. A.	3.678.520,00	30- 8-966

O B R A	Partido	Empresa	Monto Contrato m\$	Fecha
9. Construcción de obras básicas y base granular asfáltica en el camino Pehuajó - C. Tejedor - II tramo y acceso a Carlos Tejedor	Pehuajó y C. Tejedor	SEMACO S. A.	340.976.315,00	7-10-966
10. Reconformación de terraplenes y construcción de tratamiento superficial bituminoso tipo doble en el Cno. Gral. Conesa - Gral. Lavalle - I tramo	Gral. Lavalle y Tordillo	Welbers Insúa S. A.	197.787.600,00	11-10-966
11. Construcción de dos puentes de Hº Aº s/Aº Vitel y Canal Vitel Cno. de empalme de Ruta Provincial 20 con Ruta Provincial 58	Chascomús y Gral. Paz	Prates y Cía. Soc. en C. P. Acc.	21.428.566,00	18-10-966
12. Reconstrucción de losas en el pav. de Hº de 3,00 m de ancho en Cno. Ruta Provincial 51 km 8 a km 40	Ramallo	Ángel M. Daniele	4.943.952,00	19-10-966
13. Construcción de pavimento de Hº Sº con cordón integral en calle 520 entre 1 y 115 .	La Plata	Antonio Russo	2.980.072,00	20-10-966
14. Construcción de alambrados y obras complementarias en el Cno. Tandil - Rauch - II tramo	Tandil - Ayacucho	Rubén S. Manghera	18.461.683,00	21-10-966
15. Reparación del Cno. Brandsen - Ranchos (Ruta Provincial 29)	Gral. Paz	D'Gregorio S. C. Colec.	2.680.000,00	24-10-966
16. Reconstrucción de losas en la Ruta Provincial 88 entre El Gaucho (progr. km 2,500) y el acceso a Comandante Niccanor Otamendi (Prog. km 30,500)	Gral. Pueyrredón y Gral. Alvarado	Antonio Zigrossi	6.281.039,00	26-10-966
17. Ejecución de un tratamiento simple s/calzada existente entre progresivas km 5 - 15,500 de Ruta Provincial 74	Juárez	Miguel A. Lombardo	4.854.150,00	28-10-966
18. Entoscado camino 108 - 3 - Vázquez - Ruta Nacional 3 - Vázquez - San Mayol y 53 - 7 - Alzaga - Ruta Nacional 3	G. Chaves	Tomás Guarino e hijos Soc. en C. por Acciones	3.626.400,00	31-10-966

LICITACIONES

de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires

MESES DE JULIO, AGOSTO Y SETIEMBRE DE 1966

Los valores consignados en la presente planilla se encuentran sujetos al contralor de las oficinas técnicas pertinentes y, en consecuencia, a los reajustes en razón de los precios unitarios de las ofertas respectivas.

7 DE JULIO DE 1966

OBJETO: Construcción de alambrados y obras complementarias en el camino Tandil - Rauch - II Tramo. Partidos de Tandil y Ayacucho.

EXPEDIENTE: 2410-1.385/66.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 20.254.458,00 m/n.

Proponentes	Cotización
Rubén S. Manghera	8,85 % de disminución
Oliver y Martínez, Ingenieros Civiles	5 % de disminución
Eulogio A. Pereyra	3,2 % de disminución
Luis S. Pagella y Aldo E. Orazzi	3 % de disminución
Tibiletti, Montero y Lamarchina	6,8 % de aumento

3 DE AGOSTO DE 1966

OBJETO: Refuerzo de estructura mediante revestimiento asfáltico y reacondicionamiento de banquetas en el camino Ruta Provincial 51 - Tramo Azul - Tapalquén. Partidos de Azul y Tapalquén.

EXPEDIENTE: 2410-2.238/66.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 284.335.959,00 m/n.

Proponentes	Cotización
H. F. Grant y Cia.	7,75 % de aumento
Marengo S.A.	8,60 % de aumento
Smith Molina y Beccar Varela	18,8 % de aumento

Balpala Construcciones	22,90 % de aumento
B.A.B.I.G. S.A.	28,9 % de aumento
Semaco S.A.	33,3 % de aumento

8 DE AGOSTO DE 1966

MOTIVO: Adquisición de repuestos para tractores Fahr D-177-S.

EXPEDIENTE: 2410-2.912/66.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 3.839.248,00 m/n.

Proponente	Cotización m\$n
Fahr S.R.L.	1.165.531,00 (cotización parcial)

29 DE AGOSTO DE 1966

MOTIVO: Reconstrucción y mejoramiento del camino: Ruta Provincial 103-26 - Tramo: Tandil - Ruta Nacional 226 - Progr. km 0,000 a km 6,769. Partido de Tandil.

EXPEDIENTE: 2410-3.347/66.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 19.502.650,00 m/n.

Proponente	Cotización m\$n
Geope S.A.I.C. e I.	24.265.218,00

6 DE SETIEMBRE DE 1966

MOTIVO: Construcción de obras básiicas y pavimento flexible en el camino Saladillo - Las Flores - II Tramo. Partidos de Saladillo y Las Flores.

EXPEDIENTE: 2410-6.323/65.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 320.024.491,00 m/n.

Proponentes	Cotización
Geope S.A.	32 % de aumento
S.L.E.S.I. S.A.	35,90 % de aumento

12 DE SETIEMBRE DE 1966

MOTIVO: Construcción de un puente s/A⁹ Napostá Grande - camino de acceso a Estación García del Río y Ruta Nacional N^o 33. Partido de Tornquist.

EXPEDIENTE: 2410-2.509/65.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 7.274.448,00 m/n.

Proponentes	Cotización
Domingo Terreri	39,4 % de aumento
Cercato y Cia. Soc. Col.	58,90 % de aumento
Vicente O. Di María	66 % de aumento
Prates y Cia.	82 % de aumento
Enrique Paoella	Rechazada
Courreges S.A.	Rechazada

Libros y Revistas

MESES DE AGOSTO, SETIEMBRE Y OCTUBRE DE 1966

Obras Incorporadas a Nuestra Biblioteca

- ASOCIACIÓN VENEZOLANA DE PRODUCTORES DE CEMENTOS.** — Método para la construcción de suelo-cemento en carreteras. IV-C-263.
- BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR IM HARBEKE** (Ministerio de Transporte y Obras Públicas). — Vías de comunicación en la República Federal Alemana. IV-A-330 (alemán).
- BUREAU OF PUBLIC ROADS.** — Programa del planeamiento de transporte regional. III-B-268 (inglés).
- COUNTY OF FAIRFAX.** — Prospecto para el planeamiento de transporte coordinado en la Región Capital Nacional. III-B-271 (inglés).
- DEPARTMENT OF COMMERCE.** — Estadísticas viales. IV-J-879 (inglés).
- DEPARTMENT OF HIGHWAYS (Kentucky).** — Manual de procedimiento en campos para la clasificación de suficiencia. II-H-626 (inglés).
- (Minnesota). — Método de clasificación de suficiencia. III-B-269 (inglés).
- DEPARTMENT OF HIGHWAYS AND TRAFFIC (Columbia).** — Datos de proyectos del Plan de Obras Públicas de 6 años 1967-1972. IV-A-329 (inglés).
- Mapas. Sumario de las redes del transporte de la Región Capital Nacional. Años 1964/65. XIII-A-92/96 (inglés).
- Títulos de proyectos del Plan de Obras Públicas de 6 años 1967-1972. IV-A-328.
- (Washington). — Estructura, organización y funcionamiento. IV-J-880 (inglés).
- DORMON, G. M.** — Desarrollo de un método racional de diseño de pavimentos flexibles. IV-C-264.
- HRB (Highway Research Board)** (en inglés). — Algunas evaluaciones sobre el progreso en carreteras. Bol. 268. IV-A-321.
- Análisis del impuesto vial en base al costo-beneficio. Special Report 35. IV-K-67.
- Análisis económico sobre la programación, locación y diseño de carreteras. Special Report 56. IV-K-68.
- Análisis sobre las relaciones intergubernamentales en legislación caminera. Special Report 49. I-B-1737.
- Análisis sobre recursos de amparo federales en leyes camineras. Special Report 48. I-B-1736.
- Consecuencias del mejoramiento de las carreteras. Record 16. IV-G-131.
- Construcción, programación e inventario. Record 32. IV-A-324.
- Desarrollo de los bordes camineros. Record 23. IV-H-56.
- Economía técnica. Record 100. IV-K-70.
- Efectos indirectos de los adelantos camineros. Bol. 327. IV-G-130.
- Estudios sobre administración de carreteras. Bol. 200. IV-J-876.
- Estudios sobre la capacidad de carreteras. Bol. 167. III-B-265.
- Estudios sobre la técnica económica de carreteras. Bol. 320. IV-K-65/66.
- Financiamiento caminero. Record 20. IV-K-69.
- Formulando programas sobre la construcción de carreteras. Special Report 62. IV-A-322.
- Guía para planeamientos sobre administración caminera. Special Report 72S. IV-J-878.
- Impacto e implicaciones de adelantos camineros. Bol. 311. IV-K-63/64.
- Impuestos a los usuarios de carreteras. Bol. 92. IV-K-61.
- Inversión y financiación de carreteras. Bol. 222. IV-K-62.
- Ley de carreteras troncales y puentes de peaje. Special Report 83. I-B-1738.
- Leyes camineras - 1960. Bol. 278. I-B-1735.
- Mantenimiento de carreteras. Estudios sobre leyes estatales. Special Report 84. I-B-1739.
- Manual sobre capacidad de carreteras. Special Report 87. II-H-722/25.
- Necesidades camineras y programación de las prioridades. Bol. 249. IV-A-320.
- Planeamiento sobre administración caminera. Special Report 72. IV-J-877.
- Previsiones acerca de viajes. Record 38. III-B-266.
- Previsiones económicas. Record 106. IV-K-71.
- Programa caminero. Special Report 70. IV-A-323.
- Programación y necesidades 1963 y 1964. Record 87. IV-A-325/26.
- Programación vial. Bol. 17. IV-A-317.
- Sistema de clasificación de carreteras. Análisis legal. I-B-1740.
- Técnica de origen-destino y evaluaciones. Record 41. III-B-267.
- Un estudio sobre las necesidades viales. Bol. 194. IV-A-319.
- Un estudio sobre las necesidades viales. Simposio 1957. Bol. 158. IV-A-121.
- JOISEL, A.** — Fisuras y grietas en morteros y hormigones. II-E-217.
- KALMANOK, A. S.** — Manual para cálculo de placas. II-H-369 y 371.
- LA LEY, Editorial.** — Anales de Legislación Argentina. Tº XXV-B. I-B-1746.
- Impuestos. Tº XXIII. I-B-1754.
- LAROUSSE, Editorial.** — Pequeño Larousse ilustrado, Diccionario castellano. I-A-314/16.
- METROPOLITAN WASHINGTON AREA TRANSPORTATION.** — Procedimientos técnicos empleados en las provisiones de viajes. III-B-270 (inglés).
- MINISTERIO DE GOBIERNO.** — Registro Oficial. Tºs. III/V/de 1965. I-B-1743/45.

ROAD RESEARCH LABORATORY. — Investigación sobre el tránsito caminero. III-B-264 (inglés).

TEXAS HIGHWAY DEPARTMENT. — Ensayos para mezclas de concreto asfáltico. Construcción. Bol. 4 - 14. VIII-A-144.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA (Luisoni, C. J. - Somenson, H. M.). — Contribución a la elaboración y estudio del comportamiento de losetas prefabricadas pretensadas para obras de arte menores. V-A-222/23.

VIALIDAD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. — Previsiones para la seguridad y rapidez del tránsito en la provincia de Buenos Aires. Rutas nacionales y provinciales. Ley 6.312. Pub. 59. I-B-1747/56.

— (Ruiz, C. L.). — Interpretación del ensayo Marshall. Relación estabilidad-fluencia. Publ. 57. VIII-A-134/43.

ZAMORA, A. — Diccionario de sinónimos españoles. I-A-311/13.

Revistas Incorporadas a Nuestra Biblioteca

REVISTAS Y BOLETINES ARGENTINOS

- Adjudicación** Nos. de los meses de agosto, setiembre, octubre de 1966.
- Auto Club** Nº 30.
- Boletín Argentino Forestal**, Nos. 255/56.
- Boletín de la Dirección Nacional de Aduanas** números 301/02.
- Boletín de la Dirección Nacional de Vialidad** Nos. de los meses de agosto-setiembre de 1966.
- Boletín Informativo de Legislación Argentina** Nos. 15/21 de 1966.
- Boletín Informativo (Centro de técnicos industriales de Mar del Plata)** Nos. 27/28.
- Boletín Informativo Vial de San Luis** Nos. 7/8 de 1966.
- Boletín Vial de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires** Nº 4 de 1966.
- Caminos** Nos. 282/83.
- Carreteras** Nº 40.
- Cemento Portland** Nº 60.
- El Constructor** Nos. de los meses de agosto, setiembre, octubre de 1966.
- Informaciones (Cámara Argentina de la Construcción)** Nos. 207/08.
- Informativo Técnico "Gurmendi"** Nº 14.

- Noticiero del Plástico** Nos. 84/86.
- Noticiero Sima** Nº 5 de 1966.
- Revista de la Unión Industrial** Nº 30.
- Revista de Legislación Ordenada** Nos. 134/44.
- Revista de Vialidad** Nº 36.

REVISTAS Y BOLETINES EXTRANJEROS

- Annales des Ponts et Chaussées** Nº 3 de 1966 (francés).
- Beton Und Stalbetonbau** Nos. 6/8 de 1966 (alemán).
- Bitumen** Nos. 6/8 de 1966 (alemán).
- Bitumen-Industrie** Nº 4 de 1966 (alemán).
- Boletín Francés de Información Técnica** Nº 4 de 1966 (castellano).
- Brucke Und Strasse** Nos. 6/8 de 1966 (alemán).
- Cemento Hormigón** Nº 389 (castellano).
- Compressed Air** Nos. 7/8 de 1966 (inglés).
- Concrete And Construction Engineering** números 7/9 de 1966 (inglés).
- Construção** Nos. 108/09 (portugués).
- Construction Methods And Equipment** Nos. 7/9 de 1966 (inglés).
- Der Bauingenieur** Nos. 7/8 de 1966 (alemán).
- Der Stahlbau** Nos. 6/8 de 1966 (alemán).
- Die Bautechnik** Nos. 6/8 de 1966 (alemán).
- Fichas Analíticas de la Prensa Francesa** Nº 5 de 1965 (castellano).
- Il Cemento** Nos. 7/9 de 1966 (italiano).
- Ingeniería Civil de Cuba** Nos. 6/12 de 1965 (castellano).
- Ingeniería Hidráulica en México** Nº 1 de 1966 (castellano).
- Le Genie Civil** Nos. 11/18 de 1966 (francés).
- Le Strade** Nº 7 de 1966 (italiano).
- Public Roads** Nos. 2/3 de 1966 (inglés).
- Revista del Colegio de Ing. Arq. y Agrm. de Puerto Rico** Nº 2 de 1966 (castellano).
- Roads And Road Construction** Nos. 522/25 (inglés).
- Routes Et Des Aerodromes** Nos. 411/12 (francés).
- Schweizerische Bauzeitung** Nos. 25/36 de 1966 (alemán).
- Servicios Públicos** Nº 4 de 1966 (castellano).
- Shell Bitumen Bulletin** Nos. 20/22 (inglés).
- Strasse Und Autobahn** Nos. 6/8 de 1966 (alemán).
- Strasse Und Verkehr** Nos. 7/8 de 1966 (alemán).
- Technical News Bulletin** Nos. 6/8 de 1966 (alemán).
- Traffic Engineering** Nos. 10/12 de 1966 (inglés).
- Travaux** Nos. 576/78 (francés).
- World Road News** Nos. 1, 2 y 6/7 de 1966 (inglés).

Publicaciones de la Dirección de Vialidad

- PUBLICACION Nº 1. Pavimentación de las rutas nacionales Nros. 33 y 226. Convenio entre la Dirección Nacional de Vialidad y la Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires. Setiembre de 1957.
- PUBLICACION Nº 2. Régimen de Coparticipación Vial para las Municipalidades. Anteproyecto, reuniones preliminares. Decreto Ley Nº 17.861 y Decreto Reglamentario Nº 21.280, Nov. 1957. 2ª Edición 1966. Agotada.
- PUBLICACION Nº 3. Régimen de Coparticipación Vial para las Municipalidades. Decreto Ley Nº 17.861 y Decreto Reglamentario Nº 21.280. Noviembre de 1957. Segunda edición. Noviembre 1960. Tercera edición, 1966.
- PUBLICACION Nº 4. Clasificación de Materiales para subrasantes del Highway Research Board (H. R. B.), su correlación con el valor soporte de California e interpretación. Doctor Celestino L. Ruiz. Enero de 1958. Segunda edición, Julio de 1960.
- PUBLICACION Nº 5. Estudio de la red primaria, secundaria y total de caminos de la provincia de Buenos Aires. Ingeniero Enrique Humet. Noviembre de 1958. Segunda Edición. Marzo de 1964.
- PUBLICACION Nº 6. Vigas continuas con momento de inercia variable. Ingeniero Ladislao J. Rozycki. Abril de 1959. Agotada.
- PUBLICACION Nº 7. Mesa redonda sobre el plan vial de la provincia de Buenos Aires. 1959-1963. Noviembre de 1959. Segunda edición, Enero de 1961. Agotada.
- PUBLICACION Nº 8. Autarquía de la Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires. Decreto Ley Nº 7823; Decreto Reglamentario Nº 17.486. Nueva edición. Octubre de 1959.
- PUBLICACION Nº 9. Primer Concurso de Trabajos Viales. Octubre de 1959; Segunda Edición, Marzo de 1962. Dimensionado de pavimentos flexibles de Texas y California y su comparación con el procedimiento del C. B. R. utilizado en la provincia de Buenos Aires. Ingeniero Jorge M. Lockhart. Método para determinar la homogeneidad de la mezcla en la construcción de bases y subbases de Suelo-Cemento. Maestro Mayor de Obras, Rodolfo A. Duarte. El estudio de los suelos para subrasantes. Criterio adoptado por el laboratorio de la D.V.B.A. Agrimensor Carlos F. Marchetti.
- PUBLICACION Nº 10. Ley de Caminos, cercas y tranqueas. Nueva edición. Enero de 1960.
- PUBLICACION Nº 11. "Concentración crítica" de "filler", su origen y significado en la dosificación de mezclas asfálticas. Doctor Celestino L. Ruiz. Febrero de 1960. 2ª edición. Marzo 1966.
- PUBLICACION Nº 12. Características físicas de los suelos y sus relaciones. Ingeniero Victor Carri. Marzo de 1960. Segunda edición. Febrero de 1966.
- PUBLICACION Nº 13. Segundo Concurso de Trabajos Viales. Octubre de 1960. Agotada. Algo sobre la red vial de segundo orden de la provincia de Buenos Aires. Ingeniero Juan R. Villar. Costo de los usuarios de caminos en la provincia de Buenos Aires. Ingeniero Ernesto F. Weber y Agrimensor Carlos A. Peña. Método de ensayo para obtener relaciones de humedad - densidad. Señor Raúl O. Tejo. Rango de suficiencia para carreteras. Ingeniero Ernesto F. Weber.
- PUBLICACION Nº 14. Normas Técnicas de la Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires. Segunda edición. Noviembre de 1961.
- PUBLICACION Nº 15. Alcantarillas Tipo. Departamento Estudios y Proyectos. Octubre de 1961. Segunda Edición, Agosto de 1966.
- PUBLICACION Nº 16. Nota sobre el comportamiento práctico de materiales "subnormales" para bases de pavimentos. Doctor Celestino L. Ruiz. Setiembre de 1961.
- PUBLICACION Nº 17. Tercer Concurso de Trabajos Viales. Octubre de 1961. Agotada. Ensayo de estabilidad mediante el penetrómetro de cono. Ingeniero Félix J. Lilli. Bases de tosca: Una solución y un problema. Ingeniero Raúl G. de Souza. Hacia una reforma sustancial del régimen de adjudicación de obras viales por contrato. Doctor Julio A. Migoni e Ingeniero Juan R. Villar. La influencia del agregado de cal a las mezclas de suelo - cemento. Maestro Mayor de Obras Rodolfo A. Duarte y Agrimensor Carlos F. Marchetti. Indices de prioridad para la inversión de los fondos de conservación en la red pavimentada. Ingeniero Luis R. Luna. Predicción del tránsito vial en la República Argentina. Ingeniero Ernesto F. Weber y Agrimensor Juan A. Bilbao. Alcantarillas prefabricadas. Ingenieros Luis R. Luna y Pedro García Gausi. La estabilización de suelos con cal en el Estado de Texas. Sus posibilidades en la provincia de Buenos Aires. Ingeniero Félix J. Lilli.
- PUBLICACION Nº 18. La estabilización de los suelos por medio del cemento. Ingeniero R. Peltier; Traducción. Mayo de 1962.
- PUBLICACION Nº 19. Consideraciones sobre la constitución, ejecución, comportamiento y degradación de las capas de base, por acción del tránsito pesado y la intemperie. Ingeniero J. Durrieu. Traducción. Julio de 1962.
- PUBLICACION Nº 20. Introducción a la ingeniería de tránsito. Ingeniero W. T. Jackman. Traducción. Junio de 1962.

- PUBLICACION Nº 21. Función del Laboratorio de Ensayo de Materiales en los Departamentos Viales de los Estados Unidos. Agrimensor Carlos F. Marchetti. Octubre de 1962.
- PUBLICACION Nº 22. Promoción Vial Municipal. Encuesta sobre organización vial en las comunas. Ingeniero Félix E. Poggio. Abril de 1962. Agotada.
- PUBLICACION Nº 23. Diseño estructural de pavimentos flexibles. Ingeniero Félix J. Lilli. Octubre de 1962.
- PUBLICACION Nº 24. Interpretación osmótica del hinchamiento de los suelos expansivos. Doctor Celestino L. Ruiz. Diciembre de 1962.
- PUBLICACION Nº 25. Previsiones para la seguridad y rapidez del tránsito. Ley Nº 6312. Abril de 1962. Agotada. Actualizada por Publicación Nº 59.
- PUBLICACION Nº 26. Grandes rutas del Plan Vial 1959-1963. Enero de 1962. Agotada.
- PUBLICACION Nº 27. Problemas de la adhesividad en la técnica de los revestimientos carreteros. Ingeniero Jacques Bonitzer. Octubre de 1962.
- PUBLICACION Nº 28. Cuarto Concurso de Trabajos Viales. Octubre de 1962. Determinación de los vacíos de las mezclas asfálticas en torma directa. Agrimensor Pedro R. Sosa y Técnico Químico Norberto O. Ferrari. Investigación de las desviaciones individuales entre operadores y su comparación con un operador automático en las medidas del ensayo Marshall. Agrimensor Julián Ruiz. Interpretación del ensayo "Equivalente de arena". Maestro Mayor de Obras Rodolfo A. Duarte y Agrimensor Carlos F. Marchetti. Hormigón pretensado. Tentativas, recomendaciones y aplicación. Ingeniero Pedro García Gausi. El camlo de tierra y su circunstancia bonaerense. Ingeniero Juan R. Villar. Apuntes sobre mantenimiento preventivo de máquinas viales. Señores Alberto R. Cangelosi y Pedro S. Cuomo.
- PUBLICACION Nº 29. Segundo Simposio del Equipo Vial. Octubre de 1962.
- PUBLICACION Nº 30. Consideraciones acerca de la reunión internacional sobre diseño estructural de pavimentos flexibles, realizada en Ann Arbor, Michigan, EE. UU. Doctor Celestino L. Ruiz. Enero de 1963.
- PUBLICACION Nº 31. Distribución del Tránsito. Ingeniero Rodolfo A. Montalvo. Febrero de 1963.
- PUBLICACION Nº 32. Inspección de materiales con detectores electromagnéticos. Ingenieros Rafael S. Blanco y Jacobo V. Dreizzen. Marzo de 1963.
- PUBLICACION Nº 33. Vigas continuas con momento de inercia variable de sección a sección del mismo tramo. Ingeniero José Petrucci. Abril de 1963.
- PUBLICACION Nº 34. Mesa redonda sobre banquinas. Trabajos, experiencias, investigaciones. Octubre de 1962.
- PUBLICACION Nº 35. Observaciones sobre las exigencias y control de la compactación de las subrasantes. Doctor Celestino L. Ruiz. Agosto de 1963.
- PUBLICACION Nº 36. Puente arco laminar rígido. Ingenieros César J. Luisoni y Adolfo A. Giacobbe. Setiembre de 1963.
- PUBLICACION Nº 37. Catálogo de la Biblioteca Técnica René A. Féminis. Noviembre de 1963.
- PUBLICACION Nº 38. Quinto Concurso de Trabajos Viales. Octubre de 1963. Tramos experimentales de bases construidas con granito desintegrado. Ingenieros Félix J. Lilli y Reynaldo R. Barrientos. Sugerencias extraídas del estudio y comienzo de construcción de una obra cuyo llamado a licitación fue hecho por el procedimiento denominado "Tabla de Valores de Precios Unitarios". Ingeniero José M. Kenny. Estudio de la correlación entre las medidas de estabilidad de suelos finos obtenidos en los ensayos de Valor Soporte California (C.B.R.) y penetrómetro de cono. Señor Roberto T. Santángelo. Agrimensura vial. Métodos en relacionamiento y planialtimetría. Agrimensor Edgardo A. Rothsche. Costos unitarios de transporte sobre canchales. Ingeniero Matías Yuffé y Agrimensor Norberto Lamotta. Bases para un proyecto de especificaciones sobre motoniveladoras. Ingenieros Jacobo V. Dreizzen y Rafael S. Blanco. Influencia de las características del suelo en la dosificación de mezclas de suelo-cemento. Mapa tentativo de los porcentajes óptimos de cemento para la dosificación de mezclas de suelo-cemento en la provincia de Buenos Aires. Señores Adolfo H. Delorenzo y Omar R. Ocampos. Hacia un horizonte. Ingeniero Eduardo A. Petrucci y Señor Carlos Novoa. Ensayo sobre el tránsito de la ciudad de Bahía Blanca. Señor Juan Lis. Obras licitadas por el Sistema de Tablas. Ingenieros Roberto Meneses y Horacio Claudio.
- PUBLICACION Nº 39. Accesos a centros urbanos. Ingeniero Eduardo A. Petrucci. Mayo de 1964.
- PUBLICACION Nº 40. Programación de obras y proyectos por el Método P.E.R.T. "Critical Path Method". Ingeniero Juan M. M. Corvalán. Marzo de 1964. Agotada.
- PUBLICACION Nº 41. Construcción de caminos por el sistema de peaje. Ingeniero José D. Luxardo. Agosto de 1964.
- PUBLICACION Nº 42. Tipos y causas de fallas en los pavimentos de carreteras. Ingeniero F. N. Hveem. Traducción. Julio de 1964.
- PUBLICACION Nº 43. Problemas de diseño y comportamiento de pavimentos en la provincia de Buenos Aires. Ingenieros Jorge M. Lockhart y Félix J. Lilli. Setiembre de 1964.
- PUBLICACION Nº 44. Alcantarillas prefabricadas para obras de arte menores. Ingenieros Luis R. Luna y Pedro García Gausi. Octubre de 1964.
- PUBLICACION Nº 45. Sexto Concurso de Trabajos Viales. Octubre de 1964. Análisis crítico del Régimen de Coparticipación Vial Municipal de la provincia de Buenos Aires. Ingeniero Juan R. Villar. Las soluciones para la reconstrucción de los pavimentos de hormigón y el problema de las cargas de la estructura vial. Ingeniero Luis A. Cardozo. El uso del amianto como "filler" en las mezclas asfálticas de tipo superior. Técnico Químico Norberto O. Ferrari.

- La Contribución de Mejoras en la Ley de Vialidad de la provincia de Buenos Aires. Agrimensor Juan A. Urrutía. Estudio sobre volúmenes de tránsito en caminos de la red vial de la provincia de Buenos Aires. Agrimensores Juan A. Bilbao y Emilio Bandel.
- Hormigón pretensado. Algunas secciones típicas de hormigón pretensado. Ingeniero Pedro García Gausi.
- La red troncal vial de la provincia de Buenos Aires. Agrimensor Carlos D. Craig.
- PUBLICACION Nº 46. Presentación y comentarios sobre los Diagramas Shell 1963 para el diseño de pavimentos flexibles. Doctor Celestino L. Ruiz. Diciembre de 1964.
- PUBLICACION Nº 47. Hormigón pretensado. Tentativas, recomendaciones y aplicación. Ingeniero Pedro García Gausi. Diciembre de 1964.
- PUBLICACION Nº 48. Criterio de calidad y bases para la adquisición de cales destinadas a la corrección y estabilización de suelos. Ingeniero Félix J. Lilli. Enero 1965.
- PUBLICACION Nº 49. Sobre el cálculo de espesores para refuerzo de pavimentos. Dr. Celestino L. Ruiz. Marzo 1965.
- PUBLICACION Nº 50. Apuntes sobre mantenimiento preventivo de máquinas viales. Señores Alberto R. Cangelosi y Pedro S. Cuomo. Marzo 1965.
- PUBLICACION Nº 51. La utilización de las arenas con ligantes bituminosos. Ing. Victorio Lelú. Traducción. Abril 1965.
- PUBLICACION Nº 52. Algunas normas para la selección del tipo de intersección a diferente nivel. Ing. Juan M. M. Corvalán. Mayo de 1965.
- PUBLICACION Nº 53. II Congreso Vial Municipal. 153 ponencias, 28 monografías, 14 peticiones, etc., discusiones, sesiones. Marzo de 1965.
- PUBLICACION Nº 54. Canalización de intersecciones a nivel. Ing. Juan M. M. Corvalán. Julio 1965.
- PUBLICACION Nº 55. Interpretación de las fallas de las carpetas asfálticas por resiliencia. Influencia de la fase gaseosa en el comportamiento bajo carga de los materiales compresibles. Dr. Celestino L. Ruiz. Noviembre 1965.
- PUBLICACION Nº 56. Séptimo Concurso de Temas Viales. Octubre de 1965.
- Estudio de velocidades en caminos de la provincia de Buenos Aires. Ingeniero Mario J. Leiderman y agrimensor Juan A. Bilbao.
- Estudio sobre limitación de velocidad en la Ruta Provincial Nº 78. Técnico Juan Lis.
- Hormigón pretensado. Sugerencias y alcances. Ingeniero Pedro García Gausi.
- Agrimensura vial. Taquimetría y triangulación. Agrimensor Edgardo A. Rothsche.
- Igualdad de dos métodos de análisis económicos. Alumnos de la Escuela de Ingeniería de Caminos. Quinta Promoción.
- Sobre mejoramiento y consolidación de caminos de tierra. Ingeniero Luis A. Cardozo.
- La expropiación. Señor Osvaldo D. García.
- PUBLICACION Nº 57. Interpretación del ensayo Marshall. Relación estabilidad-fluencia. Su aplicación a las mezclas asfálticas no convencionales y al criterio de calidad. Dr. Celestino L. Ruiz. Mayo 1966.
- PUBLICACION Nº 58. Ley general de Expropiaciones Nº 5708. Noviembre 1966.
- PUBLICACION Nº 59. Ley Nº 6312. Previsiones para la seguridad y rapidez del tránsito en la provincia de Buenos Aires. Agosto 1966.
- PUBLICACION Nº 60. Tendencias actuales en la construcción de puentes. Ing. Adolfo A. Giacobbe. Abril 1966.
- PUBLICACION Nº 62. La disminución del fondo de caminos. Dr. Julio A. Migoni. Marzo 1966.
- PUBLICACION Nº 63. Sistemas de transporte urbano y normas para su funcionamiento. Ing. Armando García Baldizzone. Setiembre 1966.
- PUBLICACION Nº 65. Autopistas. Soluciones para sus intersecciones. Ingeniero Juan M. M. Corvalán. Marzo 1966.

OTRAS EDICIONES

- Plan Vial de la provincia de Buenos Aires, años 1959-1963. Tomos I y II. Síntesis, memoria, descripción, factores considerados, longitudes, red primaria y secundaria, comparaciones, estudio económico, tránsito, índices económicos, obras. Primera, Segunda y Tercera edición.
- Primer Simposio Técnico de Banquinas. Noviembre de 1959.
- Segundo Simposio de Banquinas. Octubre de 1960.
- Normas Técnicas de la Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires. Junio de 1961. Primera Edición.
- Primer Simposio del Equipo Vial. Octubre de 1960. Agotado.
- Cálculo gráfico de cotas medias de base de terraplén y préstamos. Ing. Mario A. Fornari, 1936.
- Planillas para cálculo de movimiento de tierra, 1936.
- Trazado de curvas espirales. Ing. Mario A. Fornari, 1936.
- La Zona Escuela de la Dirección de Puentes y Caminos de la provincia en Mercedes. Ing. Lauro O. Laura, 1934.
- Día del Camino. Octubre de 1960.
- Revista "VIALIDAD", trimestral. Nros. 1 al 37.
- Boletín Bibliográfico, mensual, Nros. 1 al 114.

EN PREPARACION

- PUBLICACION Nº 61. Escuela de Ingeniería de Caminos de la D.V.B.A.
- PUBLICACION Nº 66. Octavo Concurso de Temas Viales. Seis trabajos premiados.



Se terminó de imprimir en los
Talleres Gráficos DANTE OLIVA,
calle 13 N° 780 La Plata, en la
segunda quincena de diciembre de 1966

