

72

OCT./DIC. 1979

# VIALIDAD



## DIA DEL CAMINO

República Argentina

La Plata

Prov. de Buenos Aires

M. O. P.

Dirección de Vialidad



5 DE OCTUBRE

REPÚBLICA ARGENTINA  
PROVINCIA DE BUENOS AIRES  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA  
MINISTRO DE OBRAS PÚBLICAS  
SUBSECRETARIO DE O. PÚBLICAS

DIRECCIÓN DE VIALIDAD  
ADMINISTRADOR GENERAL  
SUBADMINISTRADOR GENERAL  
INGENIERO JEFE

DIRECTORES  
Construcciones  
Conservación  
Estudios y Proyectos  
Vialidad Urbana

SUBDIRECTORES  
Construcciones  
Estudios y Proyectos  
Administración  
Zona I  
Zona II  
Zona III  
Zona IV  
Zona V  
Zona VI  
Zona VII  
Zona VIII

COMISIÓN PERMANENTE DE PUBLICACIONES

Ingeniero	Julio C. Astuti
Ingeniero	Mario A. Ripa
Ingeniero	Matías Yuffe
Ingeniero	Horacio C. Albina
Ingeniero	Horacio Claudio
Ingeniera	Teresa Alfano
Ingeniero	Oscar G. Scally
Señor	Omar G. Cacace
Contador	Julio R. Fredes

General de Brigada (R.E.) Ibérico  
Saint Jean

Ingeniero Pablo R. Gorostiaga  
Agrimensor Anacleto Maluéndez

Ingeniero Roberto Marcos  
Agüero Olmos  
Coronel (R.E.) Osvaldo Jorge Godoy  
Ingeniero Julio César Astuti

Ingeniero Oscar Guillermo Scally  
Ingeniero Mario Augusto Ripa  
Ingeniero Matías Yuffe  
Ingeniero Horacio C. Albina

Ingeniero Carlos Salomón López  
Agrimensor Jorge Chiabrando  
Señor Omar Guillermo Cacace  
Ingeniero Juan Raúl Villar  
Agrimensor José María Scasso  
Ingeniero Oscar Guillermo Scally  
Agrimensor Julio Celeste Mauriño  
Agrimensor Eberto J. Pérez  
Ingeniero Alberto Oscar Rossi  
Agrimensor Juan Carlos Cordisco  
Ingeniero Víctor Rodolfo Fernández

# VIALIDAD

REVISTA DE LA DIRECCION DE VIALIDAD

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

PROVINCIA DE BUENOS AIRES - ARGENTINA

Fundada por Resolución  
Nº 1610, de fecha 17-IX-957

Publicación Trimestral  
Técnico - informativa



DIRECCIÓN DE VIALIDAD  
DE LA PROVINCIA  
DE BUENOS AIRES

Calle 7 Nº 1175 - La Plata  
Buenos Aires - Argentina

## SUMARIO

	<u>Página</u>
Nuestra portada .....	2
La infraestructura vial y el progreso económico. Ingeniero Roberto Marcos Agüero Olmos ....	3
Método para la verificación del diseño y trazado del cable con fuerza mínima en vigas hiperestáticas. Ingenieros Norberto Tombesi, Antonio H. Pir- chío y Mercedes Mezquita .....	19
Análisis del comportamiento de los pavimentos ur- banos de hormigón de la provincia de Buenos Aires. Ingenieros Mario Aubert, Juan W. Sleet y Juan F. García Balado (h.) .....	39
Comisión Permanente de Publicaciones .....	50
Aplicación de la máquina giratoria de ensayo a la determinación del contenido óptimo de ligante en mezclas bituminosas. Dr. Ingeniero de Caminos Juan F. Viguera González .....	51
Commemoración del Día del Camino 1979 .....	66
Distribuidor de tránsito "Ingeniero Pedro Benoit", en el principal acceso a La Plata .....	76
Inauguración del camino Llavallol - La Tablada ..	83
Licitaciones de la D.V.B.A. Mayo/setiembre de 1979	88
Publicaciones de la Dirección de Vialidad de la pro- vincia de Buenos Aires .....	92

Año XXI - Nº 72  
Octubre - Noviembre - Diciembre de 1979

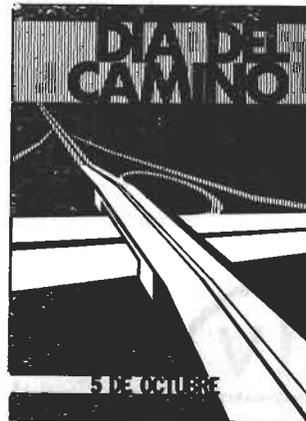
Los artículos pueden reproducirse citando la fuente.  
Registro de Propiedad Intelectual Nº 586.585  
La responsabilidad de lo expuesto en los artículos  
firmados corresponde exclusivamente a sus autores.

# NUESTRA PORTADA

## INTERSECCIÓN DE LAS RUTAS NACIONALES 2 Y 215

La carátula representa en forma geométrica (sintetizada en trazos rectos) las obras realizadas en la intersección de las importantes rutas nacionales 2 y 215, comúnmente llamada "Cruce de Etcheverry", por hallarse en las cercanías de dicha población bonaerense.

Se ha dado solución, por medio de los trabajos ejecutados, al tránsito en dicho encuentro, especialmente, en las horas pico, a los automotores que transitan entre la Capital Federal y la ciudad de Mar del Plata.



Diseño: Willy Ocampo

Fotografías: Néstor O. Aguirre

Supervisión y ordenamiento de esta Revista:  
Agrimensor Carlos Alberto Marotta.

# La Infraestructura Vial y el Progreso Económico

*Disertación del señor Administrador General de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, ingeniero Roberto Marcos Agüero Olmos, en la sede del Centro Argentino de Ingenieros, el 11 de octubre de 1979.*

La intensidad de la actividad económica es claramente influenciada por las facilidades que ofrece el sistema de transporte; si los costos y tiempos de viaje del transporte de pasajeros y mercancías disminuyen, no sólo disminuyen los costos de producción, sino que, además, se facilita el uso de los recursos disponibles de un modo más intenso y en algunos casos se adelanta su utilización.

Dentro de los medios de transporte, el automotor, en el orden mundial, ha ido ganando importancia respecto de otros medios y por sus características y desarrollo tecnológico es el que más se adecua a las necesidades de una organización racional de la producción.

Sería redundante entrar a hacer comparaciones de las ventajas o desventajas entre los medios, pero basta señalar que la posibilidad del transporte de puerta a puerta, los tiempos de viaje, la seguridad y los costos de los fletes, hacen al autotransporte el medio más idóneo para salvar la necesidad de intercambio de bienes y personas.

Ante la caracterización expuesta, es imprescindible delinear una política de adecuación de la infraestructura vial a las demandas que la realidad económica y social imponen, y en tal sentido son tres los grandes parámetros que deben regir la política vial. Ellos son: ejecución de obras nuevas, conservación y transitabilidad permanente de caminos vecinales.

Las obras nuevas de primera jerarquía deben llevar soluciones a los déficits de la red existente o bien salvar las insuficiencias actuales que provocan congestiones, demoras, accidentes, etc., y que técnicamente se definen por los bajos niveles de servicio ofrecidos por la red actual.

La conservación de la red vial, dado el alto costo de construcción o reconstrucción de la misma, se convierte en una tarea de primordial relevancia tanto para

el logro de una adecuada oferta de servicios de transporte, cuanto en la preservación de uno de los patrimonios más valiosos del sector público.

La transitabilidad permanente en los caminos no pavimentados es un objetivo de primera línea. Por definición, para que una vía se constituya en un camino debe tener las obras que aseguren su permanente transitabilidad. Salvar las insuficiencias que en este aspecto se presentan, no sólo hace bien al aspecto formal de que los caminos cumplan con los conceptos que los definen, sino que, además, son necesidades reales a salvar para que los sectores de actividad primaria se desenvuelvan sin tener al sector vial como un impedimento para el cumplimiento de sus actividades.

El panorama ofrecido por las condiciones de la infraestructura de la red caminera actual hace que deban ser considerados como objetivos principales de la política vial a desarrollar, algunos que en términos normales son de cumplimiento forzoso y habitual. A esta situación se ha llegado por el progresivo agravamiento de las posibilidades de financiación de obras camineras, tema este que es necesario abordar estableciendo algunas precisiones.

#### FINANCIAMIENTO DEL SECTOR VIAL

En la época moderna, el financiamiento del sector vial nace junto con la vialidad argentina mediante un impuesto a los combustibles, cuya afectación exclusiva estaba destinada a la creación y conservación de la red de caminos de la República.

La ley 11.658/32 adopta el sano principio que los gravámenes aportados por los usuarios del camino sean destinados a la creación de la infraestructura vial, respetando las facultades concurrentes de la Nación y de las provincias, en la imposición de los tributos.

Dado que los tributos originales estaban especificados por medio de valores fijos y se daba ya un proceso inflacionario continuo, las posibilidades de financiamiento para el sector vial fueron disminuyendo en forma progresiva. Además de esto, en el año 1945, por decreto 22.389, se crea el Fondo de la Energía, integrado por recursos provenientes, entre otros, de los gravámenes establecidos sobre los combustibles. De esta forma puede afirmarse que desde los orígenes, ya sea por insuficiencia de la legislación o por el avance de otros sectores sobre las percepciones que originalmente eran exclusivas del sector vial, la capacidad de financiamiento se vio siempre disminuida en mayor o menor medida por factores ajenos al espíritu de la ley de origen.

En el año 1958, por decreto-ley 505, se vuelven a implantar los principios básicos de financiamiento de carreteras, adecuando la legislación en materia de recursos viales, y el impuesto a los combustibles pasa a ser un impuesto "ad valorem", lo que permite actualizar los recursos ante las variaciones del nivel general de precios.

Por sucesivas modificaciones legales destinadas a salvar situaciones coyunturales, las vialidades fueron perdiendo la exclusividad de los recursos y la magnitud de los mismos; esto se dio por un proceso de afectaciones múltiples que llevaron a que hoy se participe en sólo 1/3 de lo que fue su recurso original y exclusivo.

A modo de reseña debe mencionarse que por decreto 10.670/61 se interpretó que el valor del Impuesto a los combustibles debía fijarse sobre el valor de retención y no sobre el precio de venta, lo que significó una disminución del tributo del orden del 50 %.

Por decretos-leyes 1223/63 y 1514/63 se disponen, un incremento del impuesto a los lubricantes con destino a Rentas Generales de la Nación y además, con el mismo fin, un impuesto de 1 peso por litro de nafta, siendo esta la primera manifestación del avance de Rentas Generales alterando el destino del aporte.

Por Ley 20.336/73 se crea el F.O.N.I.T. como un fondo participante del impuesto a los combustibles, del que se nutre Ferrocarriles Argentinos, con lo que no sólo se agravó la situación vial sino que, además, se dejaron de lado los principios más sanos de la política fiscal.

Las planteadas, constituyen nada más que las modificaciones legales más significativas por sus consecuencias. La síntesis más elocuente del proceso la consignan los siguientes valores: en 1933 los ingresos provenientes del impuesto a los combustibles y lubricantes representó el 75,4 % de los fondos viales; en 1978 sólo alcanzaron al 37,2 %.

Todo ello hace pensar que es necesario buscar los recursos que hacen falta para la construcción de estas obras que la provincia y el país reclaman con urgencia; ello va en defensa hasta de la vida, por cuanto se disminuirán los accidentes y toda clase de incomodidad a los usuarios.

Pero, encarar estas obras y buscar nuevos recursos no significa la creación de entes distintos a los que se poseen para la construcción de estas obras. Valga, como ejemplo, la tenaz resistencia que presentó el que habla a la constitución de sociedades anónimas para la construcción de las obras "Autopista La Plata-Buenos Aires"; "Puente sobre Zárate-Brazo Largo", etc.; es decir que para encarar estas obras se pretendía sacarlas de su organismo natural, que era la Dirección Nacional de Vialidad, con más de 30 años de funcionamiento en la materia; era como si para defender a nuestro país de un ataque armado del exterior, tuviéramos que recurrir a fuerzas mercenarias y dejar de lado a nuestras gloriosas fuerzas armadas; debe entenderse de una vez por todas, que dándole a los organismos naturales, los recursos necesarios, se pueden encarar todas estas obras y muchas otras que el país reclama.

En más de una oportunidad he comentado que se deben destinar los recursos viales a sus fines específicos y vuelvo a insistir en esta celebración del "Día del Camino" que si ello no ocurre, seguiremos con nuestro acuciante déficit vial.

Las obras viales no producen inflación, ni pueden aumentarla, ya que no hacen otra cosa que disminuir los gastos de transporte, aumentar las comunicaciones entre los pueblos, brindar mayor rapidez en el transporte de los diversos productos, evitar pérdidas de tiempo, etc.; y entiendo que es un desafío al gobierno y a la sociedad actual, el satisfacer estas necesidades en el menor tiempo posible.

Además no tan solo la falta de recursos atenta contra la actividad y el mantenimiento de nuestro patrimonio, sino también que a ello se agrega un déficit humano, por cuanto no se cuenta hoy con el personal necesario para encarar todos los planes de trabajo en forma simultánea.

En la Dirección Nacional de Vialidad se contaba, en el año 1949, con 400 profesionales de la Ingeniería, número que 30 años después ha decrecido hasta un número inferior a la mitad, cuando los problemas vegetativos se han multiplicado por los siguientes factores:

- a) Aumento de la red pavimentada;
- b) Obsolescencia de buena parte de la red pavimentada;

- c) Mayores exigencias emergentes del propósito de no quedarse atrás en la necesaria actualización técnica y científica;
- d) Necesidad de atender los problemas que presenta la vialidad urbana;
- e) Atención preferente que se debe dar a las tareas de planeamiento.

En su momento, para suplir esta falla se requirió a la actividad privada y se constituyeron firmas profesionales de la ingeniería que realizaron una labor enco- miable dentro del ámbito vial en todo el país.

Hoy, a la falta de recursos para suplir nuestro déficit vial, que he menciona- do anteriormente, se agrega también el hecho que parece desconocerse la labor de las firmas consultoras de la ingeniería, por cuanto se introducen nuevos conceptos para la contratación de las mismas, dejando de lado el hecho que estamos contratando servicios de inteligencia y no la compra de tal o cual objeto físico.

Por si esto fuera poco, en la actividad de la construcción se licitaron, desde el 1-1-78 hasta el 30-6-79, 68 obras entre la D.N.V. y la D.P.V. y se han contratado esas obras con 41 empresas de las 157 que se presentaron, es decir están con trabajo tan solo un 26 % de las empresas y con riesgo de quedar muchas de ellas en el camino.

Ante esta situación, es necesario hablar con suficiente claridad y tomar las medidas que las exigencias del transporte obligan en estos momentos. En primer término se encuentra el problema de conseguir nuevos recursos para las obras viales.

En el momento actual, con criterio de complementación al decreto ley 505/58 y con el fin de regularizar la situación de deficiencia de fondos para el sector vial y teniendo en cuenta el principio de facultades impositivas concurrentes de Nación y Provincia y una sana política fiscal, las vialidades provinciales han elaborado un anteproyecto de ley de percepción y distribución de fondos viales.

Partiendo de la base que el hecho imponible debe estar originado en una actividad vinculada al uso del camino, el gravamen incidirá sobre el uso, adquisición, posesión o tenencia de vehículos. En la aplicación práctica las fuentes de los recursos se integrarán por impuestos a: naftas, gas-oil, cubiertas, lubricantes, primera venta de automotores, transferencia de vehículos usados, otros combustibles y los derechos de peaje e impuestos de emergencia al Parque Automotor.

Otros recursos de carácter extraño a una sana concepción de la política fiscal, como es el Fondo de Caminos de Fomento Agrícola, se entiende que deben ser suprimidos pues derivan de hechos imponibles ajenos al destino de su afectación.

Del mismo modo que no es admisible la generación de recursos por hechos imponibles que nada tienen que ver con el sector vial, se entiende que no corresponde el destino de fondos a sectores extraños a los de la actividad que genera el tributo y en tal sentido se promueve la progresiva eliminación de participación de Rentas Generales y Ferrocarriles Argentinos, sobre el impuesto a los combustibles y lubri- cantes.

En cuanto al sentido del gasto dentro del sector vial se propone una distribución entre Nación y provincias que respete las necesidades reales de cada sector, determinadas éstas a través de los análisis estadísticos de las ejecuciones presupuestarias de los últimos años.

Con el fin de atender las obras viales al servicio de actividades que en cada Provincia se deban promover, se prevé la creación de un "Fondo de Fomento" con el que simultáneamente se logran dos objetivos importantes.

Por un lado, atemperar las diferencias entre provincias para el logro del mejor desarrollo de sus actividades potenciales y, por otro, respetar las autonomías provinciales en cuanto al tipo de actividad que se debe fomentar.

Mediante un fondo de igual magnitud que el destinado a las obras de promoción, existe uno propuesto para la atención de la red terciaria; de tal forma, se tiende a regularizar y aun fijar normas sobre lo que son funciones y modo de atención de esta red, que en distintas jurisdicciones tiene tratamientos disímiles.

En cuanto a las zonas, que tienen problemas viales de índole singular, se prevé que su atención debe resolverse mediante un tipo de solución de las mismas características; así, para el Territorio Nacional de Tierra del Fuego, se prevé una participación en el nuevo fondo como si fuera una provincia más. Y con respecto a la Capital Federal, donde los problemas viales más significativos están circunscriptos a las vías de penetración y sus enlaces, ya que las obras viales internas a la Avenida General Paz se adaptan mejor a otras formas de financiación, se prevé la administración de los fondos por medio de un ente interjurisdiccional. El ente interjurisdiccional estará integrado por la Dirección Nacional de Vialidad, la Direc- ción de Vialidad de Buenos Aires y la Municipalidad de la ciudad de Buenos Aires, que son las instituciones representativas de las jurisdicciones directamente afectadas por el problema.

La puntualización precedente se remite a los aspectos relevantes contenidos en el anteproyecto de ley, donde además, y por la magnitud del déficit vial actual, se postula la mantención de los recursos provinciales como fuente de finan- ciación regular, para las obras a realizar en y por esas jurisdicciones.

Con esta ley se procura retomar los principios de política fiscal bajo la que nació la Vialidad Argentina. Los recursos originados respetan los principios del beneficio y de la capacidad de pago de los contribuyentes en forma simultánea, y sirven para atender tanto a la satisfacción de las necesidades individuales como a las colectivas o sociales, de carácter no divisible.

Entrando al terreno del carácter de los servicios que presta el Estado corres- ponde desarrollar un análisis particular de lo que son las funciones del Estado y la forma en que las mismas se instrumentan, mediante la captación de los recursos y el destino del gasto.

#### FUNCIONES DEL ESTADO Y LA ACTIVIDAD VIAL

Teniendo en cuenta los bienes y servicios públicos que deben ser suminis- trados por el Estado, se advierte que los mismos pueden tener o no el carácter divisible. Son divisibles aquéllos en que se pueden establecer, aunque sea en forma aproximada, los beneficios que para cada sujeto económico provoca su prestación. Son indivisibles aquéllos para los que no existe criterio válido para conocer el beneficio que recibe cada miembro de la comunidad.

Sea el servicio divisible o indivisible, no existe un mercado para el sector público donde, a través de los precios, el individuo puede expresar su preferencia mediante el rechazo o aceptación del mismo.

Ante la carencia de formas de manifestación de las preferencias individuales, el Estado utiliza otros mecanismos adecuados a las formas institucionales del sistema político, para captar y determinar las preferencias de la comunidad. A partir de esas determinaciones y establecido un orden de prioridades de las necesidades a satisfacer,

se resuelve sobre los bienes y servicios que deben producirse y las formas en que debe procederse a su financiación.

En la concepción moderna de las finanzas públicas, tanto la determinación de los recursos como la política del gasto, son los fundamentos de la actividad económica del Estado, ligada estrechamente a la actividad económica global del país.

La instrumentación de la política fiscal se refleja en última instancia en el presupuesto general y tiende, o debería tender, al cumplimiento de los tres objetivos básicos a cubrir por el sector público en el Estado moderno, que son:

- a) Correcta asignación de recursos.
- b) Redistribución deseada de los ingresos y la riqueza.
- c) Estabilidad económica.

#### IMPOSICIÓN VIAL Y LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS

Desde el punto de vista impositivo, en nuestro país, el mecanismo de percepción más importante para la financiación vial es el tributo cargado sobre los combustibles, que se percibe como parte del precio. Ello responde al principio impositivo del beneficio, sobre todo en aquellos casos en que la demanda de transporte satisface necesidades individuales.

Para los casos en que los motivos de viaje están originados en la prestación de un servicio comercial útil a la actividad productiva, la carga impositiva es trasladable en mayor o menor medida. Es por ello que ante aumentos en los precios de los combustibles, no se verifican retracciones de la demanda para este tipo de viajes.

Por lo expuesto, se debe considerar que los incrementos impositivos sobre los combustibles no afectan significativamente la asignación de recursos productivos, cuando el uso es generado por viajes directamente vinculados con la actividad económica. Es decir, que la mayor carga impositiva es soportada por la producción, mostrando efectos neutrales en cuanto a la intensidad del uso de recursos.

Para los viajes destinados a satisfacer necesidades individuales, toda retracción de la demanda significaría una potencial demanda alternativa dirigida a otros sectores y ello involucra un cambio cualitativo pero no cuantitativo en los recursos demandados.

Analizado desde el punto de vista de los efectos globales, toda imposición al gasto produce retracciones de la demanda y, por ende, tiene efectos antiinflacionarios, cuando la realidad en que se verifica responde a una situación de aumento continuo del nivel general de precios.

En el país no existen suficientes trabajos empíricos que permitan cuantificar los efectos que sobre la demanda de transporte tiene un incremento en el precio de los combustibles por sobre el aumento del nivel general de precios; las retracciones de demanda cuantificadas no exceden el plazo de los 3 meses, período en el cual se vuelve a los valores habituales de la demanda de transporte.

Esto puede provenir del hecho que en el proceso inflacionario en que se vive, la estructura de precios relativos se reacomoda en el plazo mencionado y el precio de los combustibles vuelve a tener la misma **significación relativa** respecto a los restantes bienes que la que tenía en el momento de experimentarse el aumento.

Como *conclusión particular* respecto a los efectos que los incrementos impositivos sobre los combustibles producen en la asignación de recursos productivos, puede manifestarse que: *no existen elementos significativos para fundamentar que se produzcan reasignaciones del uso de los recursos productivos que afecten a la actividad económica* y que, en todo caso, con carácter genérico, *los efectos serán antiinflacionarios en la medida que los tiene cualquier impuesto sobre los consumos.*

#### IMPOSICIÓN VIAL Y LA DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO Y LA RIQUEZA

Si el análisis se remite a los efectos que el impuesto o sus incrementos tiene sobre la redistribución del ingreso y la riqueza, deberán considerarse también los tipos de necesidades que cada viaje satisface.

Cuando el transporte automotor satisface necesidades colectivas, la carga tributaria es trasladable, con un efecto proporcional a lo que los combustibles y lubricantes significan en la estructura de costos de transporte. Dentro de los costos económicos de operación, combustibles y lubricantes representan aproximadamente el 8 % de los costos totales, y como la demanda de transporte es inelástica —o sea que ante un aumento o disminución del precio, la cantidad demandada varía en menor proporción— se arriba a la conclusión que para una duplicación del precio de los combustibles, la demanda de transporte disminuirá menos que el 8 %.

Del anterior ejemplo numérico se desprende la explicación de por qué, para el transporte automotor de cargas o pasajeros, los incrementos de los precios de los combustibles que excedan el incremento del nivel general de precios, no producen retracciones en la demanda.

Esta situación indica que el modo en que el incremento impositivo sobre los combustibles y lubricantes, afecta a los demandantes de transporte que satisfacen necesidades colectivas, no es significativo con respecto a la distribución del ingreso, si lo fuera, se comprobaría una disminución en la demanda de viajes de auto-transporte, que a su vez aparearía un incremento en la demanda para otros medios alternativos para mantener el nivel de actividad económica, cosa que no ocurre ya que como se expresó antes, no se verifica retracción de viajes de camiones o de viajes por motivo de trabajo.

Para los usuarios de la red vial, que satisfacen mediante ella necesidades individuales, el incremento impositivo produce el efecto de disminuir la disponibilidad de dinero para la demanda de otros bienes, ya que, como se vio, también para este tipo de viaje, la demanda de transporte no disminuye.

Desde el punto de vista individual la imposición tiene carácter proporcional, pues el grado de contribución es función directa de la cantidad demandada de viajes.

Desde el punto de vista social, siendo que el usuario de vehículos individuales pertenece al estrato de ingresos más altos, la imposición produce una redistribución progresiva del ingreso, pues castiga más a quienes más tienen.

Como conclusión, se debe puntualizar que los efectos de la imposición para financiación del sistema vial, sobre la redistribución de los ingresos es provocar una redistribución progresiva castigando proporcionalmente más a quien más tiene. Y desde el punto de vista de los efectos sobre la intensidad de la actividad eco-

nómica, las consecuencias *son de características antiinflacionarias por cuanto resta disponibilidades para la demanda de otros bienes y servicios.*

### IMPOSICIÓN VIAL Y LA ESTABILIDAD ECONÓMICA

En el caso en que se procure establecer las consecuencias que sobre la estabilidad económica tiene la imposición para financiar el sistema vial, se debe considerar la situación particular en que se encuentra el ciclo económico. Para los casos en que la tendencia es hacia la recesión, los impuestos sobre los combustibles, como cualquier otro tipo de impuesto a los consumos, disminuyen las disponibilidades monetarias, retraen la demanda y tienden a agravar la situación recesiva. A "contrario sensu", si la situación es inflacionaria, como la de nuestro país en los momentos actuales, los efectos son anticíclicos y coadyuvan al logro de la estabilidad económica.

Corresponde ahora llevar a cabo el análisis de las consecuencias que tiene el gasto para el cumplimiento de los objetivos básicos del Estado.

### GASTO VIAL Y LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS

Respecto a la asignación de recursos debe diferenciarse el análisis para los casos en que los incrementos de la demanda afecten a sectores que pueden estar trabajando con o sin capacidad ociosa.

La ejecución de obras tales como las viales produce incrementos de las demandadas, si las mismas se dirigen a sectores que están trabajando al máximo de su capacidad —pleno empleo— las consecuencias para ese sector serán inflacionarias, ya que toda demanda insatisfecha produce elevación de los precios de los productos demandados.

En el corto plazo, la situación no es reversible, mientras que en el largo plazo por ampliaciones de capacidad instalada, por reasignación de recursos o incorporación de nuevas firmas al sector, se tenderá a una nueva situación de equilibrio con una similar estructura de precios; los mismos serán más altos si la situación para todos los sectores es de pleno empleo, y del mismo nivel si se hace uso de factores desocupados o no usados en otros sectores. Lo anterior son dos situaciones extremas; lo que en la práctica ocurrirá es que se verifique un leve incremento de los precios y una leve modificación de la estructura de los precios relativos.

Los efectos de la ejecución de obras viales sobre la asignación de recursos y el nivel general de precios se pueden sintetizar en las dos conclusiones siguientes:

La traslación de factores de un sector a otro tiene restricciones, **debido a** las características tecnológicas del proceso productivo, por lo que **muy probablemente** el único sector que verificará un incremento del nivel de precios de los bienes y servicios producidos, será aquél que no tiene posibilidades de incrementar su producción para satisfacer incrementos de su demanda.

Cuando la demanda se dirige a sectores que no están trabajando en condiciones de pleno empleo, el equilibrio se dará para una mayor producción transada en el mercado y al precio de mercado preexistente, es decir, que el nuevo equilibrio se verificará para mayores cantidades demandadas y ofrecidas, siempre al mismo precio.

### GASTO VIAL Y LA DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO Y LA RIQUEZA

El incremento de la demanda derivada de la ejecución de obras por el sector público afectará los precios y el nivel de beneficios de aquellos sectores que estaban trabajando en condiciones de pleno empleo y ven aumentada su demanda. Esto es válido sólo para situaciones de corto plazo; para el largo plazo los efectos se atenuan hasta anularse de acuerdo al grado de sustituibilidad de los factores de producción.

Como síntesis se puede establecer que sólo en el corto plazo las empresas pertenecientes a sectores con pleno empleo obtendrán beneficios mayores que los normales.

### GASTO VIAL Y ESTABILIDAD ECONÓMICA

Con respecto a la estabilidad económica debe puntualizarse que si la situación general de la economía es recesiva un incremento en la demanda operará con carácter anticíclico incrementando el nivel general de la actividad económica. Si la situación es inflacionaria los efectos dependerán de los sectores hacia los que se canaliza la mayor demanda de bienes o servicios. Si los sectores están en situación de pleno empleo los efectos tenderán a acentuar el proceso. Si los sectores no están en situación de pleno empleo los efectos sobre el proceso inflacionario serán neutrales.

Todo el análisis anterior sobre la actividad del sector vial teniendo en cuenta los efectos de la percepción de recursos y distribución del gasto, sobre los tres objetivos básicos de las funciones del Estado, hacen una referencia general sobre la forma en que se incide en el proceso inflacionario, sin haber entrado al análisis particular de este concepto. Corresponde, entonces, decir algo sobre este punto.

### ACTIVIDAD VIAL Y PROCESO INFLACIONARIO

La inflación es el estado de la economía caracterizado por una tendencia al alza del nivel general de precios. Cuando esta alza no se produce como consecuencia de los controles impuestos para impedirla, denominamos a esta situación "Inflación reprimida", que se concreta en aquellas situaciones en que hay sistemas de precios máximos obligatorios.

Las causas que pueden provocar el proceso inflacionario son diversas.

Una de ellas es aquella en que la demanda excede la producción. La presión que cada empresario ejerce sobre el mercado de insumos y productos —en competencia con otros empresarios— provocará el aumento de precios de los mismos. Esta situación continuará hasta que se produzca una elevación del nivel de producción, de modo de satisfacer a la demanda, o bien, hasta que se produzca una disminución de la demanda global, debido a los mayores precios, hasta cubrir los bienes producidos. En cualquiera de los dos casos se produce una nueva situación de equilibrio.

La alteración del nivel de precios sin que se verifique un exceso de la demanda, también puede ser causada por una de las siguientes razones:

— Alza de los salarios; aumento de los beneficios de los empresarios, trasladados a los precios; desigual distribución de la demanda por exceso en algunos sec-

tores y por defectos en otros. Vale decir, que **en un caso** la demanda excesiva constituye la enfermedad y el alza de los precios el síntoma de la misma; en los otros casos, el aumento del nivel de precios es la propia enfermedad.

En la situación actual del país la demanda global no supera la producción en proceso, por lo que los incrementos de demanda que puede provocar la obra pública, sólo puede tener efectos inflacionarios circunscriptos a aquellos sectores que estén produciendo en condiciones de pleno empleo. En condiciones de **dese**nvolvimiento normales de la actividad económica, los efectos de alzas de precios **par**ciales tienden a disminuir como consecuencia del proceso de reasignación de **factores** de la producción.

Desde el punto de **vista de los efectos del gasto**, puede aceptarse que en algún caso por **anormalidades de la organización del sistema** productivo, el gasto público puede producir inflación a pesar de la inexistencia de demanda excesiva; pero debe también aceptarse que los efectos antiinflacionarios de la actividad impositiva del sector vial, combinados con los efectos del **gasto**, producirán efectos neutrales sobre el nivel general de precios, pero no **inflación**.

### GESTIÓN VIAL Y ACTIVIDAD ECONÓMICO - SOCIAL

Pasando ahora a un campo distinto del de las finanzas públicas y entrando brevemente al terreno de la economía, debe hacerse el análisis de los efectos que la obra vial tiene sobre la organización de las actividades económicas y sobre los costos de producción en el largo plazo.

La teoría económica convencional hace análisis de carácter puntual, donde nunca se consideran los costos de transporte y el modo que éstos afectan al proceso productivo. Tal situación es aceptable desde un punto de vista teórico en la medida en que toda proposición de esa naturaleza formaliza un modelo ideal donde no se puede incorporar el total de variables que operan en la realidad. Desde el punto de vista práctico la alternativa es inaceptable por lo mucho que se aleja de la consideración de las variables que definen la localización e intensidad de cada actividad económica.

El análisis de las ventajas comparativas que cada zona, actividad o región puede tener para el desarrollo de determinadas producciones, incorpora como variable a considerar para la determinación de las producciones óptimas y la intensidad de los intercambios, a los costos de transporte; en la medida que éstos se *minimizan*, *más altos son los beneficios que cada zona o productor logra por la utilización plena de sus recursos más baratos*.

Si esto es así, la necesidad de brindar una adecuada infraestructura vial se convierte en un objetivo para el logro del máximo aprovechamiento de los recursos disponibles de cada zona o región.

Bajo el supuesto de contar con una infraestructura vial suficiente y la consecuente minimización de los costos de transporte, cada actividad productiva puede aprovechar mejor los recursos que le son abundantes o más baratos y lógicamente provocará la disminución de los costos generalizados y en el largo plazo los efectos serán de **neto carácter antiinflacionario** por tender a una disminución del nivel general de precios.

### PLAN DE OBRAS

Por todo el análisis antecedente y en la firme convicción que una suficiente obra vial propende al mejor desarrollo de la economía del país, es que la provincia de Buenos Aires ha encarado la ejecución de un plan de obras, que es el que actualmente se encuentra en marcha. El período marzo 1977 a marzo de 1979 ha presentado al quehacer vial distintas exigencias y necesidades que se tratarán de satisfacer con los recursos disponibles, ejecutando las obras en una forma ordenada y priorizando las mismas de acuerdo a factores económico-sociales que satisfagan su ejecución.

Puntualizando, podemos decir que en los últimos años el presupuesto de capital de la repartición ha ido en constante aumento, hasta representar un 30 % del total de la inversión física en la Provincia, mientras que la relación inversiones en obra y gastos de personal oscila entre el 8 y el 10 %.

Es necesario destacar que la provincia de Buenos Aires padece de un déficit vial o inadecuación de su red de caminos a los requerimientos actuales, que se traducen en que tan solo el 20 % de la longitud de la red se encuentra pavimentada.

Esto influye considerablemente sobre los costos de los productos y pasajes por cuanto se debe tener en cuenta que el transporte automotor moviliza casi un 70 % de las toneladas de cereales al puerto y de los pasajeros que se mueven por medios masivos dentro de nuestra Provincia.

Es por ello que se trata de encarar, mediante sucesivos planes, la ejecución de obras a fin de tener dentro de un breve plazo por lo menos el 60 % de nuestra red pavimentada. A tal efecto fue encarada una serie de licitaciones y realizaciones en el período abril del 77 - abril del 79, de alrededor de 520 km de caminos nuevos entre los que se destacan:

- Ruta Provincial 46: Junín - Bragado, tramo II.
- Ruta Provincial 85: Coronel Suárez - Guaminí, tramo II.
- Ruta Provincial s/n: Pringles - Libano, tramo II.
- Ruta Provincial 72: Orense - Bellocq.
- Ruta Provincial 70: González Moreno - Rivadavia.
- Ruta Provincial 60: Azul - Rauch, tramos I y II.
- Ruta Provincial 60: Olavarría - Ruta Provincial 85, tramo I.

Merecen un párrafo aparte las rutas 11 y 29, cuya ejecución ha sido encarada como de primera prioridad a fin de aliviar el tránsito por la ruta 2 entre Buenos Aires y Mar del Plata y es así como actualmente se encuentran en ejecución los siguientes tramos:

- Ruta Provincial 11: Las Víboras - Crotto;
- Ruta Provincial 11: Mar de Ajó - Pinamar;
- Ruta Provincial 11: Villa Gesell - Mar Chiquita.
- Ruta Provincial 29: General Paz - General Belgrano;
- Ruta Provincial 29: General Belgrano - Balcarce, tramos I, II y III.

Están en período de iniciación los restantes.

A la fecha se encuentran en plena ejecución 593 kilómetros de caminos, de los cuales se destacan los tramos de la Ruta Provincial 11; de la Ruta Provincial 4, tramo Llavallol - La Tablada; los distribuidores de tránsito en la intersección de las

avenidas 13 y 520 en La Plata y entre las Rutas Nacionales 2 y 215 en Etcheverry; la construcción del puente sobre el río Quequén en Necochea, etc.

Se debe mencionar también como ejecución de suma importancia la construcción de los puentes metálicos "General Savio", en León Suárez, e "Ingeniero Pedro Mendiondo", en Boulogne. A estas ejecuciones de estructuras de armado rápido se deben agregar siete más que en estos momentos se encuentran en proceso de preparar la documentación para el correspondiente llamado a licitación y entre los que se encuentran la Avda. de Circunvalación de Morón; otros dos en el Acceso Oeste, en el tramo Ramos Mejía - General Paz; intersección del Camino de Cintura con la Ruta Nacional 3, etc.

Son de especial preocupación las obras de acceso a la Capital Federal, sobre todo considerando que no se pueden encarar por el momento obras que signifiquen inversiones muy considerables para el Estado, salvo en aquellos casos bien delimitados que se pueden construir mediante el sistema de concesión de obra pública; tal es el caso de la Autopista La Plata - Buenos Aires, su continuación hasta San Fernando y Morón. Salvo estas obras que tienen un carácter muy definido, el resto del conurbano debe ser atendido por un conjunto de obras, donde orientando y ordenando el tránsito, van a satisfacer las necesidades que el mismo exige en estos momentos, tal es el caso, por ejemplo, de la remodelación del Camino de Cintura entre el puente "General Savio" y la Avda. Maipú o bien el acceso de la Ruta 29 hacia la Capital Federal, que se está estudiando en estos momentos, como asimismo debe citarse el enlace de los accesos Sud-Este con el Sud-Oeste.

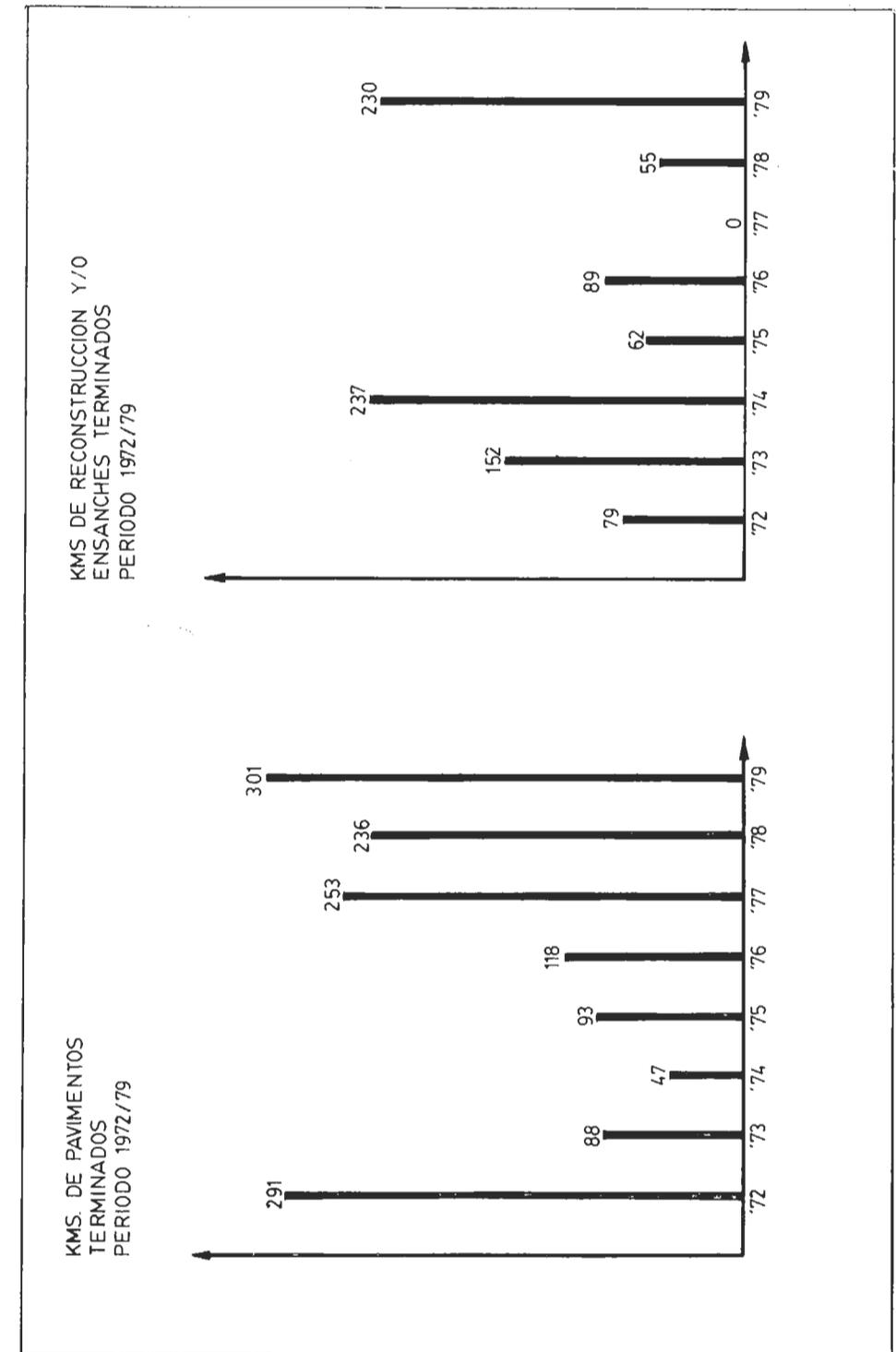
En los gráficos que se encuentran acompañando a la presente exposición, se puede ver cómo ha variado la inversión en las obras desde los años 1970 a 1979, el desarrollo del Plan de Obras de la Provincia de Buenos Aires, la variación de las inversiones viales en relación al producto bruto interno, como así también el plan de obras que se encuentra en ejecución. A este respecto podemos decir que con los recursos actualmente disponibles se tratará de llegar, en la Provincia, a un nivel de relación entre inversiones viales y producto bruto que alcance por lo menos al 1,20 %.

La relación de esta cifra debe ser más elevada, como sucede en otros países, lo que se espera conseguir en el caso de sancionarse la ley que aumente los recursos viales a que se ha hecho referencia anteriormente.

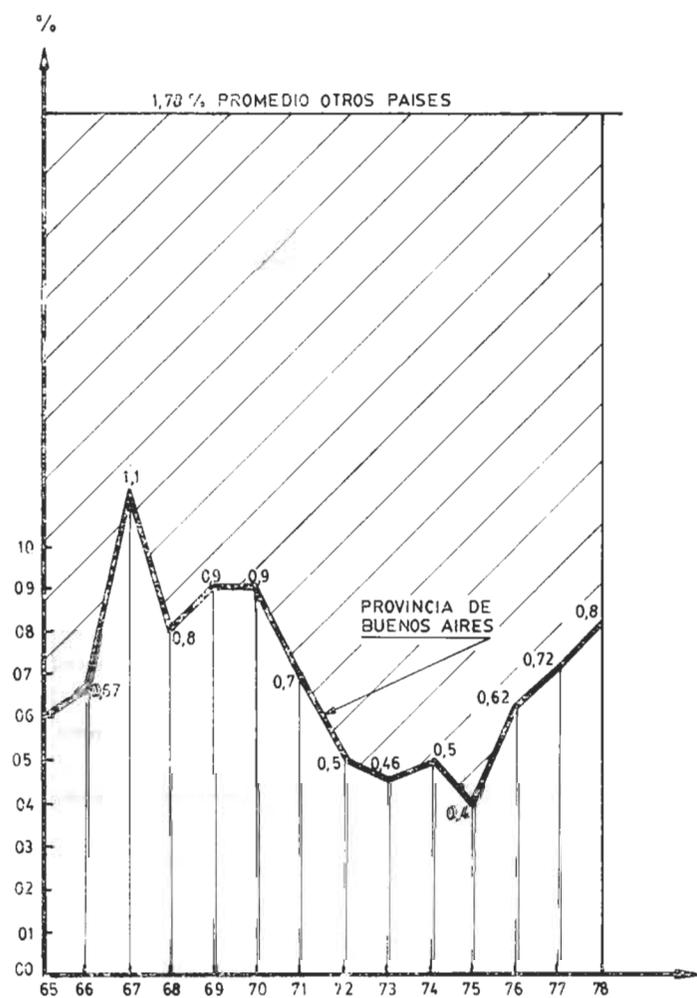
Como puede desprenderse de lo expuesto, es urgente encarar todas las obras viales que la Provincia necesita, tratando de llegar a aumentar considerablemente su red pavimentada y la conservación de su patrimonio, como así también los accesos a la Capital Federal dentro del Conurbano Bonaerense y, por sobre todas las cosas, es necesario volver a retomar la actividad de otros años en materia vial y no tener, como en el presente, un sinnúmero de empresas que se encuentran sin trabajo y con su plantel de equipos en un estado tal que debe renovarse íntegramente.

La República Argentina ha marchado otrora a la vanguardia de la actividad vial en el sistema panamericano; es imprescindible volver a ello.

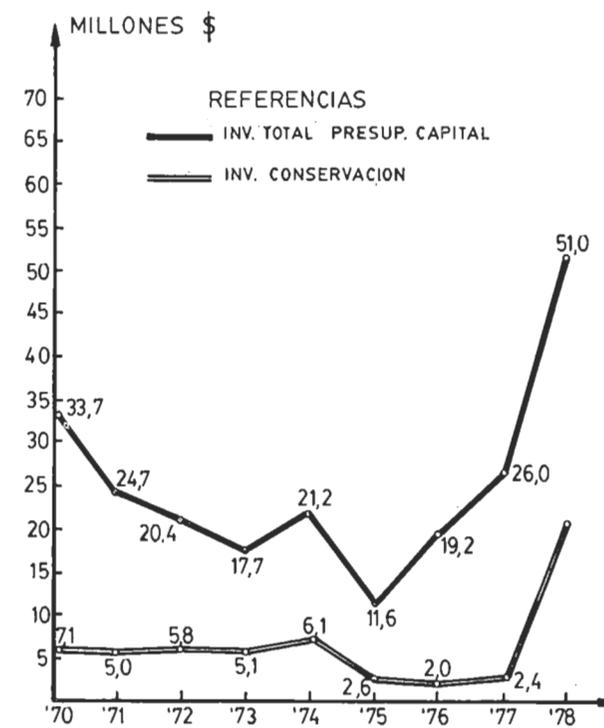
Ya lo hemos demostrado en más de una oportunidad, con la ejecución: del Puente Zárate - Brazo Largo; Puente Chaco - Corrientes; Puente Pucyrredón; el tramo Campana - San Nicolás; como en la construcción de los puentes metálicos denominados "Gral. Savio" e "Ing. Pedro Mendiondo", de que, cuando los argentinos queremos, PODEMOS.



PORCENTAJE DEL P.B.I. PROVINCIA  
DESTINADO A GASTOS VIALES



INVERSIONES DE D.V.B.A. A  
VALORES DE 1960 SEGUN  
INDICES DE CONSTRUCCION



DESARROLLO DEL PLAN DE OBRAS 1977 - 1980

TIPO DE OBRA	KILOMETROS TOTALES	KILOMETROS EJECUTADOS AL 30-9-79	KILOMETROS EN EJECUCION AL 30-9-79	KILOMETROS A LICITAR					
				4to. Trim. 1979	1980	1981	1982	1983	1984
PAVIMENTOS	2690	86	891	80	680	500	450	-	-
REMODELACIONES Y/O RECONSTRUCCIONES	1900	200	57	25	121	500	500	500	-
OBRAS DE ACCESO	520	50	72	30	120	120	130	-	-
MEJORAMIENTO CAMINOS DE TIERRA (PLAN A)	800	8	61	40	110	200	200	180	-

# Metodo para la Verificación Del Diseño y Trazado del Cable Con Fuerza Mínima En Vigas Hiperestáticas

## NOMENCLATURA

- B - Área de una sección de hormigón.
- C - Coordenada de borde, del núcleo límite de una sección.
- I - Momento de inercia de una sección.
- M - Momento flector, respecto al eje principal de inercia.
- P - Fuerza normal de pretensado, que actúa en una sección.
- W - Módulo resistente de una sección.
- d - Distancia de la fibra más alejada al eje baricéntrico de una sección.
- e - Excentricidad de una fuerza normal respecto al eje baricéntrico.
- f - Flecha de un cable, medida entre las coordenadas extremas de un tramo, referidas al eje baricéntrico.
- h - Altura total de una sección.
- l - Luz de un tramo.
- q - Carga equivalente, que aplicada sobre el tramo produce el mismo efecto que el cable resultante.

Ingenieros:

**NORBERTO TOMBESI**  
Profesor Adjunto U. N. S.

**ANTONIO H. PIRCHIO**  
Ayudante de docencia U. N. S.  
Asistente de docencia U. T. N.

**MERCEDES MEZQUITA**  
Ingeniera Civil U. N. S.

- q' — Carga equivalente, reducida por el factor l/P.
- r — Recubrimiento mínimo del cable resultante.
- Δ — Diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de una magnitud.
- σ — Tensión normal.
- ρ — Rendimiento geométrico de una sección.

SUB-ÍNDICES

- Adcp — Valor adoptado.
- max — Valor máximo.
- min — Valor mínimo.
- pdo — Pretensado.
- H — Hiperestático.
- b — Referente al hormigón.
- gg — Respecto al eje baricéntrico de una sección.
- i — Referente a la fibra inferior de una sección.
- n — Referente al tramo enésimo.
- s — Referente a la fibra superior de una sección.
- o — Referente a la posición del cable resultante y referente a fuerzas iniciales de pretensado.
- oo — Referente a la posición de la línea de presiones resultante y referente a fuerzas remanentes de pretensado.

SUPRA-ÍNDICES

- ap — Referente a la sección de apoyo de un tramo.
- tent — Valor tentativo.
- tr — Referente al tramo enésimo.
- D — Referente a la sección de apoyo ubicada en extremo derecho de un tramo.
- I — Referente a la sección de apoyo ubicada en el extremo izquierdo de un tramo.
- n — Referente a la sección media del tramo enésimo.
- ' — Tensiones de compresión.
- — Valor admisible reglamentario.

SUMARIO

- 1 — INTRODUCCIÓN
- 2 — PROYECTOS DE LAS SECCIONES
  - 2.1. Condiciones.
  - 2.2. Análisis y verificación de capacidad.
  - 2.3. Fuerzas características.
  - 2.4. Valores de las fuerzas características de sección.
  - 2.5. Diagramas límites.

3 — ANÁLISIS DE LOS TRAMOS

- 3.1. Parámetros en las secciones.
- 3.2. Fórmulas auxiliares.
- 3.3. Criterio para la verificación de capacidad en los tramos.
- 3.4. Momentos hiperestáticos de pretensado.
- 3.5. Valores de las fuerzas características del tramo.

4 — FUERZA MÍNIMA DE PRETENSADO EN EXTREMOS

- 4.1. Pérdidas por fricción.
- 4.2. Fuerzas mínimas y fuerzas remanentes.

5 — LÍNEA DE PRESIÓN RESULTANTE Y CABLE RESULTANTE

- 5.1. Huso de los centros de presión resultantes.
- 5.2. Línea estable.
- 5.3. Líneas estables en el huso de presiones.
- 5.4. Criterio para la verificación de la capacidad de la viga.
- 5.5. Método de elección de la línea estable de los centros de presión y del cable resultante.

1 — INTRODUCCIÓN

Las tendencias actuales en la construcción de puentes se orientan a lograr superficies de rodamiento sin juntas; para ello, la continuidad entre distintos tramos es indispensable, resultando estructuras hiperestáticas.

Las vigas continuas de altura constante o variable, ocupan un lugar importante dentro de las realizaciones citadas.

El hormigón pretensado como material estructural para puentes, nadie duda hoy, ofrece, respecto a otros materiales, grandes ventajas.

En general se lo puede considerar de uso altamente competitivo para salvar problemas de flexión en grandes luces, con los más complejos estados de cargas y exigencias de diseño.

Entre los trabajos principales en ese campo se encuentra el problema de verificar la capacidad del diseño para satisfacer el caso planteado, así como el de trazar al cable resultante y obtener la fuerza de pretensado mínima compatible con las exigencias de seguridad.

Existen distintos métodos para la resolución, pero todos llevan a tanteos e iteraciones, que quitan al ingeniero algo muy valioso: el tiempo.

El método que se expone se ha desarrollado para verificar sucesivamente la capacidad de vigas prepuestas (con estados variables de cargas), facilitar el trazado y lograr a la vez la fuerza mínima de pretensado.

Convenientemente sistematizado, puede ser aplicado por un profesional con no demasiado entrenamiento y auxiliado por una simple calculadora mecánica sin memoria.

Ya ha comenzado a elaborarse el proceso para que la aplicación práctica del método se pueda realizar íntegramente por medio de computadores electrónicos, evitando así a los ingenieros proyectistas de puentes la tediosa tarea numérica y dejar más tiempo aplicable a la verdadera labor profesional que es la de una constante creatividad.

2 — PROYECTO DE LAS SECCIONES

2.1. CONDICIONES

Al diseñar la sección transversal del puente, o de cualquier estructura flexada, se está determinando un conjunto de elementos de tanta importancia que trasciende al simple concepto de sección. El conjunto se define decisivamente al proyectársela.

La forma, las dimensiones de la sección se establecerán teniendo en cuenta todos los conocimientos necesarios para proyectar y requerimientos particulares de las estructuras hiperestáticas pretensadas, tratando de utilizar, en forma benéfica, la aparición de momentos hiperestáticos de pretensado. Los trazados del cable resultante se ven facilitados en secciones generosas que dan husos de centros de presión grandes, pero puede ser contradictorio con el concepto de economía que debe seguir todo proyecto.

Lo ideal es lograr secciones y fuerzas de pretensado mínimas, capaces de cumplir con la condición de que el huso de presión tenga la amplitud necesaria para la existencia de un cable resultante como mínimo.

A pesar que el método, haciéndose más laborioso, puede llegar a resolver estructuras muy au-

das, que se acerquen al ideal propuesto, lo acertado es lograr un huso adecuado al problema que se estudie; que generalmente debe ser mayor al mínimo pues da más seguridad a la estructura y da alternativas en el trazado del cable resultante.

2.2. ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD

Una vez elegido el tipo de sección transversal de la viga continua y predimensionada en todos los puntos, se procederá a su resolución estática para las cargas permanentes y sobrecargas que reglamentariamente le corresponden. Conviene realizar esto en secciones a décimos de la luz, resultando así una aplicación más cómoda del método.

Seguidamente debe hacerse una primera verificación de la capacidad de las secciones transversales punto por punto.

Para tal fin se analizará el módulo resistente mínimo necesario para cada sección.

Se conviene que:

$$g \begin{matrix} \uparrow + \\ - \\ \downarrow - \end{matrix} g$$

$$h > 0 ; \quad W_i > 0 ; \quad W_s > 0 ;$$

$$d_s > 0 ; \quad d_i < 0$$

$$\text{Resultará } h = d_s - d_i$$

$$e_i < 0 ; \quad e_s > 0$$

Actúan:  $M_{max}$ : mayor momento positivo;  $M_{min}$ : menor momento positivo o mayor negativo, que son los momentos extremos de la sección; se tendrá un hormigón cuyas tensiones extremas admisibles son:

$$\bar{\sigma}'_{b\ max} > 0 \text{ y } \bar{\sigma}'_{b\ min} \cong 0 \leq 0.$$

Sea  $W_{min} = W_i$ : Normalmente sucede en secciones usuales. Figura 1.

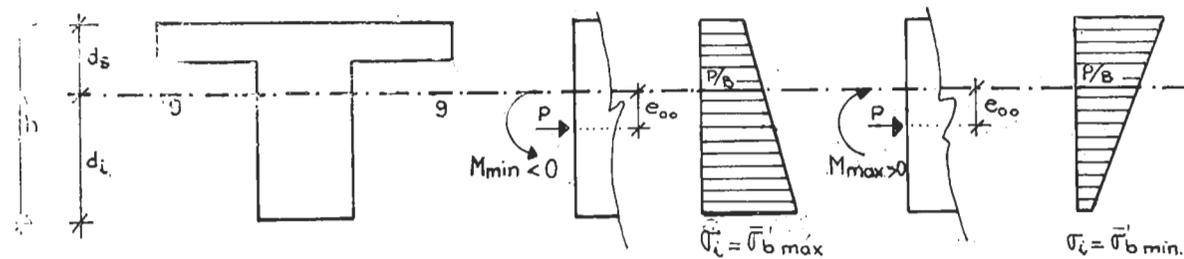


Figura 1

$$\bar{\sigma}'_{b \max} = \frac{P}{B} - \frac{Pe_{oo} + M_{min}}{W_{min}}$$

$$\bar{\sigma}'_{b \min} = \frac{P}{B} - \frac{Pe_{oo} + M_{max}}{W_{min}}$$

$$\bar{\sigma}'_{b \max} - \bar{\sigma}'_{b \min} = \Delta \bar{\sigma}_b > 0$$

$$M_{max} - M_{min} = \Delta M > 0$$

$$W_{min} = \frac{\Delta M}{\Delta \bar{\sigma}_b}$$

En particular nos referiremos, en lo sucesivo, al caso en que  $\bar{\sigma}'_{b \min} = 0$  ya que de esta forma las fórmulas tendrán que relacionarse con el núcleo central de la sección y además con la condición especial de tensión límite superior, cubriendo así dos tipos diferentes de condiciones. No resultará demasiado complicado, en el caso de  $\bar{\sigma}'_{b \min} \neq 0$ , obtener las fórmulas a aplicar en forma similar a las que aquí presentaremos.

Así, con  $\bar{\sigma}'_{b \min} = 0$ , es  $\Delta \bar{\sigma}_b =$

$$= \bar{\sigma}'_{b \max} = \bar{\sigma}'_b$$

$$W_{adop} \cong \frac{\Delta M}{\bar{\sigma}'_b} = W_{min}$$

Se recomienda que  $W_{adop}$  sea mayor en cada punto al  $W_{min}$ , para que el trazado del cable se pueda realizar. En una viga de altura variable, si se cumpliera estrictamente en todos los puntos la igualdad, en el supuesto que las fuerzas reales a aplicar lo permitieran, sólo habría una línea de excentricidades posibles y, de ser ella una línea de presiones que genera momentos hiperestáticos de pretensado (si se la toma como cable de un trazado probable), no tendría solución el problema.

2.3. FUERZAS CARACTERÍSTICAS

—FUERZAS CARACTERÍSTICAS DE SECCIÓN, son: las fuerzas límite, que definen cada extremo del núcleo límite, al detectar las tensiones admisibles determinantes; y las fuerzas extremas, capaces de tomar un  $\Delta M$  respetando las tensiones admisibles. (Ambas referidas a una sección verificada según 2.2.).

—FUERZA CARACTERÍSTICA DE TRAMO: es la menor fuerza capaz de inscribir geoméricamente a un cable resultante dentro de los recubrimientos reglamentarios, respetando las tensiones admisibles, en un tramo determinado.

El estudio se organiza de la siguiente forma:  
1) Se hallan las fuerzas características de sección en todos los puntos estudiados.

2) Se hallan las fuerzas características de cada tramo (tras análisis y comparación de las fuerzas anteriores; como se verá).

Luego se está en condiciones de:

1) Estudiar y hallar las fuerzas definitivas de pretensado remanentes en cada sección.

2) Hacer una segunda verificación de la capacidad de cada tramo, para soportar las cargas previstas (ver 3.1.).

3) Estudiar y hallar el uso de pasaje de las fuerzas definitivas que surjan en cada sección.

—Se definen como fuerzas características de una sección a las siguientes:

$P_{lim,s}$  : Fuerza límite que aplicada en el borde superior del núcleo central de una sección produce en la fibra superior (Figura 2) una tensión  $\bar{\sigma}'_b$ .



Figura 2

$P_{lim,i}$  : Fuerza que aplicada en el borde inferior del núcleo central de una sección (Figura 3), produce en la fibra inferior una tensión  $\bar{\sigma}'_b$ . Es la otra fuerza límite característica de la sección.



Figura 3

$P_{min}$  : Fuerza mínima de pretensado que puede aplicarse en una sección para que resista un cierto  $\Delta M$ , manteniéndose las tensiones dentro de los límites reglamentarios.

$P_{max}$  : Fuerza máxima de pretensado que puede aplicarse en una sección para que resista un cierto  $\Delta M$ , manteniéndose las tensiones dentro de los límites reglamentarios.

dose las tensiones dentro de los límites reglamentarios.

—Se define como fuerza característica de tramo a:

$P_{min}^{prom}$  : Fuerza mínima necesaria para inscribir al cable resultante entre los recubrimientos mínimos reglamentarios, en cada tramo de la viga.

—Se define como rendimiento de una sección, al factor  $\rho = \frac{I}{B |d_i| |d_s|}$  y serán extremos del núcleo central (Figura 4) los valores

$$\rho d_s = \frac{W_i}{B} \quad \text{y} \quad \rho d_i = \frac{W_s}{B}$$

ya que  $\sigma_i = \frac{P}{B} - \frac{P(\rho d_s)}{W_i} = 0$  y

$$\sigma_s = \frac{P}{B} + \frac{P(\rho d_i)}{W_s} = 0$$

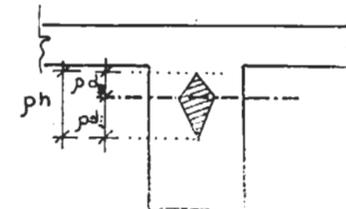


Figura 4

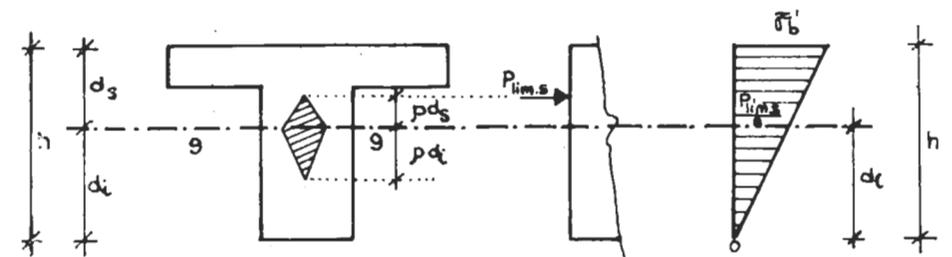


Figura 5

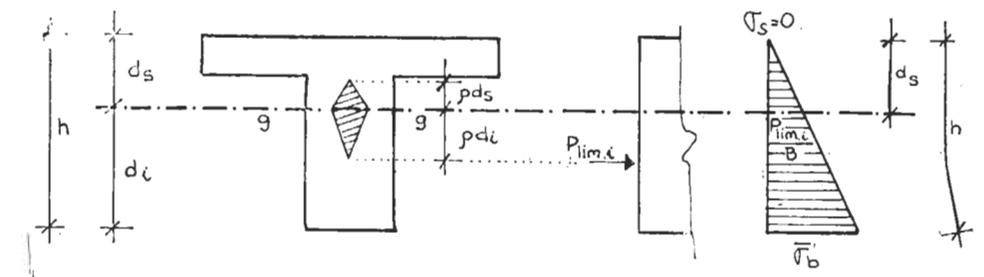


Figura 6

—Se define como fuerza tentativa de pretensado a:

$P_{pto}^{tent}$  : Fuerza de pretensado estimada, tentativamente, del orden de la mínima necesaria.

2.4. VALORES DE LAS FUERZAS CARACTERÍSTICAS DE SECCIÓN

Los valores de las fuerzas características de sección son:

$P_{lim,s}$  : (Figura 5)

Como  $\frac{P_{lim,s}}{B} = \frac{d_i}{h} \bar{\sigma}'_b$  es

$$P_{lim,s} = \frac{d_i}{h} \bar{\sigma}'_b B$$

$P_{lim,i}$  : (Figura 6)

Como  $\frac{P_{lim,i}}{B} = \frac{d_s}{h} \bar{\sigma}'_b$  es

$$P_{lim,i} = \frac{d_s}{h} \bar{\sigma}'_b B$$

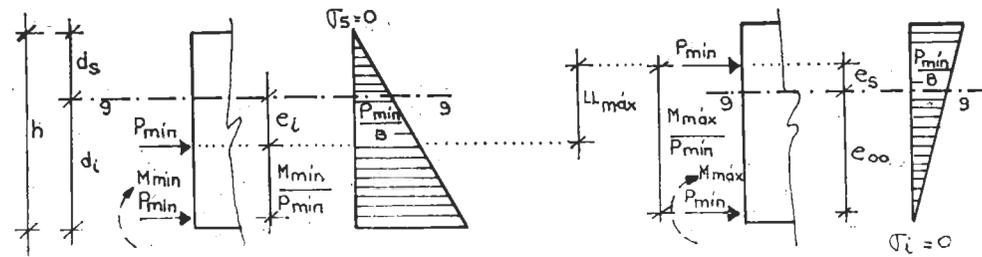


Figura 7

$$\frac{M_{max} - M_{min}}{P_{min}} = \frac{\Delta M}{P_{min}} = u_{max} = e_s - e_i$$

$$\frac{P_{min}}{B} + \frac{P_{min} e_i}{W_s} = \frac{P_{min}}{B} - \frac{P_{min} e_s}{W_i} = 0$$

$$\frac{e_i}{W_s} = \frac{e_s}{W_i} = \frac{u_{max}}{W_i + W_s} = \frac{\Delta M}{P_{min} (W_i + W_s)}$$

$$\frac{P_{min}}{B} - \frac{\Delta M}{W_i + W_s} = 0$$

$$P_{min} = B \frac{\Delta M}{W_i + W_s}$$

y como  $\frac{W_i + W_s}{B} = \frac{I h}{B |d_i| |d_s|}$

$$P_{min} = \rho h \frac{\Delta M}{\rho h}$$

$P_{max}$  : (Figura 8)

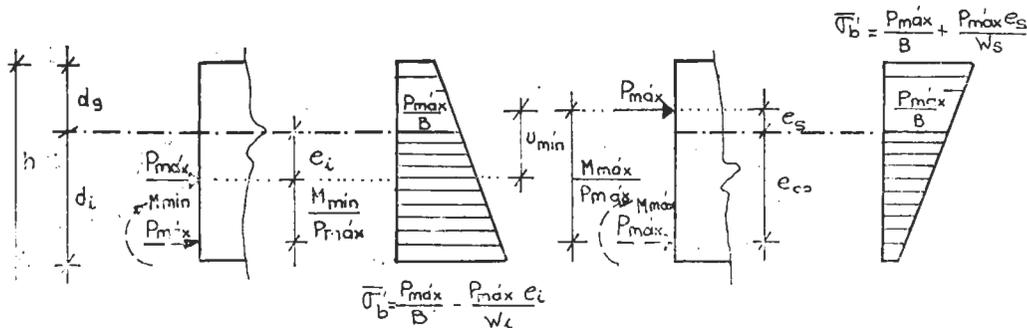


Figura 8

$$\frac{M_{max} - M_{min}}{P_{max}} = \frac{\Delta M}{P_{max}} = u_{min} = e_s - e_i$$

$$\bar{\sigma}'_b = \frac{P_{max}}{B} - \frac{P_{max} e_i}{W_i} = \frac{P_{max}}{B} + \frac{P_{max} e_s}{W_s}$$

$$\frac{e_i}{W_i} = \frac{e_s}{W_s} = \frac{u_{min}}{W_i + W_s} = \frac{\Delta M}{P_{max} (W_i + W_s)}$$

$$\bar{\sigma}'_b = \frac{P_{max}}{B} + \frac{\Delta M}{W_i + W_s}$$

$$P_{max} = B \bar{\sigma}'_b \frac{W_i + W_s}{I h}$$

y como  $\frac{W_i + W_s}{B} = \frac{I h}{B |d_i| |d_s|}$

$$P_{max} = \bar{\sigma}'_b B \frac{\Delta M}{\rho h}$$

$$\bar{\sigma}'_b = \frac{P_{max}}{B} + \frac{P_{max} e_s}{W_s}$$

$$\bar{\sigma}'_b = \frac{P_{max}}{B} - \frac{P_{max} e_i}{W_i}$$

2.5. DIAGRAMAS LÍMITES

Se recurre a la fuerza auxiliar  $P_{pdo}^{tent}$  como valor aproximado de la fuerza de pretensado en toda la viga. El único grado de exactitud exigible es respecto a su comparación con  $P_{lim,s}$  y  $P_{lim,i}$  en cada sección, aunque una apreciación errada, aun groseramente, se detecta automáticamente como se verá más adelante y sólo obliga a una iteración en la obtención de  $P_{pdo}^{tent}$ .

A fin de conocer el comportamiento de cada sección en el estado límite de tensiones, se compara  $P_{lim,s}$  y  $P_{lim,i}$  con el  $P_{pdo}^{tent}$ .

Así: (Figura 9/12).

$P_{pdo}^{tent} < P_{lim,s}$  será el diagrama límite: (Figura 9)

$P_{pdo}^{tent} > P_{lim,s}$  será el diagrama límite: (Figura 10)

$P_{pdo}^{tent} < P_{lim,i}$  será el diagrama límite: (Figura 11)

$P_{pdo}^{tent} > P_{lim,i}$  será el diagrama límite: (Figura 12)

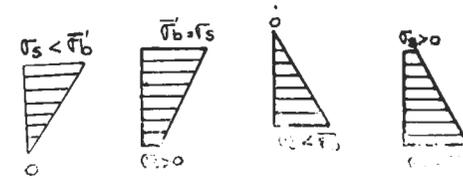


Figura 9 Figura 10 Figura 11 Figura 12

3 - ANÁLISIS DE LOS TRAMOS

3.1. PARAMETRO EN LAS SECCIONES

Respetando la geometría de la viga y la condición de no superar las tensiones admisibles en la sección, se definen:

$r$  = Recubrimiento mínimo necesario para el cable resultante, que se estima en función del recubrimiento y separaciones mínimas de un sistema dado y de la cantidad de capas de cables a colocar. Signo  $r > 0$ .

$e_{o,s}$  = Máxima excentricidad del cable resultante por encima del eje baricéntrico de cada sección. Signo:  $e_{o,s} > 0$ .

$e_{o,i}$  = Máxima excentricidad del cable resultante por debajo del eje baricéntrico de cada sección. Signo:  $e_{o,i} < 0$ .

$e_{oo,s}$  = Máxima excentricidad posible de la línea de presiones respecto al eje baricéntrico de cada sección (borde superior del huso de los centros de presión en la sección flexada).

$e_{oo,i}$  = Mínima excentricidad posible de la línea de presiones respecto al eje baricéntrico de cada sección (posición extrema inferior posible del huso de los centros de presión en la sección flexada).

$$\Delta e_{oo} = e_{oo,s} - e_{oo,i}$$

$\Delta e_{max}$  = Máxima diferencia posible desde la línea de presiones al cable resultante.

$\Delta e_{min}$  = Mínima diferencia posible desde la línea de presiones al cable resultante.

$C_s$  = Máxima excentricidad posible de una fuerza dada que actúa, como única acción, por encima del eje baricéntrico de cada sección (borde superior del núcleo límite). Signo:  $C_s > 0$ .

$C_i$  = Máxima excentricidad posible de una fuerza dada que actúa, como única acción, por debajo del eje geométrico de cada sección (borde inferior del núcleo límite). Signo:  $C_i < 0$ .

3.2. FÓRMULAS AUXILIARES

Los valores así definidos serán: (Figura 13)

$$e_{o,s} = d_s - r_s$$

$$e_{o,i} = d_i + r_i$$

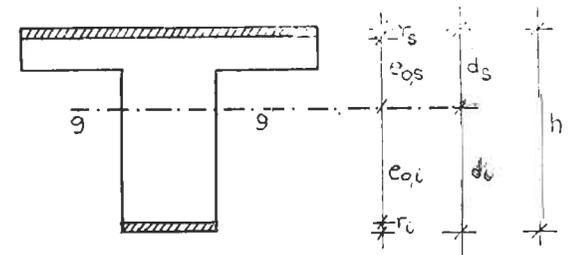


Figura 13

$C_s$  y  $C_i$ : Los valores dependen de la relación entre la fuerza actuante  $P$  normal a la sección que se estudie, respecto a sus  $P_{lim,s}$  y  $P_{lim,i}$ . A fin de compararlas se estima  $P_{pdo}^{tent}$ .

Caso en que:  $P_{pdo}^{tent} < P_{lim,s}$  (Figura 14)

Se tiene como condición límite: tensión nula en la fibra inferior. Por tanto, es  $C_s = \rho d_s$ .

Caso en que:  $P_{pdo}^{tent} > P_{lim,s}$  (Figura 15)

Se tiene como condición límite: tensión máxima admisible del hormigón en la fibra superior

$$\sigma_s = \frac{P}{B} + \frac{P C_s}{W_s} = \bar{\sigma}'_b$$

Por lo tanto es

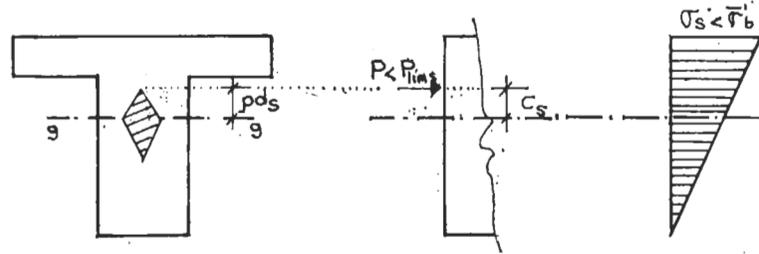


Figura 14

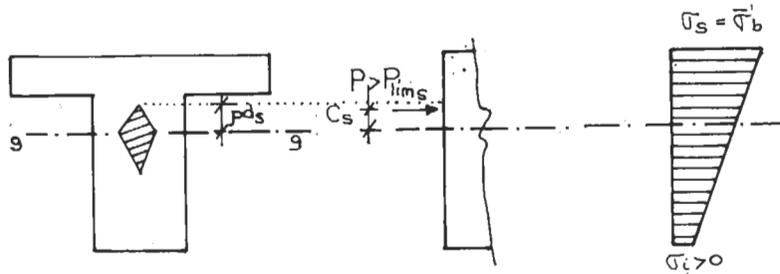


Figura 15

$$C_s = \left( \frac{\bar{\sigma}_b}{P} - \frac{1}{B} \right) \cdot W_s =$$

$$= \bar{\sigma}_b \frac{W_s}{P} + \rho d_s$$

Se tiene como condición límite: tensión nula en la fibra superior. Por lo tanto es  $C_i = \rho d_i$ .

Caso en que:  $P^{tent}_{pdo} > P_{lim,s}$  (Figura 17)

Caso en que  $P^{tent}_{pdo} < P_{lim,s}$  (Figura 16)

Se tiene como condición límite: tensión máxima admisible del hormigón, en la fibra inferior.

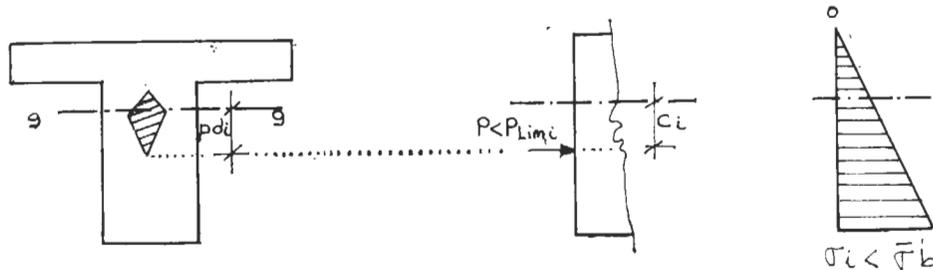


Figura 16

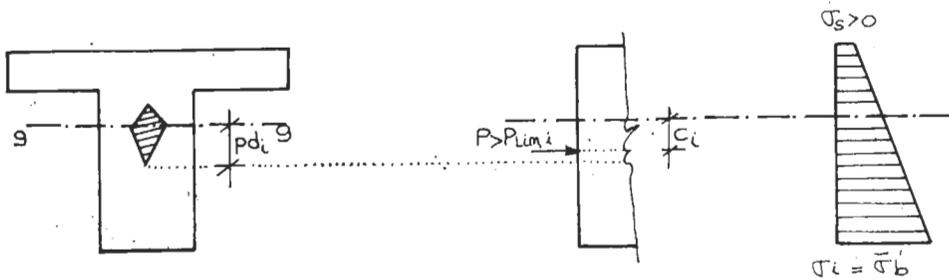


Figura 17

3.3. CRITERIO PARA LA VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD EN LOS TRAMOS

Halladas sección por sección las correspondientes  $P_{min}$  y  $P_{max}$ , se comparan el máximo  $P_{min}$  y el mínimo  $P_{max}$ , de toda la longitud considerada.

Debe verificarse, en principio, que máximo  $P_{min} <$  mínimo  $P_{max}$ . El caso contrario prueba directamente que el diseño es inadecuado.

Pero aun cumpliéndose en forma favorable la desigualdad anterior debe existir una considerable diferencia entre estas fuerzas, para no descartar la existencia de un huso de pasaje capaz de inscribir una línea concordante que pueda comportarse como "Línea de Presiones Estable", definiéndose ésta como aquella línea de presiones que transformada en un cable resultante da momentos hiperestáticos de pretensado nulos.

$$\sigma_i = \frac{P}{B} - \frac{P C_i}{W_i} = \bar{\sigma}'_b$$

Por lo tanto es

$$C_i = - \left( \frac{\bar{\sigma}'_b}{P} - \frac{1}{B} \right) W_i =$$

$$= - \left( \frac{\bar{\sigma}'_b W_i}{P} - \frac{W_i}{B} \right) =$$

$$= - \left( \frac{\bar{\sigma}'_b W_i}{P} - \rho d_s \right)$$

Resumiendo (cuadro A):

CUADRO A

Caso	Diagrama extremo admisible	$C_i$	$C_s$
$P^{tent}_{pdo} < P_{lim,s}$			$\rho d_s$
$P^{tent}_{pdo} > P_{lim,s}$			$\frac{\bar{\sigma}'_b W_s}{P} + \rho d_i$
$P^{tent}_{pdo} < P_{lim,i}$		$\rho d_i$	
$P^{tent}_{pdo} > P_{lim,i}$		$-\left( \frac{\bar{\sigma}'_b W_i}{P} - \rho d_s \right)$	

Del análisis de la figura N° 18.

a)  $e_{00,s} = \Delta e_{max} + e_{0,t}$

$e_{00,t} = \Delta e_{min} + e_{0,s}$

b) Si se define:  $k = C_s - e_{0,t}$  y

$j = e_{0,s} - C_i$

Entonces:

$$\Delta e_{max} = - \frac{M_{max}}{P} + k$$

$$\Delta e_{min} = - \frac{M_{min}}{P} - j$$

En la práctica, para secciones normales donde  $P_{lim,s} > P_{lim,i}$ , no debe considerarse adecuado el diseño del tramo que dé por resultado varios puntos con fuerza de pretensado mayor a  $P_{lim,s}$ , ya que se reduce considerablemente ese huso. Si se evidencia ese comportamiento puede ser conveniente rediseñar la viga.

Es aconsejable tener la mayor cantidad de secciones en las cuales la fuerza de pretensado llegue a valores próximos a los  $P_{lim,i}$ , que es el caso en que se genera el mayor huso de pasaje, resultando vigas menos sensibles ante cualquier variación de los momentos extremos previstos y con tensiones iniciales más bajas.

Analizando la expresión general de



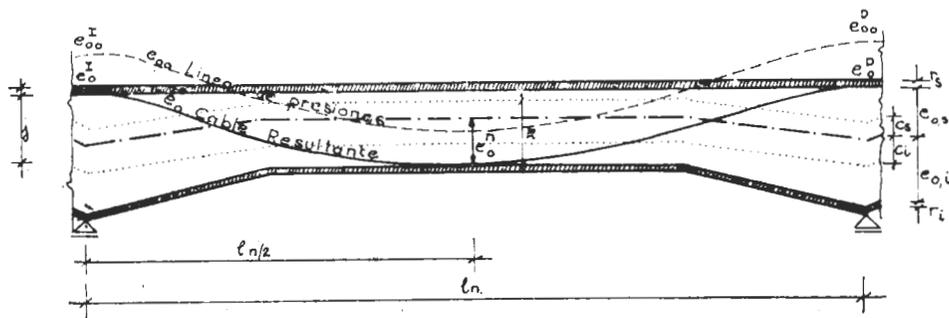


Figura 22

—Analizando un tramo intermedio cualquiera, en el que se coloca un cable con flecha igual o menor a la máxima y tesado con una fuerza constante  $P^{geom}$ , debe cumplirse lo siguiente: (Figura 22)

— $P^{geom} (j + \Delta e^{ap}) \leq M_{min}^{ap}$  en los apoyos y simultáneamente:

$P^{geom} (k - \Delta e^n) \geq M_{max}^{tr}$  en el tramo (sección "n": media del tr. "n").

Teniendo en cuenta las relaciones que se deducen en 3.4. será:

**APOYO IZQUIERDO**

$$-\frac{1}{2} P^{geom} (j^I + \Delta e^I) \leq \frac{1}{2} M_{min}^I$$

**APOYO DERECHO**

$$-\frac{1}{2} P^{geom} (j^D + \Delta e^D) \leq \frac{1}{2} M_{min}^D$$

**TRAMO**

$$P^{geom} \left( k^n - \frac{\Delta e^I + \Delta e^D}{2} \right) > M_{max}^n$$

de allí:

$$P^{geom} \geq \frac{M_{max}^n - \frac{1}{2} (M_{min}^I + M_{min}^D)}{k^n + \frac{1}{2} (j^I + j^D)} = P_{min}^{geom}$$

(que da la mayor flecha posible).

Se analizan los casos más probables de diagramas límites, en las secciones de apoyos y en la sección central de tramo, para así obtenerse expresiones de  $P_{min}^{geom}$  que se transcriben en el cuadro 1.

Para secciones excepcionales pueden llegar a darse otras combinaciones de condiciones, que podrán ser analizadas en base a la fórmula general y los respectivos valores de  $k^n$  y  $j^{ap}$ , que le correspondan.

—Analizando un tramo extremo, en el que se coloca un cable con ordenada nula en el origen y flecha admisible, debe cumplirse lo siguiente: (Figura 23).

— $P^{geom} (j + \Delta e^{ap}) \leq M_{min}^{ap}$  en el apoyo y simultáneamente:

$P^{geom} (k(x) - \Delta e(x)) \geq M_{max}(x)$  en el punto "x" del tramo.

Teniendo en cuenta las relaciones que se deducen en 3.4. será:

**APOYO:**  $-\frac{x}{l_0} P^{geom} (j^{ap} + \Delta e^{ap}) \leq$

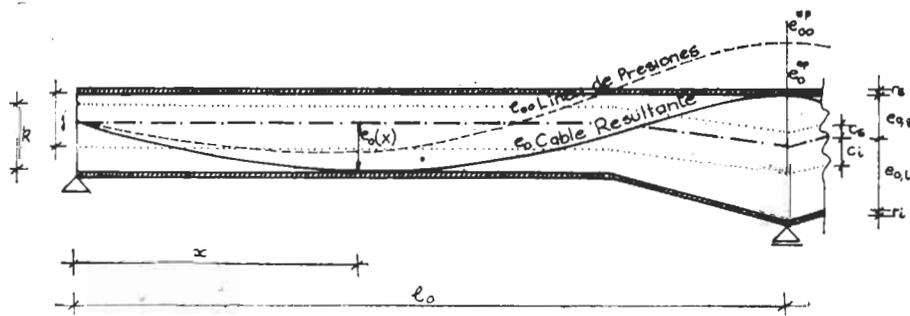


Figura 23

CUADRO 1

CASO LIMITE EN SECCIONES DE APOYO	CASO LIMITE EN SECCIONES CENTRAL	$k^n$	$j^{ap}$	$P_{min}^{geom}$
$P_{pdo}^{tent} < P_{lim,i}^{ap}$	$P_{pdo}^{tent} < P_{lim,s}^n$	$P_{ds}^n - e_{0,i}^n$	$e_{0,s}^{ap} - P_{di}^{ap}$	$\frac{M_{max}^n - \frac{1}{2} (M_{min}^I + M_{min}^D)}{P_{ds}^n - e_{0,i}^n + \frac{1}{2} (e_{0,s}^I + e_{0,s}^D - P_{di}^I - P_{di}^D)}$
$P_{pdo}^{tent} > P_{lim,i}^{ap}$	$P_{pdo}^{tent} < P_{lim,s}^n$	$P_{ds}^n - e_{0,i}^n$	$\frac{e_{0,s}^{ap} + \sqrt{W_b^I} - P_{di}^{ap}}{P_{min}}$	$\frac{M_{max}^n - \frac{1}{2} (M_{min}^I + M_{min}^D) - \frac{1}{2} (\sqrt{W_b^I} + \sqrt{W_b^D})}{P_{ds}^n - e_{0,i}^n + \frac{1}{2} (e_{0,s}^I + e_{0,s}^D - P_{di}^I - P_{di}^D)}$
$P_{pdo}^{tent} < P_{lim,i}^{ap}$	$P_{pdo}^{tent} > P_{lim,s}^n$	$\frac{\sqrt{W_b^I} + P_{di}^I - e_{0,i}^I}{P_{min}}$	$e_{0,s}^{ap} - P_{di}^{ap}$	$\frac{M_{max}^n - \frac{1}{2} (M_{min}^I + M_{min}^D) - \sqrt{W_b^I}}{P_{ds}^n - e_{0,i}^n + \frac{1}{2} (e_{0,s}^I + e_{0,s}^D - P_{di}^I - P_{di}^D)}$
$P_{pdo}^{tent} > P_{lim,i}^{ap}$	$P_{pdo}^{tent} > P_{lim,s}^n$	$\frac{\sqrt{W_b^I} + P_{di}^I - e_{0,i}^I}{P_{min}}$	$\frac{e_{0,s}^{ap} + \sqrt{W_b^I} - P_{di}^{ap}}{P_{min}}$	$\frac{M_{max}^n - \frac{1}{2} (M_{min}^I + M_{min}^D) - \sqrt{W_b^I} - \frac{1}{2} (\sqrt{W_b^I} + \sqrt{W_b^D})}{P_{ds}^n + \frac{1}{2} (e_{0,s}^I + e_{0,s}^D - P_{di}^I - P_{di}^D) - e_{0,i}^I}$

$$\leq \frac{x}{l_0} M_{min}^{ap}$$

**TRAMO:**  $P^{geom} (k(x) - \frac{x}{l_0} \Delta e^{ap}) \geq M_{max}(x)$

de ahí:  $P^{geom} \geq \frac{M_{max}(x) - (x/l_0) M_{min}^{ap}}{K(x) + (x/l_0) j^{ap}} = P_{min}^{geom}$

(que da la mayor flecha posible).

Se analizan los casos más probables de diagramas límites, en la sección de apoyo y en la sección  $x/l_0$  del tramo, para así obtener las expresiones de  $P_{min}^{geom}$  que se transcriben en el cuadro 2.

Para secciones excepcionales pueden llegar a darse otras combinaciones de condiciones, que podrán ser analizadas en base a la fórmula general y a los respectivos valores de  $k^n$  y  $j^{ap}$  que les correspondan.

Como se recurre al  $P_{pdo}^{tent}$  cuando sólo se conocen los  $P_{min}$  de las secciones, puede no cumplir  $P_{pdo}^{tent}$  con el  $P_{min}^{geom}$  en esa situación se lo debe adoptar con un nuevo valor (que cumpla con la condición indicada), y verificar los casos límite; si éstos se mantienen son válidos todos los  $P_{min}^{geom}$  hallados, en caso contrario se deben

recalcular con las fórmulas que les correspondan.

**4 — FUERZA MÍNIMA DE PRETENSADO EN EXTREMOS**

**4.1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN**

Al proyectar una viga, debe quedar determinado un método constructivo fijándose así la ubicación de los extremos de tesado. De esta forma se podrán computar aproximadamente las pérdidas de tensión por fricción.

Los elementos que permiten hallar estas pérdidas son:

- a) Geometría del cable resultante.
- b) Fórmula a emplear.
- c) Coeficiente a aplicar.

La geometría del cable resultante puede estimarse con diferentes grados de exactitud. Como primera aproximación pueden adoptarse parábolas de segundo grado con flecha en cada tramo igual a la máxima flecha posible en ese tramo.

Una vez conocidas las fuerzas reales, pueden aceptarse o bien se puede aproximar el resultado por iteración, manteniendo la forma geométrica y variando la flecha, según las fórmulas que se deducen en 5.4.

La fórmula a emplear queda a criterio del proyectista. Los coeficientes se ajustarán al sistema de pretensado y condiciones de protección y/o lubricación que se puedan aplicar en obra.

CUADRO 2

CASO LIMITE EN SECCIONES DE APOYO	CASO LIMITE EN SECCION CENTRAL	$K^n$	$j^{ap}$	$P_{min}^{Geom}$
$P_{pdo}^{tent} < P_{lim,i}^{ap}$	$P_{pdo}^{tent} < P_{lim,s}^n$	$p^n d_s^n - e_{o,i}^n$	$e_{o,s}^{ap} - p^{ap} d_i^{ap}$	$\frac{M_{max}^n - x/l_o M_{min}^D}{p^n d_s^n - e_{o,i}^n + \frac{x}{l_o} (e_{o,s}^D - p^D d_s^D)}$
$P_{pdo}^{tent} > P_{lim,i}^{ap}$	$P_{pdo}^{tent} < P_{lim,s}^n$	$p^n d_s^n - e_{o,i}^n$	$e_{o,s}^{ap} + \frac{\bar{v}_b^1 W_i^{ap}}{P_{min}} - p^{ap} d_s^{ap}$	$\frac{M_{max}^n - x/l_o M_{min}^D - x/l_o \bar{v}_b^1 W_i^D}{p^n d_s^n - e_{o,i}^n + \frac{x}{l_o} (e_{o,s}^D - p^D d_s^D)}$
$P_{pdo}^{tent} < P_{lim,i}^{ap}$	$P_{pdo}^{tent} > P_{lim,s}^n$	$\frac{\bar{v}_b^1 W_s^n + p^n d_i^n - e_{o,i}^n}{P_{min}}$	$e_{o,s}^{ap} - p^{ap} d_i^{ap}$	$\frac{M_{max}^n - x/l_o M_{min}^D - \bar{v}_b^1 W_s^D}{p^n d_i^n - e_{o,i}^n + \frac{x}{l_o} (e_{o,s}^D - p^D d_i^D)}$
$P_{pdo}^{tent} > P_{lim,i}^{ap}$	$P_{pdo}^{tent} > P_{lim,s}^n$	$\frac{\bar{v}_b^1 W_s^n + p^n d_i^n - e_{o,i}^n}{P_{min}}$	$e_{o,s}^{ap} + \frac{\bar{v}_b^1 W_i^{ap}}{P_{min}} - p^{ap} d_s^{ap}$	$\frac{M_{max}^n - x/l_o M_{min}^D - \bar{v}_b^1 W_s^D - x/l_o \bar{v}_b^1 W_i^D}{p^n d_i^n - e_{o,i}^n + \frac{x}{l_o} (e_{o,s}^D - p^D d_s^D)}$

4.2. FUERZAS MÍNIMAS Y FUERZAS REMANENTES

Debe estimarse el o los puntos que puedan ser determinantes de todo el tramo a tesar.

Conocidos los coeficientes de pérdidas entre el extremo y ese punto, se halla la fuerza mínima de pretensado en extremo y consiguientemente las fuerzas remanentes de pretensado variables que actuarán en cada sección.

Siendo:

FUERZAS REMANENTES DE PRETENSADO: aquellas fuerzas de pretensado que actuarán, durante la vida útil de la estructura ( $P_{oo}$ ).

FUERZAS MÍNIMAS DE PRETENSADO EN EXTREMOS: aquellas fuerzas en extremos que generen un conjunto de fuerzas remanentes

capaces de cumplir sección por sección, que  $P_{oo} \cong P_{min}$  y  $P_{oo} \cong P_{min}^{Geom}$ , con algún punto, al menos, donde sea válida la igualdad. Para ello deben compararse a las sucesivas fuerzas mínimas necesarias en cada punto (ya sea por  $P_{min}$  o por  $P_{min}^{Geom}$ ) con las fuerzas remanentes que le correspondan.

EJEMPLOS DE CONDICIONES PARA FUERZA MÍNIMA DE PRETENSADO EN EXTREMOS

Figuras 24, 25.

$P_{oo}(0)$  y  $P_{oo}(20)$  Son fuerzas mínimas de pretensado en los extremos de tesado, respectivamente, si:

$$P_{oo}(i) > P_{min}(i) ;$$

$$P_{oo}(i) \cong P_{min}^{Geom} \text{ en todos los tramos y}$$

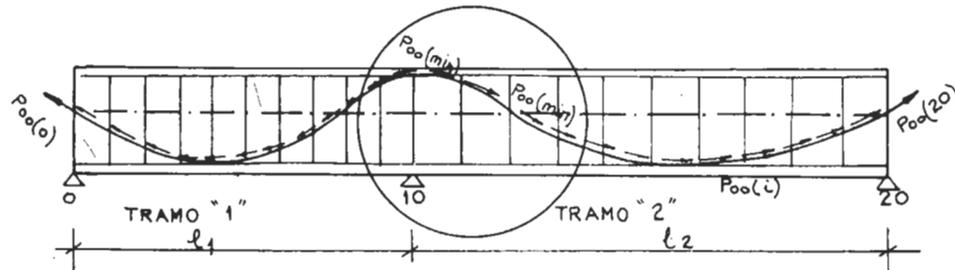


Figura 24

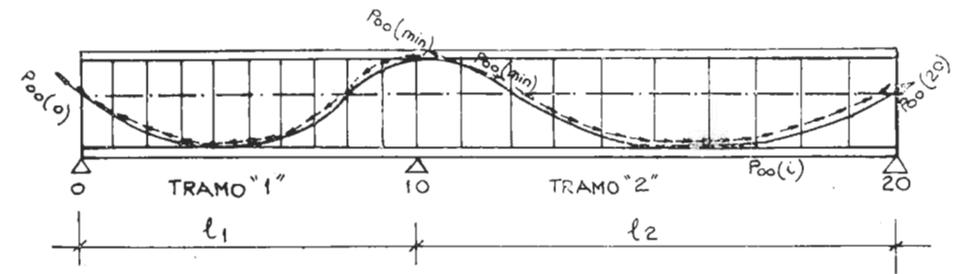


Figura 25

$$P_{oo}(min) = P_{min}^{Geom} \text{ (tramo "2")}$$

$P_{oo}(0)$  y  $P_{oo}(20)$  Son fuerzas mínimas de pretensado en los extremos de tesado, respectivamente, si:

$P_{oo}(min) > P_{min}^{Geom}$  (tramo "2") y existe un valor, al menos, de

$$P_{oo}(i) = P_{min}(i)$$

Los valores que asumen  $C_i$  y  $C_s$  (extremos del núcleo límite) para cada modalidad de comportamiento de la sección, dependen de las tensiones admisibles y se tienen resumidos en 3.2.

Por lo tanto, para cada caso se obtiene el correspondiente valor de  $e_{oo,s}$  y  $e_{oo,i}$  extremos del huso de los centros de presiones de la sección. (Cuadro 3).

5.2. LÍNEA ESTABLE

Es sabido que todo cable resultante, según se indica en 3.4., produce en las vigas continuas momentos hiperestáticos de pretensado, cuyo diagrama es de variación lineal entre apoyos.

Se puede interpretar a ese diagrama como una traslación de fuerzas del cable resultante al centro de presiones, traslación que es evidentemente lineal, no generando cambio alguno de curvatura entre ambas líneas, si se considera constante, en cada tramo a la fuerza de pretensado.

La línea de presiones así hallada es única. Ella se puede interpretar, como un cable resultante ideal de igual curvatura que el que le dio origen y en ese caso no es posible que se genere, obviamente, momento hiperestático de pretensado alguno.

Así, la línea de presiones es una línea estable, definida ésta como toda línea que recibiendo potencialmente a un cable esultante, dé momentos hiperestáticos de pretensados nulos.

5 — LÍNEA DE PRESIÓN RESULTANTE Y CABLE RESULTANTE

5.1. HUSO DE LOS CENTROS DE PRESIÓN RESULTANTE

Las posiciones extremas que pueden ocupar las fuerzas determinadas en 4.2. para cada sección, deben respetar las tensiones límites admisibles, teniendo en cuenta los momentos extremos actuantes por cargas exteriores.

Del análisis de la figura 26 se tiene:

$$e_{oo,s} = - \frac{M_{max}}{P} + C_s$$

$$e_{oo,i} = - \frac{M_{min}}{P} + C_i$$

Coincidentemente con 3.2.

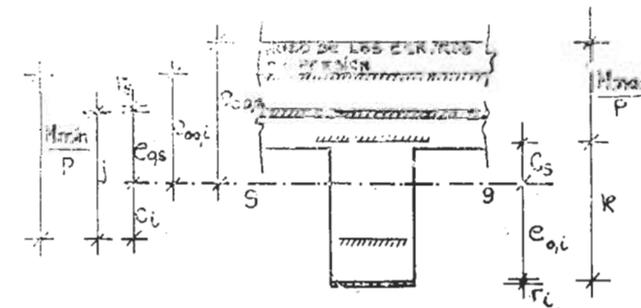


Figura 26

CUADRO 3

CASO LIM. EN SECCION DE APOYO	DIAGRAMA LIMITE	$C_i$	CASO LIM. EN SECCION CENTRAL	DIAGRAMA LIMITE	$C_s$	EXTREMOS $e_{00}$
$P_{00} \leq P_{lím,i}$		$pd_i$	$P_{00} \leq P_{lím,s}$		$pd_s$	$e_{00,s} = -\frac{M_{max}}{P} + pd_s$ $e_{00,i} = -\frac{M_{min}}{P} + pd_i$
$P_{00} > P_{lím,i}$		$\frac{\bar{v}_b W_i}{P} + pd_s$	$P_{00} \leq P_{lím,s}$		$pd_s$	$e_{00,s} = -\frac{M_{max}}{P} + pd_s$ $e_{00,i} = -\frac{M_{min}}{P} - \frac{\bar{v}_b W_i}{P} + pd_s$
$P_{00} \leq P_{lím,i}$		$pd_i$	$P_{00} > P_{lím,s}$		$pd_i + \frac{\bar{v}_b W_s}{P}$	$e_{00,s} = -\frac{M_{max}}{P} + \frac{\bar{v}_b W_s}{P} + pd_i$ $e_{00,i} = -\frac{M_{min}}{P} + pd_i$
$P_{00} > P_{lím,i}$		$pd_s - \frac{\bar{v}_b W_i}{P}$	$P_{00} > P_{lím,s}$		$pd_i + \frac{\bar{v}_b W_s}{P}$	$e_{00,s} = -\frac{M_{max}}{P} + \frac{\bar{v}_b W_s}{P} + pd_i$ $e_{00,i} = -\frac{M_{min}}{P} - \frac{\bar{v}_b W_i}{P} + pd_s$

5.3. LÍNEAS ESTABLES EN EL HUSO DE PRESIONES

Por 5.1., en resumen, se dispone de un huso de presiones originado por fuerzas tales, que permiten inscribir en cada tramo de la viga al cable resultante y, simultáneamente, se verifican las tensiones en todas las secciones estudiadas. Figura 27.

Toda línea originada por los centros de presiones que esté inscrita dentro del huso de presiones, es una línea de presiones apta, si está generada por un cable resultante inscripto en la viga.

5.4. CRITERIO PARA LA VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA VIGA

Se debe hallar una línea cuya curvatura sea tal que, simultáneamente, pueda inscribirse dentro de los recubrimientos de la viga y en el huso de los centros de presión, siendo en éste línea estable.

Puede suceder que no exista línea alguna capaz de cumplir simultáneamente esas tres condiciones.

La última verificación de la viga consiste en comprobar la existencia de esa línea. Para ello se debe analizar, como primera condición, la

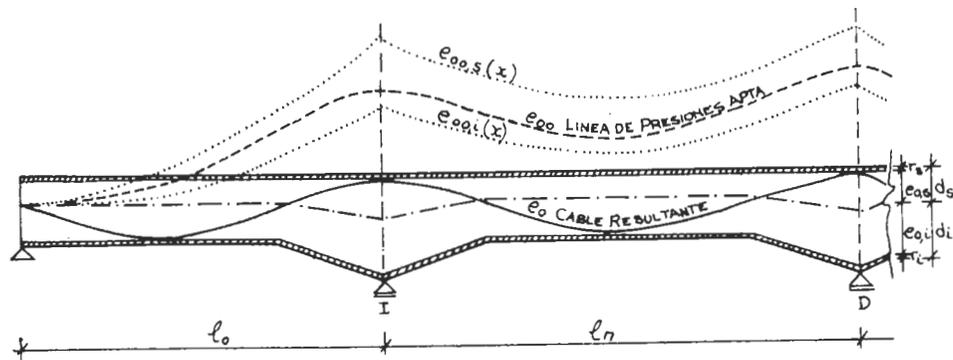


Figura 27

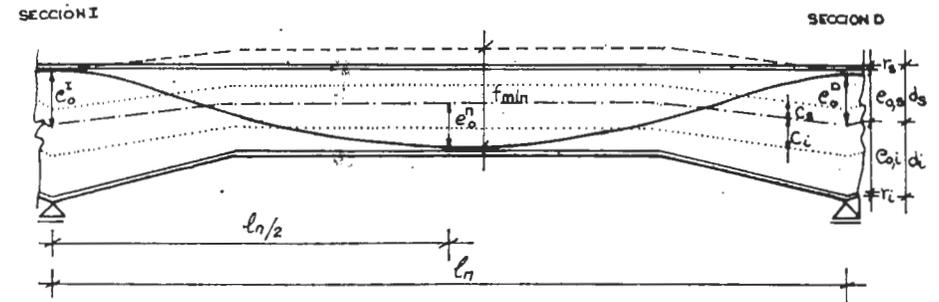


Figura 28

curvatura tramo a tramo, a través de los valores admisibles de flecha mínima y máxima del cable resultante, referidos al eje geométrico de las secciones.

Debido a las fuerzas reales de pretensado debe tenerse en cada tramo una flecha mínima cuyas expresiones son: (Figura 28)

Para un tramo intermedio:

Si se hace:

$$M_{min}^I = -P^I (e_0^I - C_1^I + \Delta e^I)$$

$$M_{max}^{tr} = P_n (-e_0^n + C_n^n -$$

$$-\frac{\Delta e^I + \Delta e^D}{2})$$

$M_{min}^D = -P^D (e_0^D - C_1^D + \Delta e^D)$  y como la  $f_{min} = \frac{1}{2} (e_0^D + e_0^I) - e_0^n$ , respecto al eje baricéntrico, reemplazando y desarrollando resulta:

$$f_{min} = \frac{1}{2} (C_1^I + C_1^D) - C_n^n + \frac{M_{max}^n}{P^n} - \frac{1}{2} \left( \frac{M_{min}^I}{P^I} + \frac{M_{max}^D}{P^D} \right)$$

Para un tramo extremo: (Figura 29) si se hace:

$$M_{max}^{tr} = P_x (-e_0(x) + C_n(x) -$$

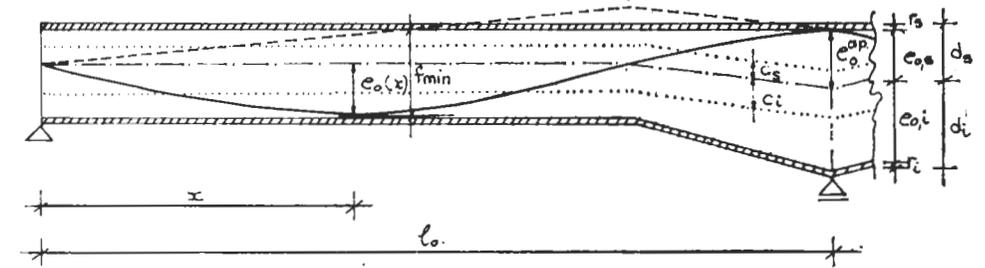


Figura 29

$$-\frac{x}{l_0} \Delta e^{sp})$$

$$M_{min}^{sp} = -P^{sp} (e_0^{sp} - C_1^{sp} + \Delta e^{sp})$$

y como la  $f_{min} = \frac{x}{l_0} e_0^{sp} - e_0(x)$ , es

$$f_{min} = \frac{x}{l_0} C_1^{sp} - C_2(x) + \frac{M_{max}^{tr}}{P(x)} - \frac{x}{l_0} \frac{M_{min}^{sp}}{P^{sp}}$$

Debido a la geometría de cada tramo debe tenerse una flecha máxima según las siguientes expresiones:

$$f_{max} = \frac{1}{2} (d_s^I - r_s + d_s^D - r_s) - (d_i^n + r_i)$$

en tramos interiores

$$f_{max} = \frac{x}{l_0} (d_s^D - r_s) - (d_i(x) + r_i)$$

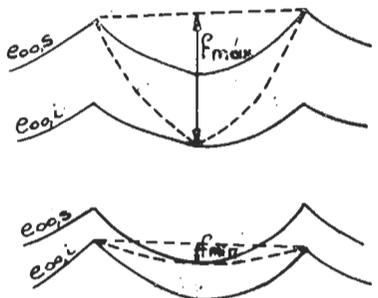
en tramos extremos.

Simultáneamente la geometría del huso de los centros de presiones limita las flechas según las siguientes expresiones, respecto al eje baricéntrico de las secciones: (Figuras 30 y 31)

$f_{min} = \frac{1}{2} (e_{co,1}^i + e_{co,1}^D) - e_{oo,s}^n$  en tramos  
 $f_{max} = \frac{1}{2} (e_{ao,s}^i + e_{oo,s}^D) - e_{oo,1}^n$  intermedios  
 $f_{min} = \frac{x}{l_0} e_{co,1}^D - e_{co,s}(x)$  en tramos  
 $f_{max} = \frac{x}{l_0} e_{oo,s}^D - e_{oo,s}(x)$  extremos,

supuestos los  
 $e_{co}^i = 0$

Continuo este procedimiento se pueden conocer las excentricidades extremas que se pueden alcanzar en cada sección de la viga.



Figuras 30 y 31

Debe cumplirse, en esta primera condición, que la línea de flechas máximas determinantes tenga mayores flechas que la línea de flechas mínimas determinantes. En caso contrario debe aumentarse la fuerza de pretensado hasta lograr que sea satisfecha la compatibilidad necesaria, teniendo como límite los valores de fuerzas máximas hallados en 2.4.

Es recomendable no llegar a valores muy altos de fuerza.

La segunda condición es la existencia de una línea apta, dentro del huso de los centros de presiones. (Normalmente esta condición puede considerarse satisfecha, salvo en casos excepcionales muy exigidos, donde no sean razonablemente holgados los resultados de verificaciones realizadas anteriormente en 2.2. y 3.3.).

Si se afecta a la viga con la carga equivalente que sobre ella produce la curvatura de un cable, con fuerza de pretensado constante en cada tramo, se obtienen los momentos totales que se generan (salvo un pequeño error) por la acción de ese cable o de cualquier otro que se dé por una transformación lineal. Si dividimos el momento total hallado por el valor de la fuerza de pretensado en cada tramo, se obtiene la posición de la línea de presiones.

Se pueden aplicar las cargas equivalentes de líneas parabólicas que respeten sucesivamente a las flechas máximas y mínimas, de manera de

obtener la mayor sollicitación de acuerdo a las líneas de influencia de momentos de la viga. (Figuras 32 y 33)

Para el caso de ejes rectos si se aplica: Repitiendo el procedimiento de figuras 34/37 para cada sección se obtienen las envolventes de las excentricidades extremas pudiéndose determinar la zona común entre éstos y el huso de los centros de presión (figura 38).

Para deducir la existencia de una línea de presiones apta debe haber una zona común entre la de excentricidades extremas hallada y el huso de los centros de presión dado en 5.1.

La zona debe ser continua y capaz de aceptar al menos una línea estable que tramo a tramo tenga flechas admisibles.

En caso que:

—El huso de presiones encierre totalmente a la zona de excentricidades extremas, cualquier combinación de líneas que tengan flechas admisibles originarán líneas estables aptas inscritas en la zona común.

—El huso de presiones se intercepte con las envolventes de excentricidades, se puede generar una zona común que no sea capaz de aceptar las flechas extremas. Esto obliga a hallar una nueva zona de excentricidades utilizando las nuevas flechas máximas obtenidas; de caerse en la misma situación hay que reiterar el procedimiento hasta que se logre, o bien inscribir a las

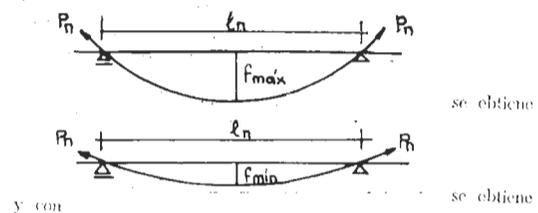


Figura 32

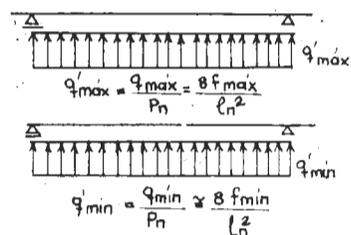


Figura 33

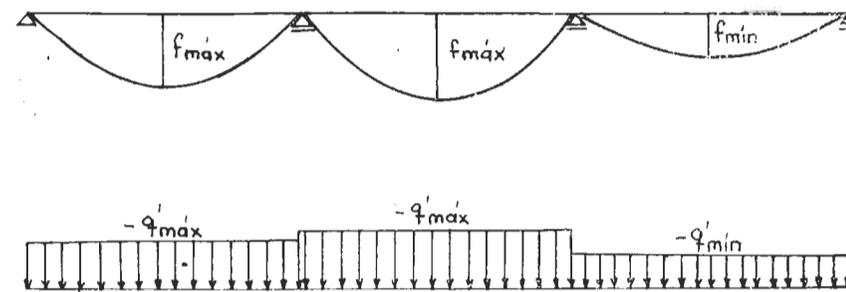


Figura 34 — Posición de las líneas de curvaturas extremas

Figura 35 — Posición de las cargas equivalentes reducidas en 1/P

nuevas envolventes de excentricidades en el huso de presiones, comprobándose la existencia de solución, o bien llegar a una zona común discontinua lo que prueba que no existe solución.

De producirse la intercepción y además ser aceptables las flechas extremas o si directamente las envolventes de excentricidades extremas encierran totalmente al huso de presiones, la zona común debe ser analizada en particular.

De no tenerse solución se debe replantear el problema de aumentar la fuerza de pretensado.

### 5.5. MÉTODO DE ELECCIÓN DE LA LÍNEA ESTABLE DE LOS CENTROS DE PRESIÓN Y DEL CABLE RESULTANTE

Se puede plantear con un apreciable grado

Figura 36 — Línea de influencia de momentos

Figura 37 — Resultado: (máx. excentricidad en el primer apoyo)

de certeza la geometría de una línea de presiones apta, teniendo en cuenta los antecedentes logrados hasta ahora, en especial en el desarrollo anterior.

De tal forma se podrá, también, dar la posición conveniente del cable resultante, por una transformación lineal.

Si no ha sido necesaria la verificación de existencia de una línea de presiones apta indicada en 5.4., se simplifica el trabajo. En ese caso, que es el más corriente, el método recomendado es adoptar como línea tentativa de presiones, una línea que cumpliendo con las condiciones de  $f_{max}$  y  $f_{min}$  se ajuste en lo posible a uno de los extremos del huso de los centros de presiones, ya sea el  $e_{oo,s}(x)$  o el  $e_{co,1}(x)$  ha-

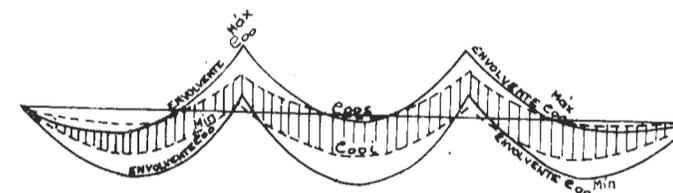


Figura 38

lladas en 5.1., cuidando que su geometría sea una línea continua aceptable para la ubicación de los cables en obra.

Se hallan, por cualquier método, los momentos hiperestáticos que genera la línea tentativa proyectada y por transformación lineal se halla así la línea estable que le corresponde. Por lo general una de esas dos líneas tentativas mencionadas tienen su línea estable dentro del huso de presiones. La ventaja más evidente de este procedimiento es que la línea estable hallada suele no ser tangente al huso de presiones, lo que da una viga con menor grado de sensibilidad, por ser sus tensiones no muy cercanas a las extremas admisibles.

Se halla luego la posición del cable resultante por una simple transformación lineal.

## BIBLIOGRAFÍA

- CESTELLI - GUIDI, *Cemento Armado Precompresado*. HOEPLI, Milán 1960.
- COURBON, J., *Puentes y Viaductos de Hormigón Pretensado*. ICPA, Buenos Aires 1962.
- FAUCHART, J., *Exemples D'étude des Tabliers de Ponts Courants en Béton Précontraint, Coulés Sur Cintre*. ITBTP, París 1968.
- GUYON, Y., *Hormigón Pretensado*. DOSSAT, Madrid.
- LEONHARDT, F., *Hormigón Pretensado*. Instituto Torroja de la Construcción y del Cemento, Madrid 1967.
- LIMA, L. J., *Hormigón Pretensado*. CEILP, La Plata 1969.
- LIN, T. Y., *El cálculo de las Estructuras de Concreto Preesforzado*. Continental, Méjico 1958.

# Análisis del Comportamiento de los Pavimentos Urbanos de Hormigón De la Provincia De Buenos Aires

## INTRODUCCIÓN Y PROPOSITOS

Es sabido que el proyecto estructural de los pavimentos de hormigón está basado en el conocimiento que surge de las siguientes fuentes:

1. Estudios teóricos del comportamiento de las losas de pavimento efectuados por H. M. Westergaard, G. Pickett y otros.
2. Estudios de modelos y a escala natural tales como los llevados a cabo en Arlington por el Bureau of Public Roads y los efectuados en los laboratorios de la Portland Cement Association.
3. Tramos experimentales sometidos a tránsito controlado, tales como los caminos de ensayo de Bates, Maryland y AASHO.
4. El comportamiento de los pavimentos construidos normalmente sometidos a tránsito mixto normal.

El conocimiento de las fuentes señaladas en los primeros tres puntos es de gran utilidad; sin embargo, la experiencia que surge del estudio del comportamiento de pavimentos construi-

Ingenieros

MARIO AUBERT  
JUAN W. SLEET  
JUAN F. GARCÍA BALADO (h.)

Instituto del Cemento Portland Argentino

dos en condiciones normales (punto 4) resulta ser de una mayor importancia y significación, tal como lo manifestara el propio Dr. Westergaard, que tanto contribuyó a la teoría del diseño de los pavimentos rígidos, quien afirmó que los resultados obtenidos de los estudios teóricos necesitan ser confirmados por el comportamiento de los pavimentos en servicio, que, en definitiva, son los que tienen la última palabra.

Aplicando lo expuesto al proyecto de pavimentos urbanos, es indudable que un factor de inestimable valor lo constituye la experiencia sobre el comportamiento de las estructuras similares existentes, razón por la cual los autores han considerado útil presentar al Congreso este modesto aporte que simplemente consiste en la recopilación de datos sobre las obras más antiguas de pavimentación urbana construidas por la ex Dirección de Pavimentación de la Provincia de Buenos Aires y su comportamiento a los efectos que la información condensada en este trabajo pueda servir como antecedente para aquellos profesionales que tienen la responsabilidad del diseño estructural de los pavimentos urbanos.

#### ANTECEDENTES

Con motivo del VII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito fue presentado un trabajo referente al comportamiento de los pavimentos de hormigón construidos en la provincia de Buenos Aires. En dicho estudio se analizaron exclusivamente los pavimentos ejecutados por la Dirección de Vialidad que se hallaban en servicio como superficies de rodamiento, limitándose, por razones de tiempo, a aquellos construidos entre 1928 y 1938, es decir a los de mayor edad. El presente trabajo complementa aquél y realiza el análisis de los pavimentos más antiguos pero refiriéndose, en esta oportunidad, a los de características urbanas, tomando el período comprendido entre 1927 y 1935.

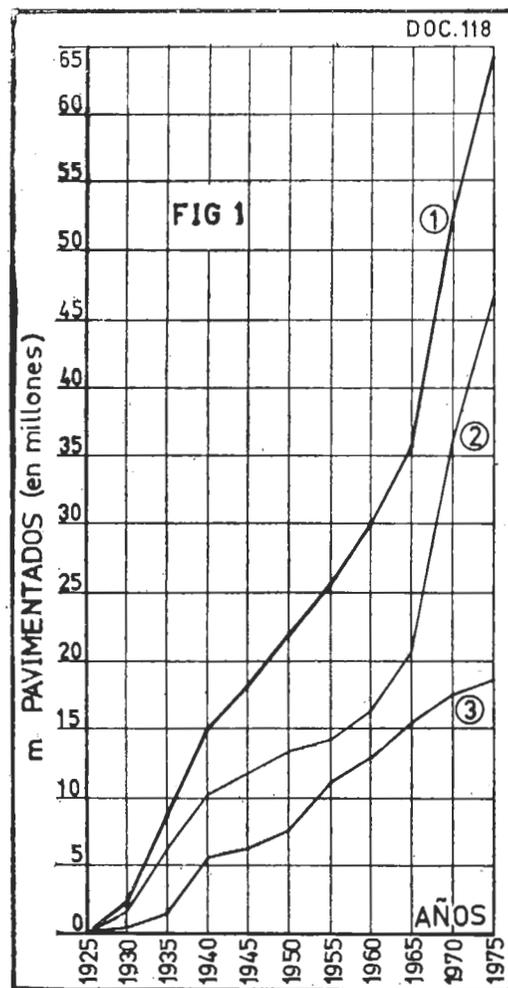
#### ESTADÍSTICAS

En la provincia de Buenos Aires, al 31 de diciembre de 1975 se habían construido en total 83.000.000 m<sup>2</sup> de pavimentos de hormigón (caminos y calles). De ese total corresponden a calzadas urbanas 63.500.000 m<sup>2</sup>, según las estadísticas realizadas por el ICPA en base a la información suministrada por las oficinas estatales y empresas pavimentadoras. A su vez, de este total, la Dirección de Pavimentación \* construyó 18.482.000 m<sup>2</sup>, mientras que el resto fue realizado por municipalidades, contratos entre

\* Así se denominó hasta 1967, pasando a ser el Departamento de Pavimentos Urbanos de la Dirección de Vialidad a partir de ese año.

vecinos y empresas, consorcios, cooperativas, etc.

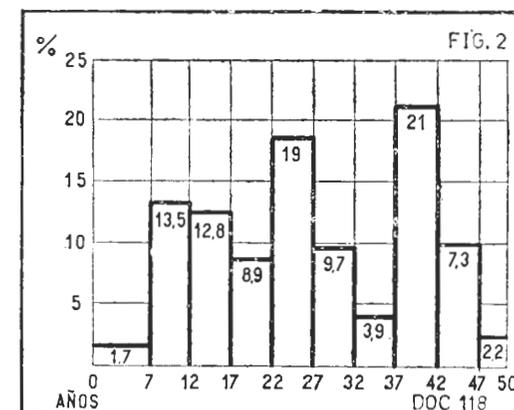
Para ilustrar esta estadística se acompañan las figuras 1 y 2 con gráficos correspondientes a la superficie acumulada de pavimento urbano de hormigón desde 1925 a 1975 y a los porcentajes de esa superficie, discriminada por edad, como así también el cuadro I, con la nómina de las 39 obras a que se hace referencia más adelante.



#### SUPERFICIE ACUMULADA PAVIMENTADA CON CALLES DE HORMIGÓN EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

- (1) — Total de pavimentos urbanos construidos.
- (2) — Pavimentos urbanos construidos por la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires.
- (3) — Pavimentos urbanos construidos por municipalidades.

#### EDAD DE LOS PAVIMENTOS DE HORMIGÓN CONSTRUÍDOS POR LA DIRECCIÓN DE VIALIDAD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES



#### DETALLES SOBRE LA MATERIALIZACIÓN DEL ESTUDIO

La mayor dificultad que se ha encontrado en este estudio ha sido precisar los datos técnicos y estadísticos de todas esas obras y ubicar cada una de ellas dentro del radio pavimentado de la ciudad o localidad correspondiente, sobre todo en lo referente a las construcciones más antiguas.

La única fuente cierta con que se contaba era aquella proveniente de los archivos de la ex Dirección de Pavimentación, pero lamentablemente incompleta debido a la pérdida de la documentación técnica. Por lo tanto se resolvió limitar el estudio a las 39 obras construidas por esa Dirección entre 1927 y 1935, de las cuales, por lo menos, se tenían precisos antecedentes estadísticos sobre su ejecución. De estas 39 obras sólo se hará referencia en este trabajo a 25 de ellas, elegidas al azar, por cuanto razones de tiempo impidieron efectuar la inspección de la totalidad de las mismas.

La elección de las pavimentaciones construidas por la Dirección de Pavimentación solamente, sin hacer referencia a otras ejecutadas por municipalidades, consorcios o cooperativas, entre las cuales las hay asimismo muy antiguas, obedece a que se consideró que era preferible, para juzgar el comportamiento de pavimentos a través del tiempo, tomar en cuenta aquéllos que fueron construidos bajo ciertas condiciones uniformes de proyecto e inspección y con especificaciones comunes, abarcando diversas condiciones de tránsito, suelos y drenaje.

El trabajo realizado, en consecuencia, se limita a las 25 de las 39 obras señaladas, siguiéndose el siguiente plan de trabajos:

1. Ubicación de cada una de las obras.
2. Obtención de la mayor cantidad de datos estadísticos referentes a fechas de construcción, superficies, etc.
3. Inspección a cada una de las obras a los efectos de lograr los datos geométricos de los proyectos (anchos de calzada, separaciones de juntas, tipos de cordones, tránsito, fallas observadas, estado de conservación, etc.).
4. Extracción de testigos calados del pavimento y muestras de suelo de la subrasante.
5. Análisis de los datos obtenidos.

Los resultados obtenidos, correspondientes a los puntos 1 a 4, se han resumido en los cuadros II y III en los cuales se ha consignado la siguiente información:

#### Cuadro II

- Localidad.
- Año de iniciación de los trabajos.
- Superficie construida en m<sup>2</sup>.
- Ancho de calzada.
- Espesor del pavimento.
- Cordón.
- Aranduras transversal y longitudinal.
- Separación entre juntas en cuadras.
- Juntas en bocacalles.
- Dimensiones máximas de losas.
- Características de los suelos de la subrasante.

#### Cuadro III

- Grutas y fisuras.
- Baches.
- Resistencia a la compresión del hormigón.
- Conservación de juntas.
- Drenaje.
- Tránsito (tipo y frecuencia).
- Estado actual.

El tránsito fue evaluado en forma aproximada, clasificándose el tipo en cuatro categorías: urbano residencial, urbano comercial, urbano industrial y vinculaciones o accesos. Su frecuencia fue determinada también en forma aproximada para alta, media y baja frecuencia en cada una de las siguientes categorías: camiones pesados, camiones medianos, camiones livianos y colectivos, y autos y pick-up.

Razones de tiempo y materiales no han permitido obtener espesores y resistencias de cada una de las calzadas en estudio, pero se sabe, eso sí, que estos pavimentos fueron construidos con espesores variables entre 15 y 18 cm, con una preponderancia de los primeros, llevando algunos, como en el caso de Pehuajó, además del cordón integral, bordes pesados.

CUADRO I

OBRAS DE PAVIMENTACIÓN URBANA DE HORMIGÓN LICITADAS POR LA D.P.P.B.A. HASTA 1935

Fecha Lic.	Partido	Localidad	Sup. m <sup>2</sup>
28/ 1/27	San Pedro	San Pedro	34.946
11/10/27	Pehuajó	Pehuajó	45.718
4/ 6/28	Quilmes	Quilmes - Berazategui	22.212
13/ 1/29	Bolívar	Bolívar	40.383
22/ 2/29	Lobería	Lobería	12.164
12/ 3/29	Lomas de Zamora	Lomas de Zamora	39.524
3/ 4/29	Pehuajó	Pehuajó	28.753
23/ 5/29	Esteban Echeverría	Monte Grande	51.614
6/ 6/29	San Andrés de Giles	San Andrés de Giles	29.991
27/ 6/29	Colón	Colón	24.479
27/ 6/29	San Pedro	San Pedro	14.228
31/ 7/29	General Pueyrredón	Camino a Camet	29.027
9/ 8/29	Morón	Morón	11.410
2/12/29	Florencio Varela	Florencio Varela	15.876
13/ 1/30	General Lamadrid	General Lamadrid	26.743
17/11/30	Vicente López	Vicente López	100.515
4/ 5/31	Quilmes	Quilmes	26.861
22/ 6/31	General San Martín	Localidades varias	115.361
13/10/31	Quilmes	Bernal	79.079
27/11/31	Monte	Monte	23.736
/31	Berazategui	Berazategui	59.671
19/ 2/32	General Sarmiento	San Miguel	21.215
10/10/33	La Plata	La Plata	150.977
3/11/33	General Pueyrredón	Mar del Plata	32.070
21/11/33	Mar Chiquita	Coronel Videl	17.330
12/12/33	Morón	Morón	13.023
18/ 4/34	Chacabuco	Chacabuco	55.430
29/ 5/34	San Andrés de Giles	San Andrés de Giles	43.516
3/10/34	Bartolomé Mitre	Arrecifes	47.237
23/11/34	San Isidro	San Isidro	85.154
22/11/34	Luján	Luján	74.084
20/12/34	General Madariaga	General Madariaga	20.002
9/ 1/35	Moreno	Moreno	106.027
12/ 3/35	Marcos Paz	Marcos Paz	27.800
21/ 3/35	Maipú	Maipú	52.365
12/ 7/35	La Plata	La Plata	255.883
4/ 9/35	Vicente López	Localidades varias	132.168
20/10/35	Salto	Salto	60.571
8/11/35	San Antonio de Areco	San Antonio de Areco	15.035

ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS

El trabajo hubiera llenado sus objetivos solamente con indicar en cada una de las obras la edad del pavimento, su comportamiento y su estado actual. A esa afirmación llegamos si tenemos en cuenta que la totalidad de los pavimentos construidos entre 1927 y 1935 por la ex Dirección de Pavimentación sigue

prestando servicios en la actualidad; por otra parte las 25 obras analizadas en este trabajo poseen un estado actual de conservación que se ha evaluado como excelente en el 40 % de ellas, como muy bueno en el 44 %, como bueno en el 12 % y como regular en el 4 %. Eso en cuanto a su estado actual; si lo evaluamos desde el punto de vista de su comportamiento, se debe clasificar a la totalidad

CUADRO II

Localidad	Año de iniciac. const.	Superf. m <sup>2</sup>	Ancho calzada m	Esp. cm	Cord. inies.	Sep. juntas en cuadras		Junias en boca calle	Máxima dimensión de losa	Ciclo subsecuente				
						long.	trans.			LL	IP	PT200	Calent.	
Bolívar	1929	40.393				Si				21	42	31	A 2-4 (0)	
Marcos Paz	1935	27.800	7.00 9.00 5.00x2			Si	10.10 a 10.60	No 4.50 No	Long. en un sentido	21 x 22	41	17	95	A 7-5 (17)
Berazategui	1932	59.671	6.00			No	12.10	3.00	Sin B.C.		31	12	92	A 6 (9)
Bernal Oeste	1932	79.079	6.00 8.10			Si Si	10.00 9.95	No No	losa 1 sent. 1 losa 1 sent.	18.6 x 16.6 24.4 x 17.5				
Chacabuco	1934	55.430	9.60 14.00 8.60			Si Si Si	12.50 10.50	4.80 7.00 No	long. 2 sent. long. 1 sent.	15 x 7	31	10	88	A 4 (17)
San Pedro	1927 1930	49.174	7.00 10.00	15.7		Si	12.00	No	No hay	11 x 17	39 26	18 11	65 68	A 6 (4) A 6 (4)
Luján	1935	74.084	7.00	14.4		Si	10.07 a 10.28	No	No hay	13.6 x 13.5	33 38	15 16	86 83	A 6 (12) A 6 (13)
Monte	1934	23.736	6.00			Si	9.90	No	long. 1 sent.	22 x 11	36	13	95	A 6 (12)
Monte Grande	1929	51.614	9.04 7.00			Si	12.20 10.10	4.52 No	long. 2 sent. long. 1 sent.	13 x 11 15 x 7.5	42	17	89	A 7-5 (16)
F. Varela	1931	15.876	8.05x2 12.00			Si	10.10 10.40	No 6.00	long. 2 sent. long. 2 sent.	15 x 12 13 x 10	49	19	87	A 7-5 (17)
Quilmes-Berazategui	1928	22.212	6.00	19.2		Si	11.12 a 11.03	No	Sin B.C.	11.3 x 6	38	16	93	A 6 (15)
Quilmes-Av. Otamendi	1931	26.861	2x6.00	17.5		Si	10.12	No	Sin B.C.	10 x 10	25	7	58	A 4 (2)
S. A. de Giles	1930	29.991	11.00			Si	10.00	5.50		23 x 7				
S. A. de Giles	1934	43.516	7.00			Si	8.00	No	long. 1 sent.	21 x 10				
M. del Plata Ac. Camet	1930	29.027	6.00	18		Si					53	21	90	A 7-5 (22)
Moreno	1935	106.027	8.00			Si	10.50	No	long. 1 sent.	10 x 20	31	10	84	A 4 (7)
Arrecifes	1935	47.237	7.00 10.00			Si	9.80 a 8.00 10.00 a 14.00	No 5	long. 2 sent.	10 x 8				
Lobería	1930	12.164	8.00			Si		No	long. 1 sent.	15 x 15	33	11	78	A 6 (8)
Pehuajó	1927 1929	45.718 28.753		15		Si							8	A 3 (0)
Maipú			8.00 10.00			Si	10.00	No 5	long. 1 sent.		33	11	84	A 6 (9)
G. Madariaga	1935	20.002				Si					23	7	76	A 4 (3)
La Plata	1934	150.977	7.00 8.00			Si	10.00	No	long. 1 sent.	19 x 9	45	14	98	A 7-5 (10)
Colón	1930	24.479	10.00			Si	12.00	5	long. 2 sent. di. g. trans.	10 x 5	25	6	92	A 4 (4)

Localidad	Cárdenas y fincas		Resist. del H. kg/cm <sup>2</sup>	Dónde	Caract. Juntas	Tipo		Frecuencia												Estado actual	Observaciones															
	on cuadro					C. pesco	A	U	UC	A	M	B	A	M	B	C	L	V	C			A	M	B												
	long.	trans.																							A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B
	en boca calle																																			
San Pedro	Grul. No	Escas.	No	Superf. p. pend. lateral	Buena	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Exc.																
San Pedro	No	Escasas	No	Per rampa lateral	Buena	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Exc.																
Betanclegui	No	Escas.	No	Superf. p. pend.	Mala	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M.B.	Ensanchado															
D. Osto	Grul. 50%	Escas.	No		Mala	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M.B.																
Chacabuco	Escas. Parc.	No	No		R. a M.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Exc.	Max. Sep. de juntas 1320. En algunos lugares se usó canto rodado															
San Pedro	Muy Escas.	Muy Escasas	No	Por poca pendiente	Buena	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M.B.																
Luján	Escas.	Muy Escas.	No	Per sum.	Mala	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Exc.	Bordes esp. Tránsito Escado en calle de acceso															
Monlo. M. Grande	Escas. Alcan. Grul.	Escas. Escas.	No hay	Superf. Mala y Buena	Buena Mala y Buena	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Exc.																
F. Varela	Grul. Grul.	Pocas Escas.	No hay	Superf. Mala	Buena Mala y Buena	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M.B.	Demolido car-dón y ensan-chado															
Quilmes	Grul.	Grul.	Muy Escasas	Superf. Zona Inund.	Mala	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M.B.	Muy deformado con hundim.															
Betanclegui	Grul.	Grul.	—	Superf. Inund. Superf. Superf.	Mala	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Reg. Mod.																
Quilmes	Grul.	Pocas No Escas.	Escasas No hay	Superf. Superf.	Mala Mala Mala	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M.B.																
Av. Olam. S. A. de G. S. A. de G. M. del Plata	Grul. Grul.	No Escas.	No hay	Superf. Superf.	Mala Mala Mala	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M.B.																
Av. Camet Moreno	Part.	Escas.	No		R. a M.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Exc.	Muy agrietado fuera de la zona céntrica															
Arceles	Escas. Grul.	Escas. No	No hay	Superf.	Reg. Mala	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M.B.																
Lobería	Escas. Grul.	Escas. No	No hay		Reg. Mala	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Exc.																
Pehuajó	Escas. Parc.	Escas. No	No		Mala R. a M.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Exc.																
Maipú	Escas. Parc.	Escas. No	No hay		Mala R. a M.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Exc.																
C. Madar. La Plata	Escas. No	Escas. No	No hay		R. a M.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M.B.																
Cañón	No	No	No	Superf.	Superf.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M.B.																



Foto 1 - Pavimento de hormigón San Pedro.



Foto 2 - Pavimento calle Alsina, Pehuajó.



Foto 3 - Camino a Camet, Mar del Plata.



Foto 4 — Acceso a Berazategui de Ruta Nacional 1.

como excelente si se tiene en cuenta su durabilidad a través de un período de tiempo que oscila entre 42 y 50 años. La mayoría de estas obras se halla en un estado tal de conservación que puede asegurarse la prolongación de sus respectivas vidas de servicio por un largo período de tiempo. Pero, sin duda alguna, la información adquiere mayor valor si analizamos el resto de la información técnica lograda.

En primer lugar, el comportamiento ha sido excelente cualquiera que haya sido la calidad de los suelos de la subrasante. Salvo en los casos de pavimentos construidos en el oeste de la Provincia, como Pehuajó, Chacabuco y otros, todo el material de la subrasante ha sido de tipo fino y plástico, con elevada plasticidad. Si bien es cierto que no puede haber "bombeo" cuando el tránsito no tiene características de pesado y frecuente, y la mayoría de

estas obras son de tipo urbano, varios pavimentos pudieron estar, posiblemente, en condiciones de sufrir dicho fenómeno y mayormente no experimentaron problemas, tales como los casos del pavimento de vinculación: Berazategui-Quilmes, el acceso a Camet y el acceso de Berazategui al camino Buenos Aires-La Plata.

Esto es importante si se tiene en cuenta que en las últimas dos décadas ha habido una tendencia generalizada a construir en pavimentos urbanos sin tránsito pesado sub-bases con suelos seleccionados y aun de suelo-cemento, donde sólo sería necesario lograr uniformidad de soporte de la subrasante, con una compactación adecuada.

También ha sido excelente el comportamiento de pavimentos de 15 cm de espesor, ejecutados con un hormigón con un módulo estimado de rotura  $\sigma = 45 \text{ kg/cm}^2$ , ya que para una subrasante



Foto 5 — Pavimento urbano en Chacabuco.

pobre ( $k = 3 \text{ kg/cm}^3$ ) su capacidad de carga para un número ilimitado de reiteraciones de la misma es de 3.800 kilogramos por rueda, que es más que suficiente para absorber las cargas usuales en zonas urbanas.

Por otra parte, se ha observado una conservación muy mala; la mayoría de las juntas y grietas no han sido selladas por períodos de tiempo muy prolongados. A esta causa puede atribuirse el muy pequeño porcentaje de "bombeo" observado en algunos pavimentos de acceso o vinculaciones y a la aparición de algún fenómeno aislado de "blow up".

En el agrietamiento observado parece haber influido la ubicación de la zona con su correspondiente clima más que las características de los suelos. Puede observarse, por ejemplo, cómo dos pavimentos construidos en la misma época, con iguales o similares suelos de subrasante, como son el acceso a Camet y el camino de vinculación entre Quilmes y Berazategui, se comportaron en forma distinta en lo que se refiere al agrietamiento: en el primero no hay grieta longitudinal mientras que se ha acusado en el segundo. En la zona del Gran Buenos Aires se nota una mayor tendencia al agrietamiento.

En este análisis llaman la atención las enormes dimensiones de algunas bocacalles sin juntas y sin grietas como así también la muy buena terminación de estos pavimentos inspeccionados, que fueron ejecutados con equipos que en la actualidad los denominaríamos simples y precarios.

### CONCLUSIONES

Del análisis de los datos que figuran en los cuadros y de los comentarios que sobre ellos se realizan en los párrafos precedentes, complementados con los resultados de la inspección ocular de los pavimentos de referencia, los autores extraen las siguientes conclusiones:

1. Que se posee en el país una muy valiosa experiencia sobre el comportamiento de pavimentos urbanos de hormigón y que esa experiencia es altamente positiva insistiendo, en consecuencia, en que la misma sea aprovechada por los proyectistas en la elaboración de sus diseños.

2. Que a pesar de la avanzada edad de estos pavimentos y considerando su estado actual se puede afirmar que, de no haber modificación en las condiciones a que están sometidos, estas estructuras extenderán su vida útil por un período prolongado cuya extensión no puede predecirse.

3. Los espesores utilizados, entre 15 y 18 cm, fueron adecuados y tal vez algunos sobredimensionados.



Foto 6 — Pavimento de hormigón armado. Bolívar.



Foto 7 — Calle Mitre. Quilmes. Berazategui.

DOC. 118

TROCHA 1 900 kg  
TROCHA 2 2.700 kg

circuito **2**

SUB-BASE		0 cm.	7,5 cm.	15 cm.
<b>ESPESES HORMIGON</b> 6,25 cm 8,75 cm 12,5 cm índice de servicialidad al final del ensayo aplicación de la carga hasta la falla (miles)	43 535 42 469	44 22 42 870	44 31 44 38	
	42 37 44 41	40 40 41 41	42 40 45 46	
	41 41 43 45	39 41 46 46 35 36	41 40 43 43	

Todas las secciones en 2ª fila son repetidas

armado •

nados para las cargas actuantes, consideración esta última que estaría estrechamente vinculada y en cierta forma corroborada con los resultados obtenidos en el "A.A.S.H.O. Road Test" en los circuitos 2 y 3, resumen de los cuales figuran adjuntas a este trabajo. En el circuito 2 se observa cómo espesores de escasamente 9 cm soportan muy bien el número total de reiteraciones de las cargas de 900 y 2.700 kg por eje simple en cada trocha, respectivamente, que ascendieron a 1.114.000 en 2 años, y en el circuito 3, cómo poco más de 16 cm de espesor soportó con éxito el tránsito de ejes de 5.450 kg por eje simple y de 10.900 kg por eje tándem, respectivamente en cada trocha con la misma frecuencia en el mismo lapso. Los valores de estas cargas pueden muy bien ser consideradas como los correspondientes a un tránsito urbano residencial (circuito 2) y a un tránsito urbano comercial-industrial (circuito 3).

los pavimentos ejecutados, pero es obvio que si se los tuviera se podría alcanzar dichas metas con mayor facilidad y con rendimientos muy superiores.

7. Que cuando se trabaja con empresas responsables e inspecciones que fiscalizan el total cumplimiento de las especificaciones, los resultados son positivos y ejemplos de ello son los pavimentos analizados en este trabajo.

8. En consecuencia, y como corolario de los 7 pantes anteriores, se desprende que los pavimentos urbanos de hormigón que se han analizado, construidos e inspeccionados responsablemente y utilizando equipos simples, por su relativamente bajo espesor, sin interposición de sub-base, con una mínima conservación y una alta vida de servicio condujeron a una solución económicamente ventajosa con un costo anual mínimo.

4. El comportamiento fue independiente del tipo de suelo.

5. El comportamiento de estos pavimentos ha sido excelente sin la interposición de sub-bases y a pesar de una mala conservación.

6. No fueron necesarios equipos modernos e importantes para lograr calidad y durabilidad en

Por último, sirva el recuerdo que se hace de estas obras, en el presente trabajo, como merecido reconocimiento a todos aquellos profesionales y técnicos que de una manera u otra estuvieron vinculados al proyecto, ejecución e inspección de estas estructuras que continúan desafiando el correr de los años.

DOC. 118

TROCHA 1 5.450 kg  
TROCHA 2 10.900 kg

circuito **3**

SUB-BASE		0 cm	7,5 cm	15 cm	22,5 cm
<b>ESPESES HORMIGON</b> 8,75 cm 12,5 cm 16,25 cm 20,0 cm índice de servicialidad al final del ensayo aplicación de la carga hasta la falla (miles)	242 217 334 131	315 319 278 278	289 210 273 295 311 278	289 297 324 294	
	37 705 28 1100	35 28 725 631	37 771 53 793		
	42 40 35 316	44 42 42 41 39 40	41 41 43 43 41 45 40 41	42 40 44 44	
	44 43	43 41	43 43 42 40	40 42 41 43	

Todas las secciones en 2ª fila son repetidas

estudios especiales • armado •

## COMISION PERMANENTE DE PUBLICACIONES

Resolución N° 2585 bis/979

Expediente 2410 - 7 - 1110/979

La Plata, 25 de octubre 1979

Atento a que por Resolución N° 853/79 se encomendara al Agrimensor Carlos Alberto Marotta, la recopilación de antecedentes y estadísticas para la publicación de la REVISTA "VIALIDAD", a fin de continuar con la edición de la misma y

### CONSIDERANDO:

Que dicha circunstancia plantea la necesidad concurrente con el asunto origen de estos actuados de designar una Comisión Permanente de Publicaciones;

Por ello, el ADMINISTRADOR GENERAL DE LA DIRECCION DE VIALIDAD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, en uso de sus atribuciones,

### RESUELVE:

ARTICULO 1º: Designar una Comisión Permanente de Publicaciones, a fin de que imparta las directivas pertinentes para la edición de la REVISTA "VIALIDAD", la que queda integrada de la siguiente manera: Ingenieros: Julio C. ASTUTI, Mario A. RIPA, Matías YUFFE, Horacio C. ALBINA, Horacio CLAUDIO, Teresa ALFANO, Oscar Guillermo SCALLY; Señor Omar Guillermo CACACE y Contador Julio R. FREDES.

ARTICULO 2º: Regístrese, comuníquese a quienes corresponda y previa notificación de la comisión designada pase a conocimiento del Agrimensor Carlos Alberto Marotta, por intermedio de la División Biblioteca. Cumplido, archívese.

Firmado: **Ing. Roberto M. Agüero Olmos**  
Administrador General de Vialidad

# Aplicación de la Máquina Giratoria De Ensayo a la Determinación del Contenido Optimo

## De Ligante

## En Mezclas

## Bituminosas

### 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, y paralelamente al fuerte incremento experimentado por el tránsito pesado, se han producido fallas en los pavimentos bituminosos que forman parte de los firmes flexibles de nuestra red viaria.

En numerosos casos tales fallas se han debido a deformaciones plásticas, manifestadas en general en forma de roderas. Aumentaron, por ello, las investigaciones de los técnicos y especialistas con el objeto de determinar las posibles causas, registrándose un fuerte avance en el conocimiento de las propiedades de las mezclas bituminosas. Así, en el año 1975 aparece el nuevo Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, y las normas 6.1 IC y 6.2 IC. En tales documentos se definen los nuevos tipos de mezclas bituminosas, se marcan las directrices para su empleo y se recogen determinadas propiedades, con el objetivo de obtener un aceptable comportamiento.

Dr. Ingeniero de Caminos

**JUAN F. VIGUERAS GONZÁLEZ**

Subdirección de Vialidad del Laboratorio  
del Transporte y Mecánica del Suelo

Transcripción del Boletín de Información, Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo, N° 127/978, España.

Como es conocido, se han abandonado las tradicionales mezclas empleadas, que eran las del Instituto del Asfalto, debido a que sus aptitudes no eran las más adecuadas para soportar las peculiares características del tránsito, clima y orografía españolas. Ha sido necesario, por consiguiente, revisar los métodos clásicos de proyecto y dosificación de mezclas bituminosas, fundamentalmente el Marshall, adaptándoles a las nuevas exigencias y complementándolos con otros tipos de ensayos que suministren mayor información acerca de su comportamiento reológico y que, a su vez, produzcan sobre las probetas ensayadas estados de tensión-deformación similares a los originados por las cargas del tránsito pesado.

Estos ensayos, que están adquiriendo un importantísimo auge hoy día, son el ensayo en Pista de Laboratorio y el ensayo en Máquina Giratoria.

Tanto en el Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo como en el Laboratorio de Caminos de la E.T.S.I.C.C.P. se han aplicado tales ensayos en las investigaciones realizadas, por encargo de la Dirección General de Carreteras del M.O.P.U., sobre los nuevos tipos de mezclas definidos en la Norma 6.1. IC y en el P.P.T.G.

Las mezclas bituminosas que constituyen las capas flexibles de los firmes de algunas importantes carreteras y autopistas de nuestro país han sido proyectadas con ayuda de tales ensayos, siendo su comportamiento, hasta el momento, satisfactorio.

El previsible incremento que ha de sufrir nuestra infraestructura viaria, aún poco desarrollada, hace necesario continuar el esfuerzo investigador para adaptar los métodos tradicionales de proyecto y dosificación de mezclas bituminosas, y completarlos con otros, tratando de evitar en lo posible fallas cuya reparación es, en general, costosa en el plano económico y difícil en el plano técnico.

## 2. LIMITACIONES DEL MÉTODO MARSHALL EN LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ÓPTIMO DE LIGANTE

Como se sabe el método Marshall ha sido el más ampliamente utilizado en nuestro país para el proyecto y control de mezclas bituminosas. Hace años la elección del contenido óptimo de ligante se efectuaba como media aritmética de aquellos porcentajes para los que se producía la máxima densidad de la mezcla, la máxima estabilidad y unos valores determinados, especificados en los Pliegos de Condiciones, del porcentaje de huecos en mezcla y de huecos rellenos de ligante.

La experiencia y el comportamiento de las mezclas así proyectadas hizo que, paulatinamente, se fuesen modificando los anteriores conceptos, de tal forma que hoy día los técnicos y especialistas interpre-

tan más subjetivamente los resultados globales del ensayo Marshall y determinan, en base a dichos resultados, un entorno alrededor del contenido óptimo. Posteriormente, probetas dosificadas con porcentajes de ligante englobados en ese entorno se someten a ensayos en los que se simula un tránsito acelerado. En base al comportamiento observado se elige el contenido de ligante más adecuado, teniendo en cuenta consideraciones tales como las condiciones climáticas de la zona (temperatura y pluviometría), tránsito, orografía, posición en el firme de la capa proyectada, etc. Con objeto de hacer frente a las deformaciones plásticas, posibles en numerosos puntos de nuestra red a causa de las elevadas temperaturas que se alcanzan en la época estival, es aconsejable el empleo de mezclas que presenten un elevado rozamiento interno. Se recogen, por tanto, en el P.P.T.G. husos granulométricos en los que existen altos porcentajes de árido grueso y elevados tamaños máximos de árido, hechos que hacen problemático el empleo del método Marshall, debiendo adoptarse algunas precauciones al objeto de asegurar la validez de los resultados.

En efecto, las probetas Marshall tienen unas dimensiones de 10,16 cm de diámetro (4") por 6,32 cm de altura (2,5"). El empleo de granulometrías con porcentajes elevados de árido grueso y/o tamaños máximos de áridos altos hacen que el "efecto borde" pueda invalidar los resultados obtenidos. Según opinión de investigadores de diferentes países, entre los que se encuentran los españoles, no existe problema alguno si el tamaño nominal del árido no sobrepasa los 19 mm (3/4"). El empleo de tamaños superiores está sometido a controversias. Así el alemán G. Ziehner opina que el árido de 25 mm ya es de tamaño excesivo para la validez del ensayo, dudando el autor de la repetibilidad de los resultados.

En resumen, puede decirse que mediante el procedimiento Marshall se pueden ensayar toda clase de mezclas asfálticas de tipo denso o semidenso, con tamaños máximo, en principio, inferior a 25,4 mm (1").

Para análisis de tipos de mezclas con textura más gruesa, tales como las empleadas en capa intermedia y en capa de base, en las que el árido puede llegar a tener dimensiones superiores incluso a 40 mm, las dificultades planteadas se intentan solucionar sustituyendo los tamaños superiores. En la mayor parte de los países, tales como Alemania, Francia, Inglaterra y España, se utiliza este concepto y se sustituye la fracción de árido superior a 25 mm por igual porcentaje, en peso, de árido de tamaño 19/25 mm. Se piensa que si con esta forma de proceder, la estabilidad Marshall resulta suficiente, con mayor motivo lo sería si se hubiese empleado la granulometría completa, debido a la contribución que aportan los

tamaños mayores al rozamiento intergranular. Algunos investigadores cuestionan este procedimiento, razonando que dicha sustitución no es del todo correcta si no se tiene en cuenta la modificación del contenido de ligante al disminuir el tamaño medio de las partículas. Nosotros podemos decir que el error cometido es pequeño, ya que la mayor contribución a la superficie específica total se debe al árido fino, el cual no se modifica.

En Alemania se han realizado tentativas de fabricar probetas de dimensiones superiores, pero ello lleva implícito modificar las características esenciales del ensayo, con la consiguiente falta de correspondencia y experiencia en los resultados.

Otro de los problemas que presenta el Sistema Marshall es el de no someter a las probetas a estados de carga similares a los que producen las cargas del tránsito sobre el pavimento.

Además, no se suelen detectar claramente los crísisos ni de granulometría ni de contenido de ligante. Muchas de las mezclas empleadas actualmente no prestan, en la curva "densidad-porcentaje de ligante", un máximo claramente definido, e igual pasa con la estabilidad, con los problemas de elección que ello ocasiona, aunque el problema se resuelve en parte mediante la utilización de prensas de registro continuo, tanto de la estabilidad como de la deformación, con las cuales es posible obtener la evolución de ambos parámetros.

A pesar de los inconvenientes expuestos anteriormente, el procedimiento Marshall presenta claras ventajas: Facilidad de ejecución, sencillez técnica, utilización de aparatos relativamente poco costosos, y, sobre todo, su rapidez.

Por ello resulta hoy día insustituible como método de control, aunque utilizado como método de proyecto deba complementarse con otros tipos de ensayos.

## 3. TENDENCIAS ACTUALES: EL ENSAYO EN PISTA DE LABORATORIO Y EN MÁQUINA GIRATORIA

Tal como se ha mencionado anteriormente, del análisis de resultados Marshall se estima un entorno alrededor del porcentaje óptimo de ligante, teniendo en cuenta las características climatológicas y orográficas de la zona, así como la posición en el firme de la capa proyectada.

Con objeto de determinar la resistencia a las deformaciones plásticas, cuyas posibilidades de producirse son altas en numerosos puntos de nuestra red debido a las altas temperaturas alcanzadas en época estival, se somete la mezcla dosificada con diferentes porcentajes de ligante próximos al óptimo, a ensayos que simulan un tránsito real, determinándose dife-

rentes parámetros que ayuden a prever su comportamiento reológico. Los ensayos de este tipo actualmente más difundidos son: Ensayo en pista de laboratorio y ensayo en máquina giratoria.

El primero de estos ensayos, aunque no es objeto del presente artículo, proporciona la deformación total producida y la velocidad de deformación.

El ensayo en máquina giratoria, así como los parámetros deducidos, se describe en el apartado siguiente.

## 4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO A FATIGA EN LA MÁQUINA GIRATORIA

En la fotografía 1 aparece una perspectiva general del modelo 6B-4C, último de los aparecidos en el mercado. Se omite en este apartado la descripción del aparato, que puede consultarse en diferentes artículos mencionados en la bibliografía que se acompaña.

El ensayo se efectúa sobre la muestra, previamente compactada bien mediante el procedimiento Marshall o bien mediante la Máquina Giratoria, utilizándose moldes de 4" ó 6" de diámetro y diferentes alturas, que pueden apreciarse en las fotografías números 2 y 3. El empleo de un tipo u otro de

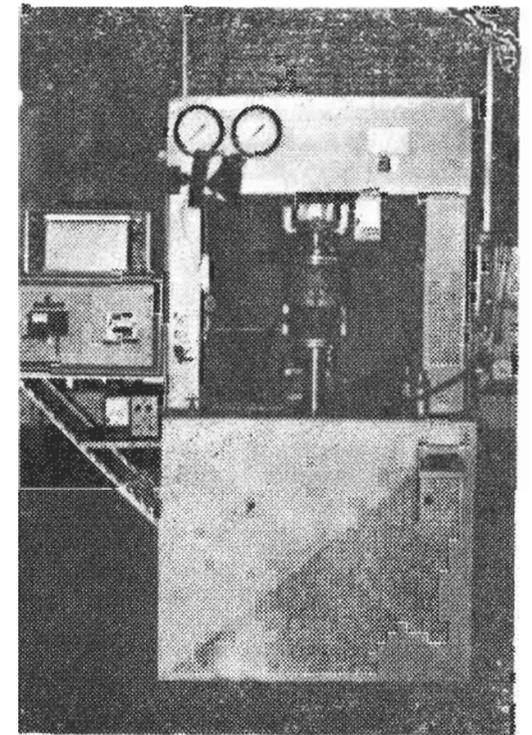


Foto 1. Perspectiva general del modelo 6B-4C de la Máquina Giratoria.

pende de las características de la mezcla sometida a ensayo (porcentaje de áridos grueso, tamaño máximo de árido, etc.).

Tal como se mencionó en otro artículo el ensayo se efectúa partiendo de un ángulo giratorio inicial de 1 grado, suficiente para conferir a la mezcla un efecto de "amasado", que imita el que originan los neumáticos de los vehículos pesados.

El ángulo giratorio se define como aquél que forma el eje de la probeta con respecto a la vertical y se obtiene ajustando, antes de empezar el ensayo, la altura relativa de los rodillos C y D (figura 1), dispuestos diametralmente en los extremos de un carretón, que gira alrededor de un eje vertical a velocidad constante. Definido y ajustado el ángulo giratorio inicial o de trabajo, el rodillo inferior C permanece en posición fija durante el ensayo.

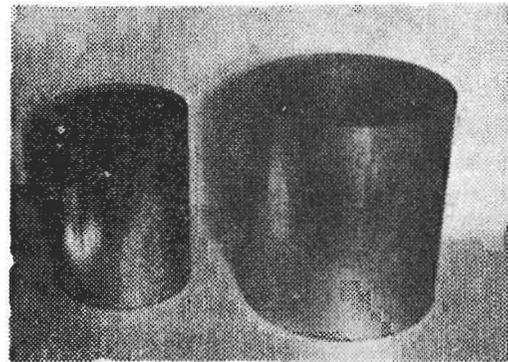


Foto 2. Moldes bajos de ensayo de 4" y 6" de diámetro.

En ensayos de fatiga, destinados a conocer el comportamiento reológico de la mezcla, el rodillo superior puede ser bien un rodillo con cámara de aceite o bien un rodillo con cámara de aire. Generalmente se emplea el primero de ellos, con objeto de someter a la mezcla a esfuerzos más críticos.

La presión de trabajo se transmite a la probeta mediante los pistones E y F (figura 1) y su valor depende del fin perseguido en el ensayo. En general se utilizan presiones análogas a las transmitidas al pavimento por las ruedas de los vehículos pesados.

Por las consideraciones expuestas hasta ahora podría pensarse que al ser el rodillo inferior fijo y estar el rodillo superior conectado a una cámara de aceite, prácticamente incompresible, el ángulo giratorio inicial se mantendría constante durante todo el ensayo. Ello no es así, y de hecho se desarrollan ángulos giratorios superiores, que se registran en un girograma (fotografía N° 4). La explicación de este hecho es la siguiente: La línea o diámetro que une los puntos de contacto de ambos rodillos con la co-

rona sobre la que ruedan forma, con su proyección horizontal, un ángulo constante, igual al ángulo giratorio de trabajo o inicial, pero el conjunto carcaza-molde admite inclinaciones alrededor de dicha línea. Estas inclinaciones quedan registradas en el girograma, dando lugar a ángulos giratorios tanto mayores cuanto más deformable sea la mezcla.

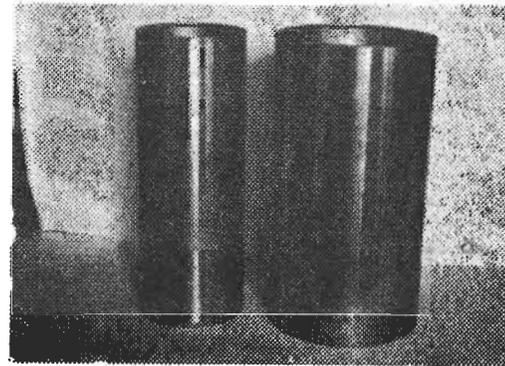


Foto 3. Moldes altos de ensayo, de 4" y 6" de diámetro.

Por consiguiente, el girograma es un indicador directo de las propiedades plásticas de la mezcla bituminosa y mediante el examen del mismo se puede predecir la inestabilidad que se produce en la mezcla debido a una saturación excesiva de los huecos por el ligante. Esta saturación, que origina un exceso de presión intersticial, puede ser debida bien a un elevado porcentaje de ligante o bien a una sobredensificación causada por cargas superiores a las previstas cuando se proyectó la mezcla.

Un segundo parámetro deducido del ensayo es la estabilidad giratoria, que puede definirse como la resistencia a la cizalladura o esfuerzo cortante que presenta la mezcla en estudio.

La representación esquemática de la probeta en un determinado momento del ensayo, así como del sistema de fuerzas que en ese instante actúan sobre ella, se dibuja en la figura 2.

Para cada modelo, las constantes geométricas son conocidas y del equilibrio dinámico de fuerzas se deduce:

$$SG = \frac{2(PI-Fa) \cdot Nb}{Ah}$$

Siendo:

SG = Estabilidad giratoria (Esfuerzo cortante por unidad de superficie).

P = Fuerza ejercida por los rodillos sobre la corona.

F = Resultante del sistema de fuerzas de rozamiento "probeta-molde".

SECCIÓN ESQUEMÁTICA DEL MECANISMO GIRATORIO

- K - CARRETON PORTARODILLOS
- C - RODILLO INFERIOR
- D - RODILLO SUPERIOR
- E - PISTON SUPERIOR FIJO
- F - PISTON DE CARGA
- G - PLACA DE APOYO
- H - CABEZAL DE CARGA
- A - MOLDE
- S - PLUMA REGISTRADORA
- I - GIROGRAMA

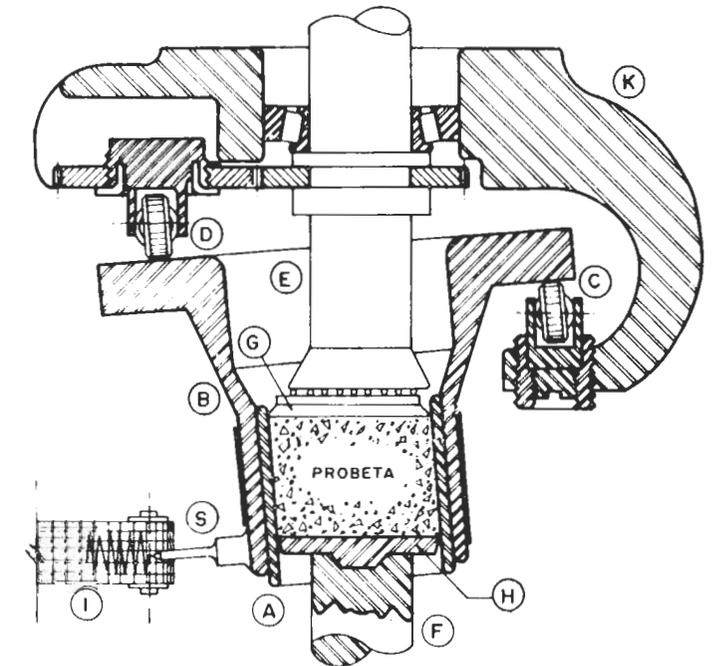


Figura 1

N = Carga vertical ejercida por los pistones sobre la muestra.

A = Superficie de la probeta.

h = Altura de la probeta en cada instante del ensayo.

l, a, b, constantes geométricas de cada modelo.

De la expresión anterior se deduce que la esta-

bilidad giratoria tiene las dimensiones de una fuerza por unidad de superficie, actuando sobre un plano paralelo a las bases de la probeta. La estabilidad giratoria es, en definitiva, un esfuerzo cortante.

Mediante una serie de consideraciones que no exponemos, los valores Fa y Nb pueden desprejiciarse, siendo tolerable el error cometido, por lo que resulta la siguiente expresión reducida para el cálculo:

$$SG = \frac{2PI}{Ah}$$

Con las constantes geométricas de los modelos existentes en España resultan las siguientes expresiones:

Modelo 4 C (Moldes de 4" de diámetro):

$$SG = 10,7 \frac{Pr}{h}$$

Modelo 6B - 4C.

$$\text{Moldes de 4" de diámetro: } SG = 18,3 \frac{Pr}{h}$$

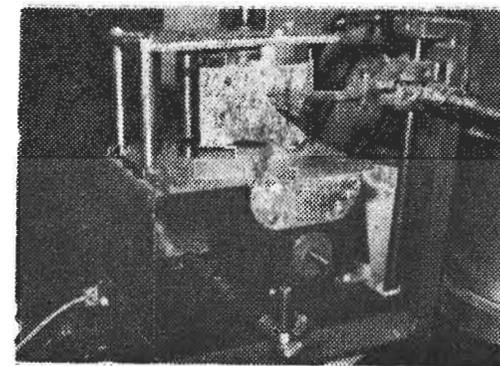


Foto 4. Registro de la evolución del ángulo giratorio. Girograma.

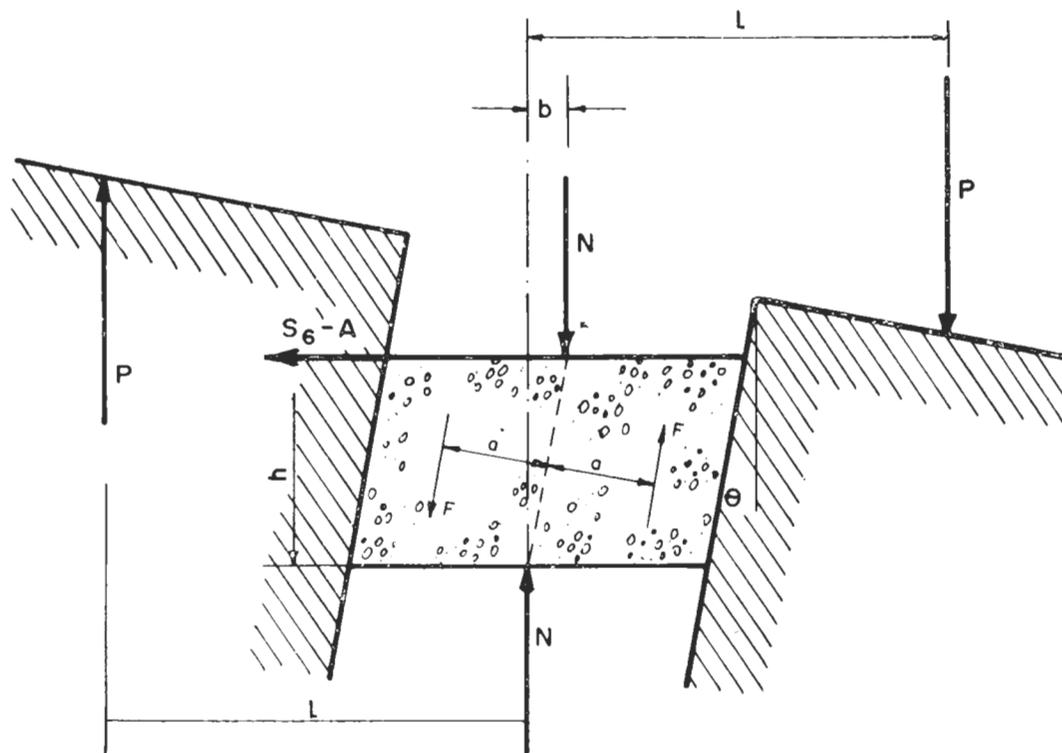
Moldes de 6" de diámetro:  $SG = 8,1 \frac{Pr}{h}$

La estabilidad giratoria se obtiene en  $Kp/cm^2$  cuando se expresa:

$Pr$  (Presión de rodillo), en  $Kp/cm^2$ .  
 $h$  (Altura de la probeta), en cm.

Las fórmulas anteriores indican que la estabilidad giratoria se conoce en cada instante del ensayo,

**ESQUEMA DE FUERZAS QUE ACTUAN SOBRE LA PROBETA SOMETIDA A ENSAYO EN LA MAQUINA GIRATORIA**



**FUERZAS QUE ACTUAN**

**P** = FUERZAS EJERCIDAS POR LOS RODILLOS  
**N** = FUERZAS EJERCIDAS POR LOS PISTONES  
**F** = FUERZAS DE ROZAMIENTO PROBETA-MOLDE  
**S<sub>G</sub> A** = ESTABILIDAD GIRATORIA

**PARAMETROS GEOMETRICOS**

$l = 12,7 \text{ cm}$   
 $A = 81,03 \text{ cm}^2$   
 $a = 3,24 \text{ cm}$   
 $b = htg \theta \approx h \theta$

$S_G$  en  $kg/cm^2$   
 $Pr$  en  $kg/cm^2$   
 $h$  en  $cm$

$$S_G = 10,67 \frac{Pr}{h}$$

(FORMULA APROXIMADA)

Figura 2

ya que son datos medibles la presión de rodillo y la altura de la probeta.

La presión de rodillo se registra gráficamente, de forma automática, en el dispositivo indicado en la fotografía 5.

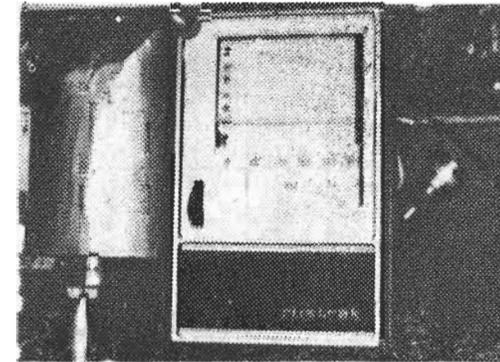


Foto 5. Registrador automático de las presiones sobre el rodillo de aceite.

En cuanto a la altura de la probeta, va disminuyendo de forma constante durante el ensayo debido a la compactación sufrida a causa de las cargas aplicadas, y se registra automáticamente en un registrador electrónico, conjuntamente con la temperatura de ensayo, cuya perspectiva se ofrece en la fotografía 6.

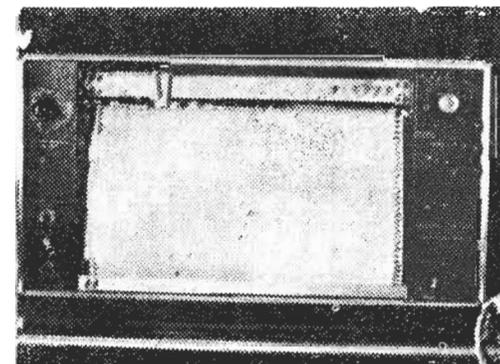


Foto 6. Registrador electrónico de la altura de la probeta y de la temperatura de ensayo.

Un tercer parámetro que resulta asimismo de gran utilidad para evaluar el comportamiento de la mezcla ensayada es la densificación de la misma. Mediante la variación de altura de la probeta, es posible conocer la densificación sufrida, o bien la velocidad de densificación, o bien la pérdida de huecos en mezcla, parámetro fundamental para explicar la respuesta reológica de la mezcla ante las cargas externas.

Por último, en cuanto a la temperatura de ensayo, se suelen emplear los valores máximos que se alcanzan en época estival en la zona donde, formando parte del firme, se va a encontrar ubicada la mezcla en estudio.

**5. LA ESTABILIDAD GIRATORIA, EL ÁNGULO Y LA VELOCIDAD DE DENSIFICACIÓN COMO CRITERIOS PARA VALORAR EL COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA FRENTE A LAS DEFORMACIONES PLÁSTICAS**

Una vez descrito el ensayo y los principales índices que se obtienen se realiza en el presente apartado un breve análisis de los mismos, con objeto de ver su importancia y su aplicación al proyecto de mezclas bituminosas.

Anteriormente se ha mencionado que el girograma (registro de ángulos giratorios) era un índice de la resistencia a la deformación plástica, mientras que la estabilidad giratoria expresaba la resistencia al esfuerzo cortante. Hay que añadir que conviene analizar ambos parámetros de manera simultánea, ya que, en general, al crecer el ángulo giratorio cae la estabilidad, indicando, como es lógico, que existe una correlación entre ambos índices.

Se sometió a ensayo una mezcla tipo S-12, previamente compactada mediante el procedimiento Marshall.

Las características del ensayo de fatiga en Máquina Giratoria fueron las siguientes:

- Ángulo giratorio inicial, 1 grado.
- Presión de fatiga, 14  $Kp/cm^2$ .
- Temperatura de ensayo, 50, 60 y 70 °C.
- Rodillo superior de aceite.

El contenido óptimo de ligante, obtenido según el criterio del Instituto del Asfalto, suficientemente conocido, resultó ser del 5,3 por ciento sobre peso de áridos.

En las figuras 3 a 7 se registra, para los porcentajes de ligante y temperaturas de ensayo que se indican, la evolución de la estabilidad giratoria durante el ensayo. Observando las curvas en conjunto es posible diferenciar tres tipos que son los siguientes:

1. Corresponden a este tipo aquellas mezclas en las que la estabilidad giratoria crece muy lentamente o bien es constante a lo largo del ensayo. La figura 3 es un ejemplo, observándose un débil crecimiento de  $S_G$ .

Tales curvas son representativas de mezclas con bajo contenido de ligante, resistiendo los esfuerzos cortantes por rozamiento interno, mientras que la cohesión de la mezcla juega un papel secundario. Esta idea explica la escasa influencia de la temperatura, al ser independiente

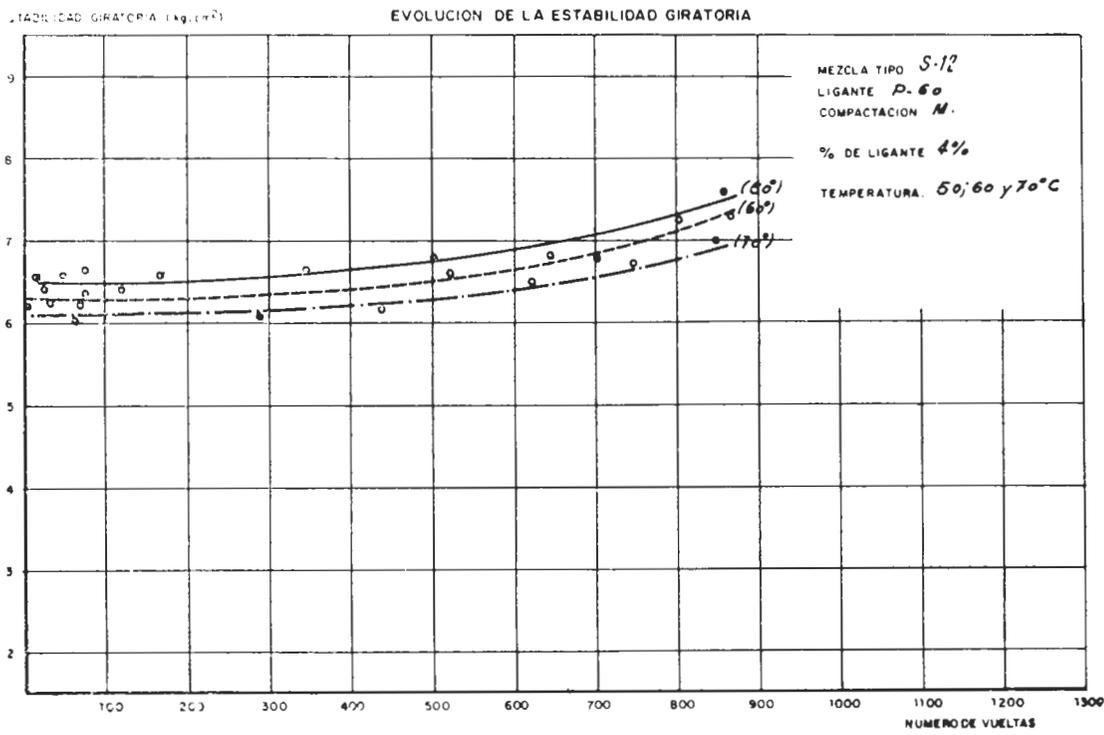


Figura 3

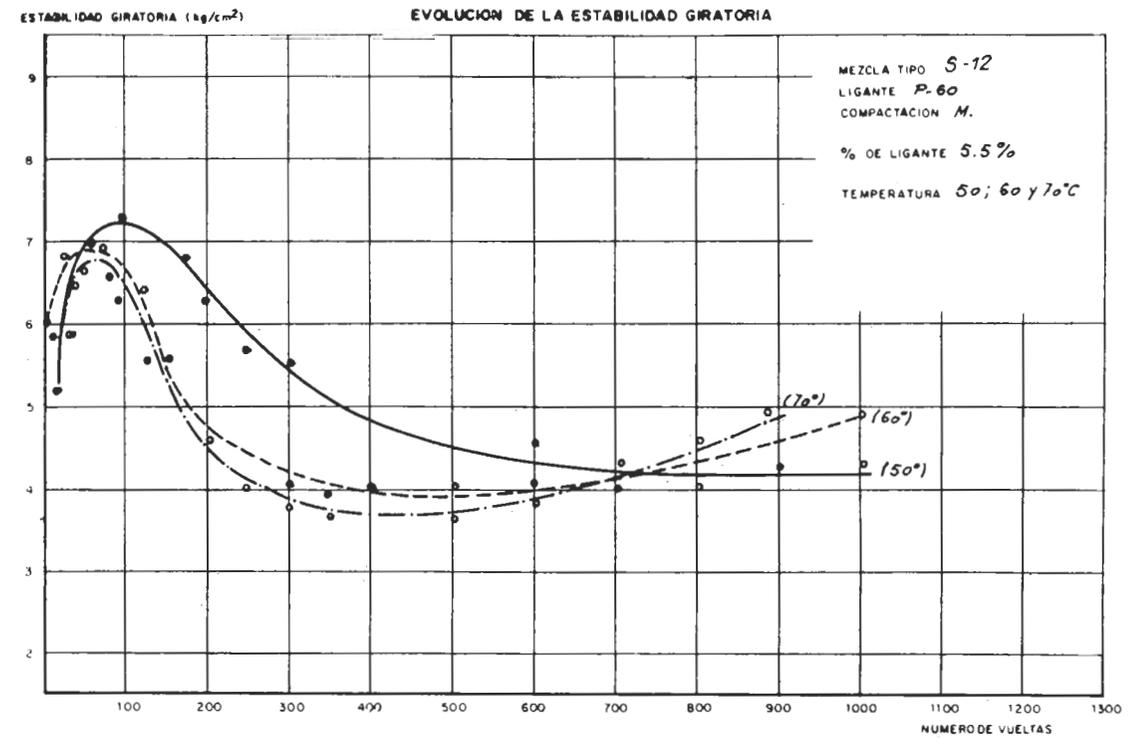


Figura 5

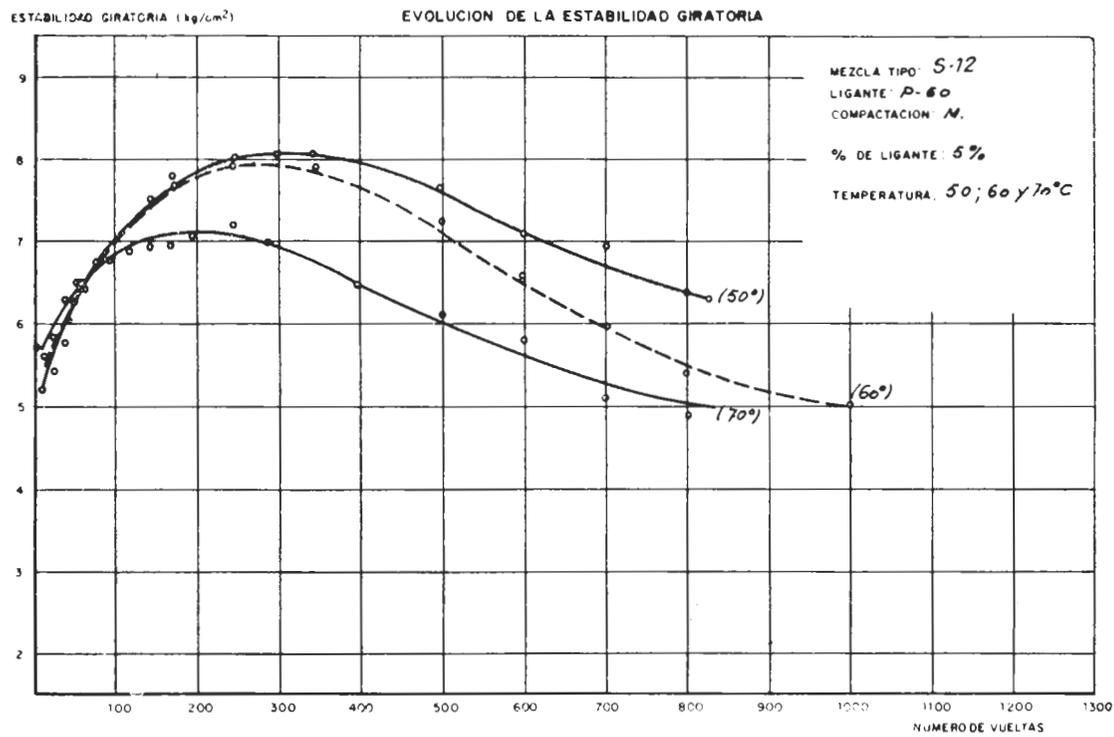


Figura 4

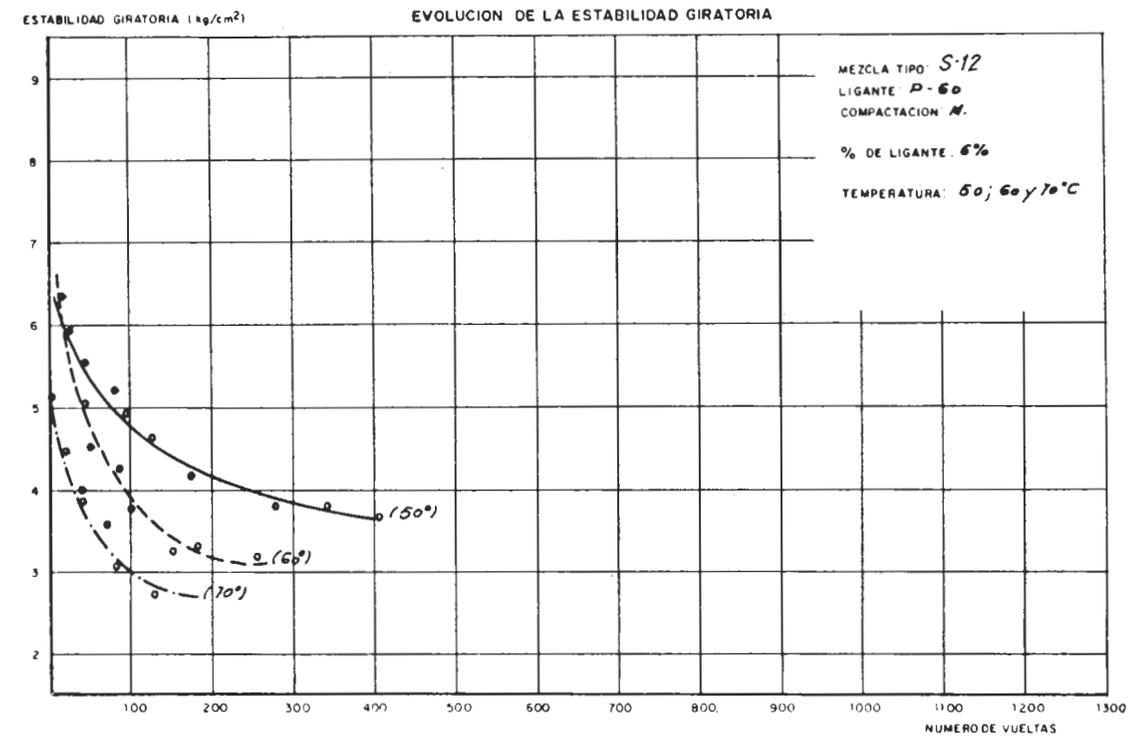


Figura 6

el rozamiento interno de la temperatura de ensayo.

2. Un segundo tipo de curvas, de las que son representativas las indicadas en las figuras 4 y 5, son típicas de mezclas con contenidos medios de ligante.

Durante el proceso de fatiga se presenta un crecimiento inicial de la estabilidad giratoria, alcanzando un máximo y decreciendo posteriormente. Cuando más alto es el contenido de ligante, dentro del intervalo de porcentajes medios que estamos considerando, antes se presenta el valor máximo de la estabilidad giratoria al que hemos hecho referencia. Este hecho puede observarse en las figuras 4 y 5, correspondiendo a porcentajes de ligante del 5 y 5,5 por ciento, respectivamente.

3. Por último, el tercer tipo de curvas corresponde a mezclas dosificadas con contenidos excesivos de ligante. El aspecto de tales curvas se indica en las figuras 6 y 7, en las que se observa que la estabilidad giratoria decrece rápidamente desde el comienzo del ensayo, siendo la velocidad de caída tanto mayor cuanto más elevado es el contenido de ligante en mezcla, o bien, para un determinado porcentaje de ligante cuanto más alta es la temperatura de ensayo.

La explicación de estos hechos es clara: Debido al excesivo contenido de ligante, el rozamiento intergranular es débil, por el efecto lubricante del betún; por otra parte también es débil la cohesión, debido a las altas temperaturas de ensayo. Por consiguiente, la falta de cohesión y de rozamiento interno impiden que la mezcla pueda resistir los esfuerzos tangenciales a que es sometida durante el ensayo.

En las figuras 8 a 12 puede verse la evolución del ángulo giratorio durante el proceso de fatiga.

Si se comparan las figuras 8 y 9 se deduce que un aumento del porcentaje de ligante de tan solo un 1 por ciento da lugar a un fuerte incremento del ángulo giratorio. Análoga conclusión se obtiene comparando las figuras 9 y 10.

En la figura 9 se observa la escasa influencia de la temperatura de ensayo sobre el ángulo giratorio, lo cual demuestra que la mezcla trabaja casi exclusivamente por rozamiento interno. Se aprecia claramente el efecto lubricante del ligante para contenidos del 5 por ciento y superiores, así como la influencia de la temperatura de ensayo.

En la figura 10 puede observarse el fenómeno de fluencia (over-plasticity) para un contenido de ligantes en mezcla del 5,5 por ciento y temperaturas superiores a 60°C. Este fenómeno se registra en el girograma cuando, después de un incremento

de la anchura del mismo, llega un momento en que la banda empieza a contraerse, es decir, el ángulo giratorio alcanza un máximo durante el proceso, decreciendo posteriormente.

Como se mencionó anteriormente, conviene analizar la relación existente entre los índices giratorios. Un hecho interesante consiste en determinar los valores del ángulo giratorio y del porcentaje de huecos en mezcla cuando se alcanza la máxima estabilidad giratoria, esto es, la máxima resistencia a los esfuerzos cortantes. Las relaciones encontradas para el tipo de mezcla analizado se resumen en el cuadro 1.

CUADRO 1

**PORCENTAJE DE HUECOS EN MEZCLA Y ÁNGULO GIRATORIO EN EL MOMENTO EN QUE SE PRODUCE LA MÁXIMA ESTABILIDAD GIRATORIA**

Porcentaje de ligante	Ángulo giratorio	Huecos en mezcla (%)		
		50 °C	60 °C	70 °C
4,5	1º 30'	2,1 %	1,9 %	1,5 %
5,0	1º 27'	1,9 %	1,9 %	1,5 %
5,5	1º 33'	1,4 %	1,3 %	1,2 %
5,75	1º 34'	1,2 %	1,2 %	1,1 %

A partir de los resultados expuestos en el cuadro 1 se deduce una importante conclusión: La estabilidad giratoria es máxima para valores del ángulo giratorio próximos a 1º 30', momento en el cual los huecos en mezcla están comprendidos entre el 1 y el 2 por ciento. Ello quiere decir que puede ser peligroso proyectar mezclas con porcentajes de huecos próximos al 3 por ciento, límite inferior de la especificación española para mezclas que formen la capa de rodadura. Este espíritu ha sido recogido por la Instrucción Española de Carreteras, Norma 6.1. 1C, recomendando valores de alrededor del 4 por ciento, e incluso superiores (4,5 - 5 por ciento), en pavimentos sometidos a alta temperatura.

Por su importancia se vuelve a recalcar que la elección de unas determinadas características de la mezcla debe efectuarse en base a numerosas consideraciones, pero sin olvidar nunca los factores ambientales (pluviometría, nivel térmico, orografía, etc.). Recordamos que, en base a los criterios del Instituto del Asfalto, el contenido óptimo de ligante para la mezcla en estudio era del 5,3 por ciento. Con este valor, los resultados de los ensayos de fatiga en Máquina Giratoria indican la posibilidad de deformaciones plásticas, debiendo rebajarse el porcentaje de ligante a valores inferiores al 5 por ciento. Se demuestra así la estimable ayuda proporciona-

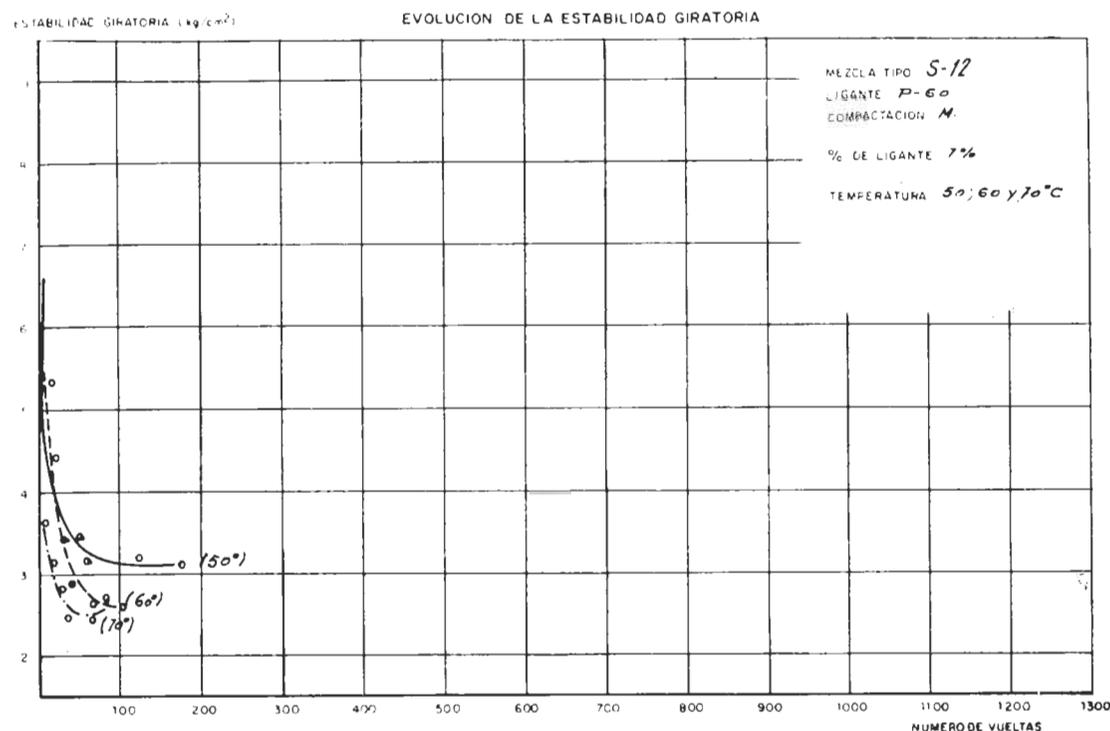


Figura 7

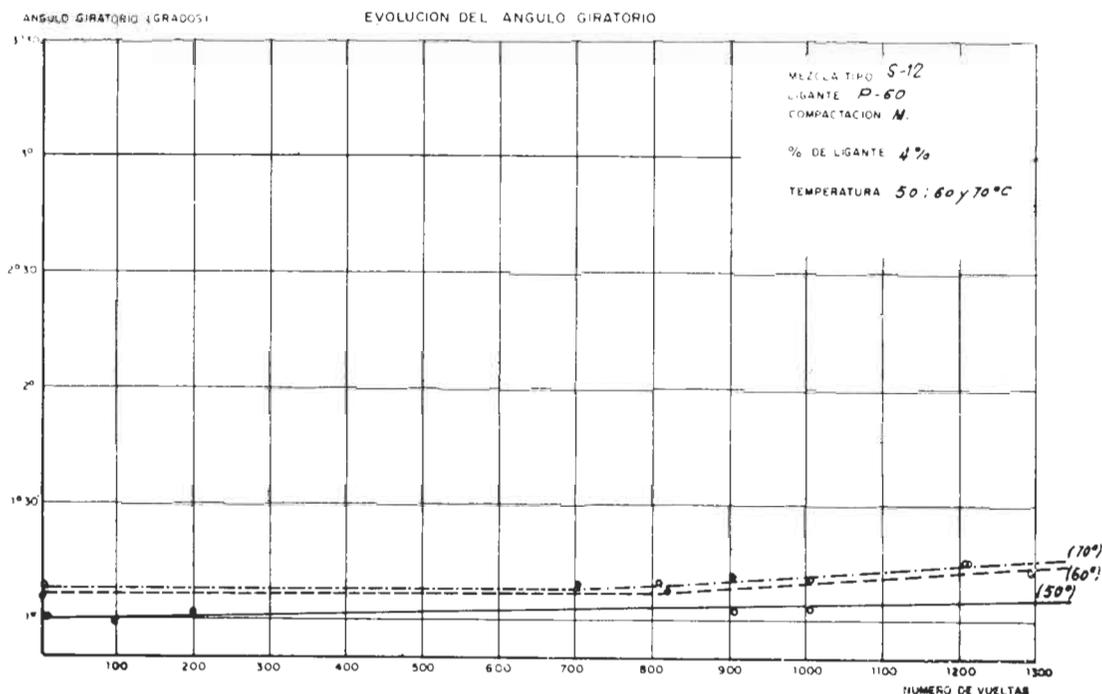


Figura 8

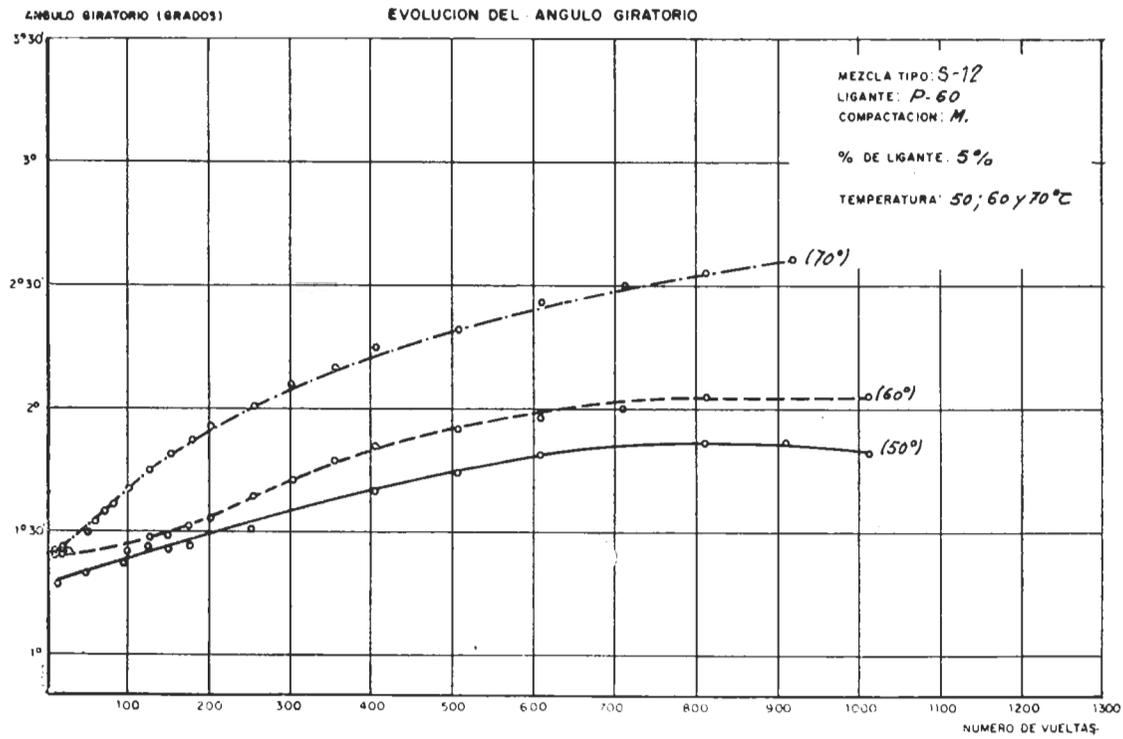


Figura 9

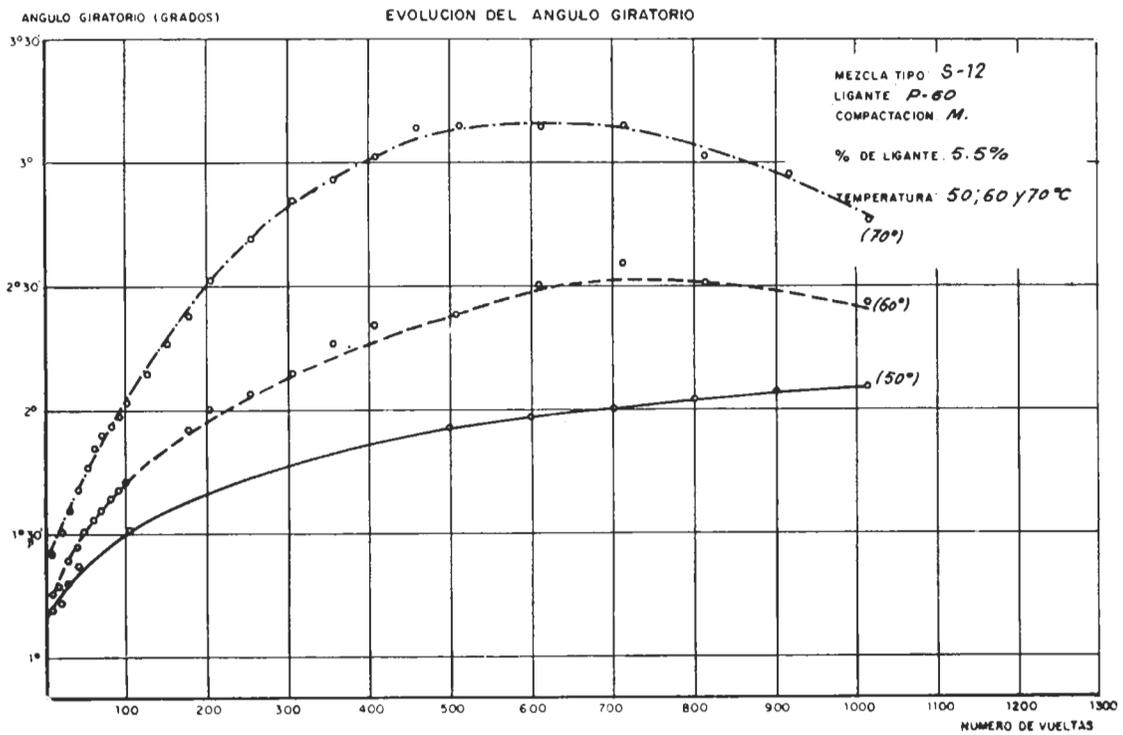


Figura 10

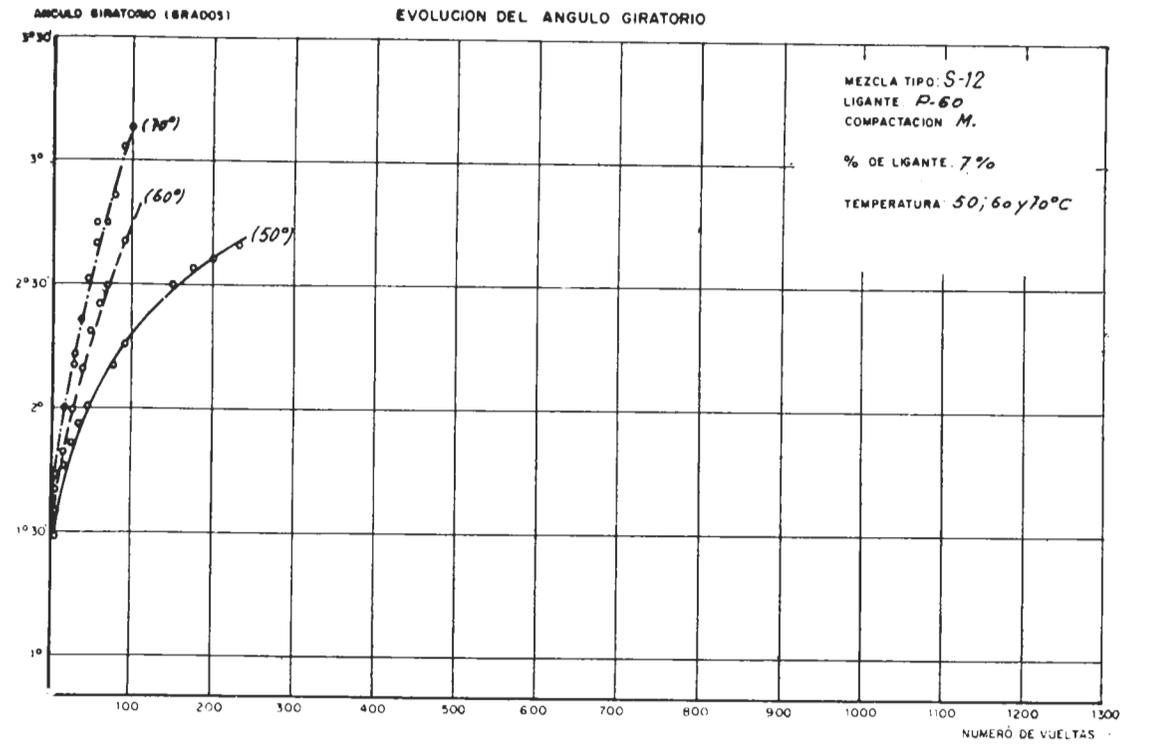


Figura 11

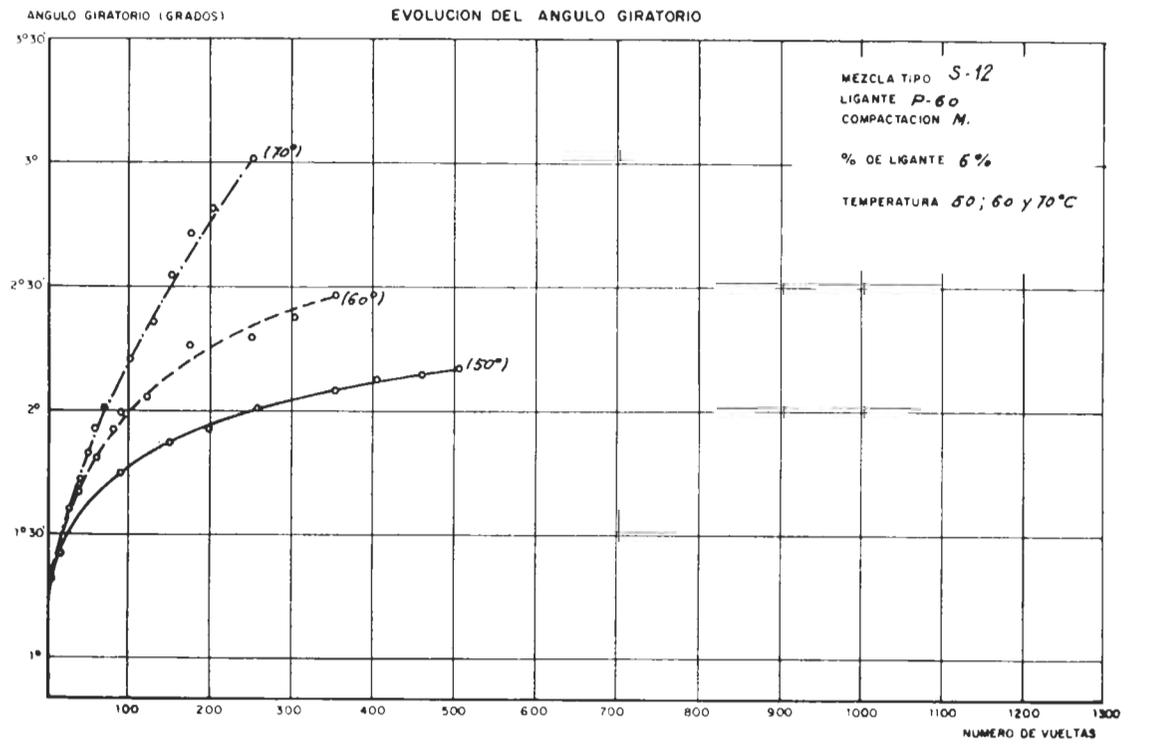


Figura 12

da por la Máquina Giratoria en la elección del contenido de ligante más adecuado.

## 6. LA DEGRADACIÓN DEL ESQUELETO MINERAL

Durante el ensayo a fatiga se produce degradación del árido, lo que se traduce en un aumento del porcentaje de finos, motivado por el rozamiento entre las partículas minerales.

En el cuadro 2 se expresan las granulometrías resultantes después del ensayo de fatiga.

CUADRO 2

### DEGRADACIÓN ORIGINADA DURANTE EL ENSAYO A FATIGA (MÁQUINA GIRATORIA) PORCENTAJE DE ÁRIDO, EN PESO, CERNIDO

% de ligante	Tamiz ASTM									
	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 16	Nº 30	Nº 50	Nº 100	Nº 200
4 %	100	89,3	80,8	61,2	44,3	35	26,2	22,6	16,8	11
5 %	100	88,8	80,9	60,7	43	34,6	25,1	22,3	15,9	10,4
6 %	100	90	80,1	61	43,2	34,1	24,2	20,3	13,7	9
7 %	100	88,9	81	60,7	43	33,8	24,2	20	13,2	8,3
Granulometría Original	100	90	80	60	42,5	33	23,5	18	12	7

De dicho cuadro pueden deducirse las siguientes consideraciones:

- La granulometría original no se modifica apenas en los tamaños comprendidos entre los tamices 3/4" y Nº 8.
- Desde el Nº 16 al 200 se observa un incremento importante en la cantidad de árido. Es decir, se produce árido fino durante el proceso.
- El porcentaje de filler aumenta considerablemente.

Debe observarse que la curva granulométrica inicial se modifica, en su fracción fina, tanto más cuanto menor es el contenido de ligante.

Se deduce, por consiguiente, que el efecto de amasado comunicado a la mezcla durante el proceso de ensayo origina un rozamiento entre las partículas del árido. Como consecuencia de ello algunos áridos gruesos se parten, pero en escasa proporción, como lo indica la pequeña alteración granulométrica entre los tamices 3/4" y Nº 8. Sin embargo, el incremento importante del contenido de finos obliga a pensar que el roce entre los áridos origina el redondeo de los mismos, la rotura de esquinas y aristas, etc.

Dicho fenómeno sucede con más intensidad para contenidos escasos de ligante; para porcentajes altos, el espesor de la película de ligante atenúa la degradación.

## 7. CAMPO DE POSIBILIDADES Y VENTAJAS DEL EMPLEO DE LA MÁQUINA GIRATORIA

Vamos a terminar este capítulo indicando brevemente las amplias posibilidades de estudio que presenta la Máquina Giratoria.

- Puede emplearse como método de compactación de laboratorio para materiales granulares, suelos o materiales bituminosos.
- Indica directamente el fenómeno de exceso de plasticidad que ocurre en materiales gra-

nulares plásticos, tales como suelos o mezclas bituminosas, cuando los huecos del esqueleto empiezan a rellenarse en exceso, debido a una alta densificación o a un porcentaje elevado del material, con que se rellenan dichos huecos (ejemplo: agua en suelos o ligante en mezclas asfálticas).

- Se ha demostrado que las muestras compactadas mediante un proceso de presión y amasado están sometidas a un estado tenso —deformacional análogo al producido por las cargas de los vehículos pesados.
- La Máquina Giratoria, utilizada para evaluar las propiedades plásticas de las mezclas asfálticas, permite detectar los contenidos críticos de ligante. Asimismo se pueden detectar granulometrías críticas.
- Permite, mediante el análisis de diagramas tipo Mohr, obtener valores de cohesión y rozamiento interno del material.
- Puede emplearse para estudiar la evolución que se produce en la resistencia a la abrasión y degradación del esqueleto mineral al emplear diferentes valores de carga, o bien para el estudio de la evolución de dicha resistencia en función del tiempo de actuación de la carga.
- De todo lo anterior se deduce la posibilidad de empleo como método de proyecto de mez-

clas (determinación de granulometría y óptimo de betún) e de suelos (determinación de la humedad óptima y densidad).

### BIBLIOGRAFÍA

- BUSCHING, H. W. "Stability Relationships of Gyratory Compacted Bituminous Mixtures". M. S. Thesis, Purdue University, June 1963.
- CORPS OF ENGINEERS. "Development of the Gyratory Testing Machine as a procedure for testing bituminous paving mixtures". Technical Report nº 3-595.
- KALLAS, B. F. "Gyratory testing machine procedures for selecting the design asphalt content of paving mixtures". A. A. P. T., volume, 33.
- MCRAE, J. L. "Gyratory Testing Machine Technical Manual". E. D. C. O. Vicksburg, Mississippi.
- MOUTIER, F. "La presse a cisaillement giratoire". Bulletin de Liaison, nº 68.

- OLIVARES, J. L. "Estudio de la aplicación de la Máquina Giratoria de Ensayo para el estudio de las mezclas bituminosas". Laboratorio del Transporte, 1975.
- POTTS, C. F. "The simulation of traffic with the Gyratory Testing Machine". M. S. Thesis. West Virginia University, 1967.
- VIGUERAS, J. F. "Estudio del comportamiento reológico de mezclas bituminosas mediante la Máquina Giratoria de Ensayo". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. E. T. S. I. C. C. P., año 1976.
- VIGUERAS, J. F. y OLIVARES, J. "Estudio de las mezclas bituminosas por medio de la Máquina Giratoria de Ensayo". Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo, Documento Nº 1 (1976) y Documento Nº 2 (1977).
- VIGUERAS, J. F. "La Máquina Giratoria de Ensayo. Su aplicación a la compactación de mezclas bituminosas en laboratorio". Boletín de Información, Nº 126. Laboratorio del Transporte y Mecánica del suelo.

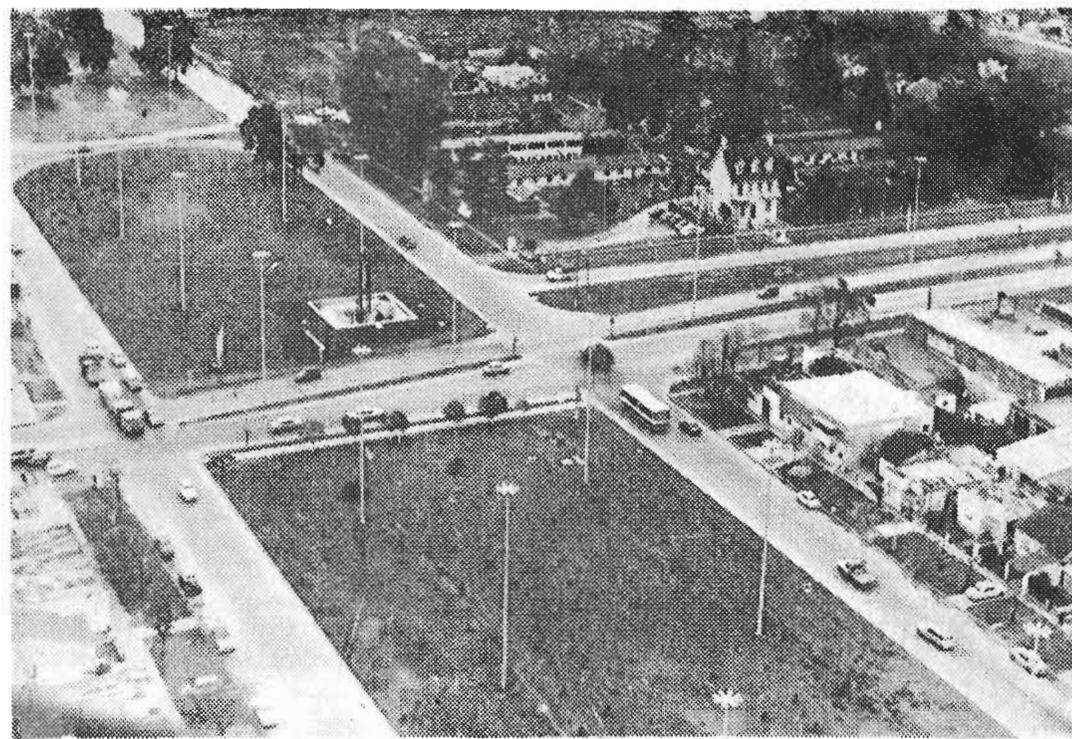
# Conmemoración del Día del Camino 1979

1925  
5 de Octubre  
1979

En conmemoración del Día Mundial del Camino, instituido hace 54 años en Buenos Aires durante la realización del Primer Congreso Panamericano de Carreteras, y en atención al cual nuestra Nación adhirió en 1928, los argentinos, y en especial el "hombre vial", celebramos jubilosos la importante fecha, con hechos cristalizados en inauguraciones camineras, recordaciones emocionales y reuniones de camaradería.

En particular la Provincia de Buenos Aires, con felices realizaciones puestas en marcha durante todo el año, tuvo, asimismo, un significativo lugar para agregar nuevas obras puestas al servicio público con motivo del Día del Camino 1979. Un amplio programa se desarrolló entre los días 1º y 5 de octubre, en los cuales se incorporaron rutas en distintas zonas bonaerenses que se suman a las vigentes para bien de la comunidad argentina, beneficiando directamente y en primer lugar a los transportes y a la economía del país.

En prieta síntesis digamos que las obras inauguradas corresponden a 71 kilómetros de camino pavimentado en el segundo tramo de la Ruta Provincial 51, desde la Ruta 76 hasta la ciudad de Coronel Pringles; la habilitación de las amplias avenidas 32 y 532 de la ciudad de La Plata, que son parte del camino de circunvalación de la Capital Bonaerense, desde la calle 1 hasta la calle 27, con lo que se entrega al usuario un pavimento de 6 trochas, tres en cada sentido de circulación, separadas por un parque, pavimento que reemplaza a las ya obsoletas dos trochas, una para cada sentido, sin capacidad para los innumerables automotores, especialmente camiones, que la utilizaban; la inauguración de la ruta interprovincial 70 y 9, en Buenos Aires y La Pampa, con 38 kilómetros y 20 kilómetros de pavimentos respectivamente, en cada provincia; y otras.



Las avenidas 32 y 532, que forman parte del camino de circunvalación a la ciudad de La Plata, con sus flamantes 6 trochas, tres en cada sentido, vistas en el cruce con la calle 13.

## PROGRAMA DE LOS ACTOS

### DIA 1º DE OCTUBRE

- 11.00 hs. - Celebración de la Santa Misa en memoria de los agentes viales fallecidos, a realizarse en la Basílica del Sagrado Corazón de Jesús, calles 58 y 9.
- 13.30 hs. - Almuerzo de camaradería del personal de la Dirección de Vialidad a llevarse a cabo en Estancia Chica.

### DIA 2 DE OCTUBRE

- Inauguración del Camino Coronel Pringles - Líbano.
- 10.20 hs. - Arribo de autoridades al aeródromo de Coronel Pringles.
- 10.30 hs. - Reunión de trabajo en el Palacio Municipal de Cnel. Pringles.
- 11.00 hs. - Traslado al palco ubicado en la progresiva 0 - Camino Pringles - Líbano.
- 11.10 hs. - Apertura del acto con los acordes del Himno Nacional Argentino.
  - Palabras del señor Intendente de Coronel Pringles y del señor Administrador General de Vialidad.
  - Bendición de las obras.
  - Corte de cintas.



El Administrador General de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires se dirige a los asistentes en la inauguración de la ruta 70, llevada a cabo el 5 de octubre de 1979, Día del Camino.

#### DIA 4 DE OCTUBRE

Inauguración de las obras realizadas en la calle 32 de 1 a 26, de la ciudad de La Plata.

11.00 hs. - Concentración de autoridades en la intersección de las calle 7 y 32.

- Apertura del acto con los acordes del Himno Nacional Argentino.

- Palabras alusivas del señor Administrador General de Vialidad, ingeniero Roberto M. Agüero Olmos.

- Bendición de las obras.

#### ACTO CENTRAL "DIA DEL CAMINO"

#### DIA 5 DE OCTUBRE

10.00 hs. - Arribo al aeródromo de General Pico, del señor Gobernador de la Provincia de Buenos Aires, general de brigada don Ibérico Saint Jean y comitiva oficial.



Momento en que se bendicen las obras de ampliación de las avenidas 32 y 532 de La Plata, el 4 de octubre de 1979.

- Recepción por parte del señor Gobernador de La Pampa, general de brigada, Julio C. Etchegoyen, y comitiva oficial, autoridades y público en general.

10.20 hs. - Partida desde el aeródromo, en caravana, hasta la intersección de las rutas 143 y 9 y por esta última hasta González Moreno.

10.45 hs. - Arribo de los mandatarios provinciales al límite de ambas provincias.

- Serán recibidos por los administradores de Vialidad de Buenos Aires y La Pampa e intendentes zonales.

- Rendición de honores y Revista de efectivos militares.

- Ubicación de autoridades en el palco.

- Himno Nacional Argentino.

- Palabras de los señores Administradores de Vialidad.

- Bendición.

- Descubrimiento de un monolito.

11.30 hs. - Traslado de los señores Gobernadores y comitivas oficiales hasta la municipalidad de Rivadavia.

11.50 hs. - Arribo de autoridades al Palacio Municipal de Rivadavia.

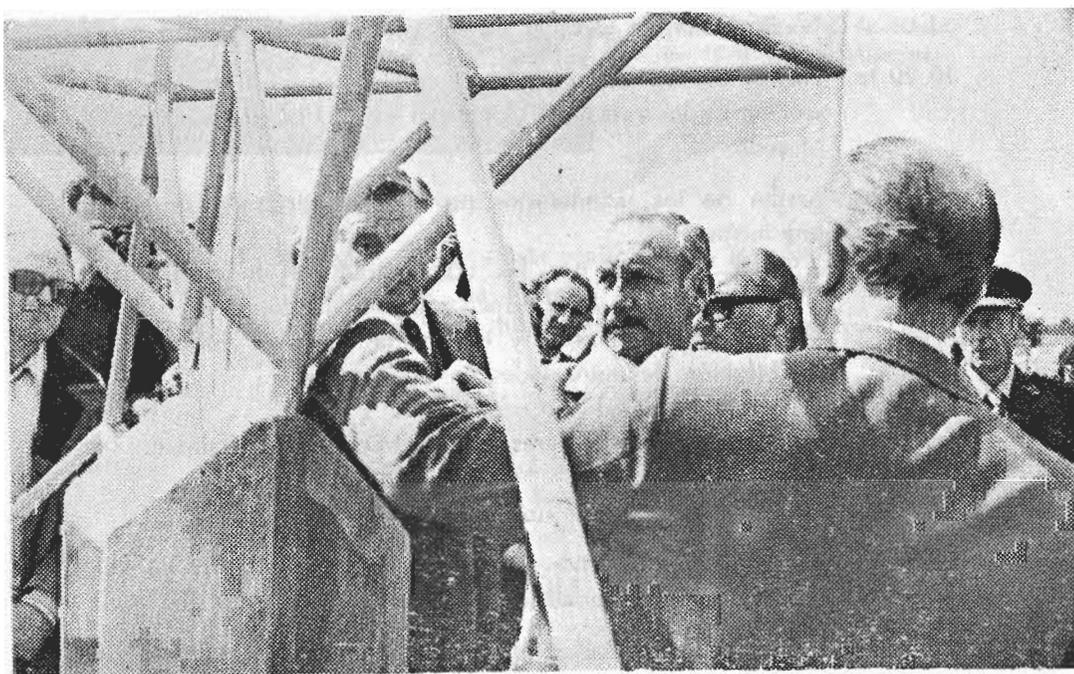
- Recepción, por parte de funcionarios comunales.

- Reunión de Gobernadores.

- Conferencia de prensa.



El gobernador de La Pampa, general (R.E.) Julio César Etchegoyen, el gobernador de la provincia de Buenos Aires, general (R.E.) Ibérico Saint Jean, el administrador de Vialidad de Buenos Aires, Ing. Roberto M. Agüero Olmos y altas autoridades inauguran las obras de la ruta interprovincial 9 y 70, en General Pico, La Pampa, el Día del Camino 1979.



Descubrimiento del monolito en el límite Buenos Aires - La Pampa, con motivo de la inauguración de obras camineras de enlace.

## DESARROLLO DEL PROGRAMA

### DÍA 1º DE OCTUBRE

#### MISA EN LA BASÍLICA - REUNIÓN DE CAMARADERÍA

Los actos celebratorios dieron comienzo el 1º de octubre con el oficio de la Santa Misa, que tuvo lugar a las 11 horas en La Plata, en la Basílica del Sagrado Corazón de Jesús, cuyo fin fue recordar a los agentes viales fallecidos y dar gracias por la feliz consecución de tantas importantes obras camineras. A la misma asistieron las autoridades provinciales, viales, personal, familiares, amigos y compañeros de los servidores desaparecidos.

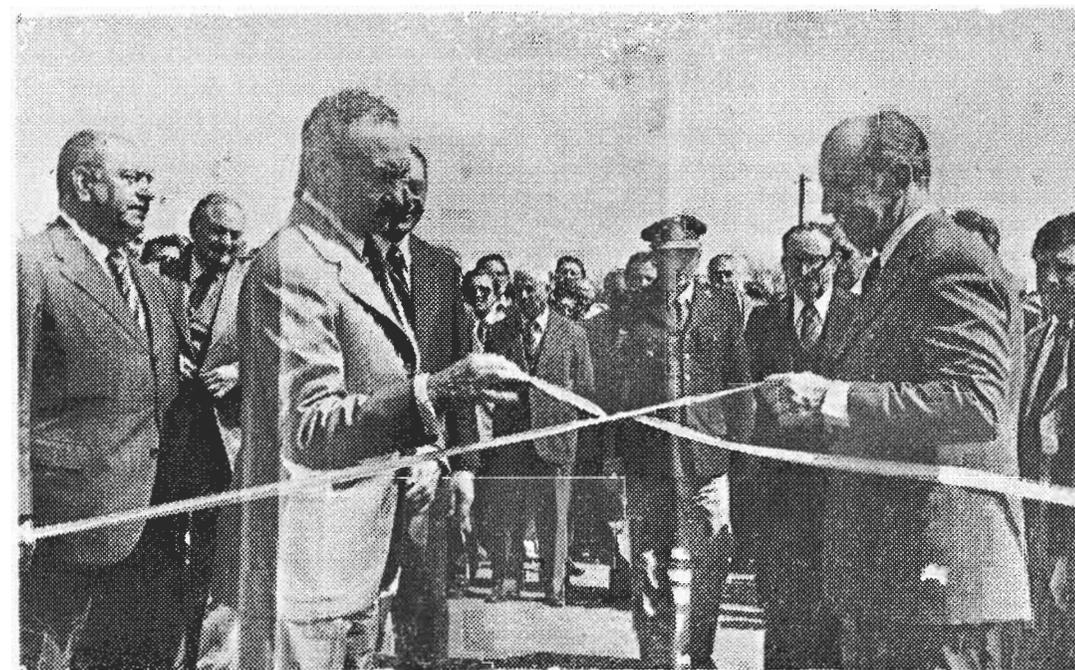
A las 13 en una reunión de camaradería que tuvo lugar en Estancia Chica, en Abasto, se llevó a cabo un almuerzo del que participaron la casi totalidad de los agentes de Vialidad.

### DÍA 2 DE OCTUBRE

#### INAUGURACIÓN EN LA RUTA 51

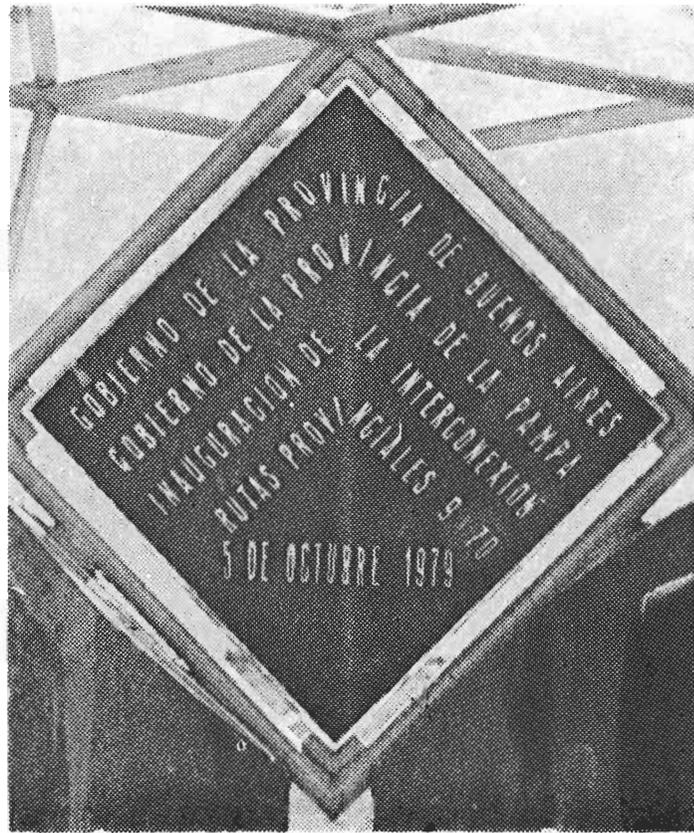
En esta jornada, que transcurrió en la localidad de Libanc, partido de General Lamadrid, y fue presidida por el señor Ministro de Obras Públicas de la provincia, Ing. Pablo Gorostiaga y altos funcionarios del M.O.P., de la D.V.B.A. y comunales, se procedió a la inauguración del segundo tramo de la Ruta Provincial 51 que une la Ruta Provincial 76 con Coronel Pringles, con una extensión de 71 kilómetros pavimentados.

En la oportunidad usó de la palabra el Intendente Municipal de Coronel Pringles para referirse a la importancia de la obra, y luego lo hizo el Administrador General de Vialidad, Ing. Roberto Marcos Agüero Olmos para subrayar que el camino librado al tránsito beneficiará al movimiento vehicular en general, pero en particular al tránsito pesado por tratarse de una rica zona agrícola de gran producción.



Los gobernadores de La Pampa y de Buenos Aires y otras altas autoridades cortan la cinta que habilita al tránsito las obras de la ruta provincial 70, en González Moreno.

Placa del monolito erigido en el límite de las provincias de La Pampa y Buenos Aires, Rutas 9 y 70



#### DÍA 4 DE OCTUBRE

##### INAUGURACIÓN EN LA PLATA

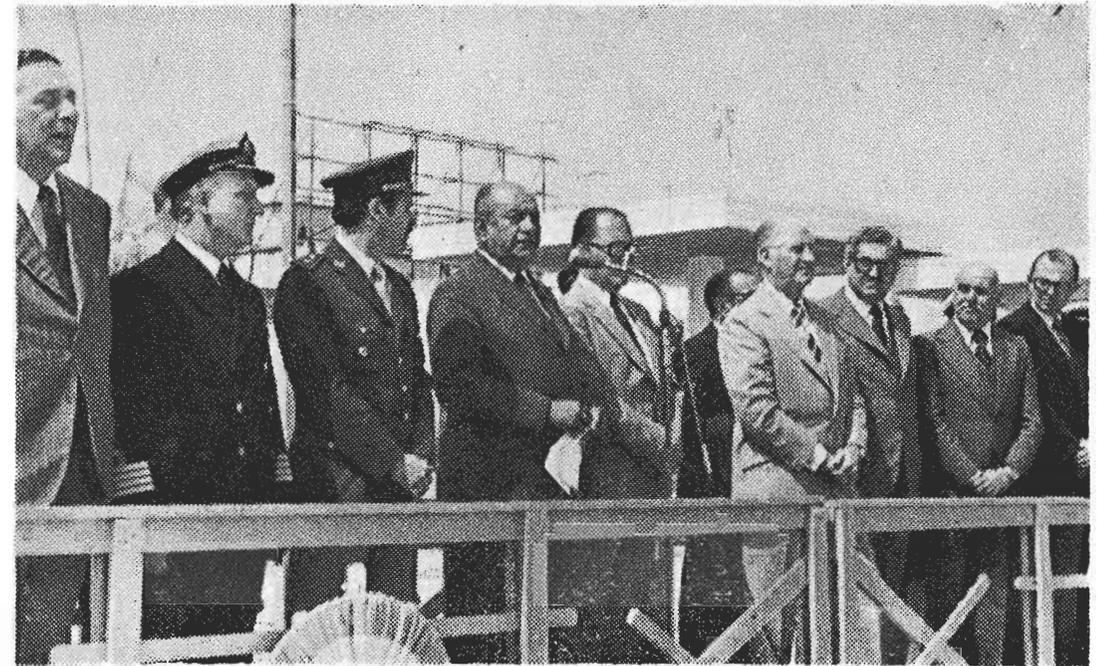
El 4 de octubre se inauguraron las pavimentaciones de las dos franjas, de tres trochas cada una, de la avenida 32 y 532, desde la calle 1 a la calle 27, del camino de circunvalación de la ciudad de La Plata. Se trata de una obra en zona urbana, de vías de acceso y vinculación, que se desarrolla junto a un parque divisorio, donde hasta hace poco se daba el caso irritativo de un camino de una trocha en cada sentido de circulación, contrastando con las calles aledañas que tienen mayor ancho y un solo sentido del tránsito.

El acto contó con la concurrencia masiva de autoridades y público, y en el mismo dirigió la palabra a los asistentes el señor Administrador General de Vialidad, Ing. Roberto M. Agüero Olmos, quien expresó:

*La obra que hoy se inaugura forma parte del plan de obras de infraestructura vial en zona urbana que encara esta Dirección de Vialidad.*

*Se trata de vías de acceso, vinculación y circunvalación, que por el tipo de intensidad de tránsito que reciben trascienden la obra vecinal y son encaradas por la Provincia, algunas veces mediante convenios con los municipios.*

*En el presente caso, que conforma una sección de la Avenida de Circunvalación de La Plata, es parte de la Ruta 13 que vincula la Ruta Provincial 15 con la Ruta Nacional 2.*



Procediendo a la inauguración de las obras de la avenida de circunvalación y acceso a La Plata, calles 32 y 532 desde la calle 1 hasta la calle 27, pronuncia palabras alusivas el señor Administrador de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, Ing. Roberto Marcos Agüero Olmos.

*El pavimento existente en este tramo, de sólo 6 m de ancho y en mal estado de conservación, resultaba completamente insuficiente para absorber el intenso tránsito que desde las zonas industriales de Berisso y Ensenada, convergen hacia la Ruta Provincial 14 y Ruta Nacional 2.*

*Ello trae como inconveniente, demoras en el tránsito, aumento en el costo del transporte, circunstancias estas que redundan en perjuicio de los usuarios.*

*Con la obra que hoy se habilita se dispondrá de 6 trochas en reemplazo de las 2 existentes; 3 de ellas por la calle 32 para circular en sentido oeste-este y las otras 3 en sentido contrario por la calle 532.*

*Asimismo, al construirse la calzada con cordones, se eliminan las zanjas de desagües, saneándose de esta manera una zona densamente poblada y librando al uso público la zona de parque ubicada entre ambas calles.*

*La obra que se inaugura ha demandado la ejecución de 80.000 metros cuadrados de pavimento con una inversión total de 4.000 millones de pesos.*

*Esta obra se ha de completar con la repavimentación del boulevard 83 y la pavimentación de la calle 32 desde la calle 1 hasta la diagonal 74 y el boulevard 120, respectivamente, efectivizando así el enlace con las rutas provinciales 11 y 15, solucionándose también los cruces ferroviarios de la línea La Plata - Constitución y Toluca - La Plata.*



Altas autoridades de la provincia de Buenos Aires, viales y municipales cortan la cinta simbólica para dejar librado al tránsito el pavimento de la calle 32 y 532 de La Plata.

*Se prevé, para el año 1979, licitar en el mes de diciembre el acceso al Aeropuerto por las calles 7, 90 y 13. Para enero del año 1980 la remodelación de la Ruta Nacional 215 o sea la calle 44, como también la Ruta Provincial 13, desde Arroyo "El gato" hasta la calle 143.*

*Durante los meses de marzo y abril de 1980 se licitarán los accesos a Gorina desde la Ruta Provincial 14 y los accesos complementarios al Camino Parque Centenario en Gonnet y Villa Elisa.*

*Para terminar sólo me resta decir que los que estamos en esta actividad vial deseamos que continúe el apoyo del gobierno provincial para satisfacer la infraestructura que la Provincia necesita, como así también no debo pasar por alto el agradecimiento de mi persona hacia todos aquéllos que han colaborado en la realización de nuestros planes de obras, tanto profesionales, técnicos, administrativos, obreros, y asimismo a las empresas constructoras.*

## DÍA 5 DE OCTUBRE

### ACTO CENTRAL DEL DÍA DEL CAMINO

#### INAUGURACIÓN EN LA RUTA PROVINCIAL 70

En este acto central, llevado a cabo en la ciudad de General Pico, de la provincia de La Pampa, en primer término, luego en el límite de esta provincia con la de Buenos Aires y por último en la ciudad de Rivadavia (Estación América), del Oeste bonaerense, se inauguraron 20 kilómetros de la Ruta 9 en el territorio de la provincia de La Pampa, un monolito en el límite interprovincial y 38 kilómetros de camino pavimentado en la Ruta Provincial 70, en nuestra provincia.

La comitiva que participó fue presidida por el Gobernador de la Provincia de Buenos Aires, general (R.E.) Ibérico Saint Jean, el Ministro de Obras Públicas, Ing. Pablo Gorostiaga, el Subsecretario de Obras Públicas, Agrim. Anacleto Maluéndez, el Administrador General de Vialidad, Ing. Roberto M. Agüero Olmos, el Subadministrador, coronel (R.E.) Osvaldo Godoy y altas autoridades, quienes fueron recibidos en General Pico por el Gobernador y funcionarios del gobierno pampeano y autoridades municipales.

Ambas comitivas y numeroso público se trasladaron a la intersección de las rutas 143 y 9, donde fue librado al tránsito el tramo pavimentado en La Pampa. En la oportunidad el Director de Vialidad de aquella provincia se refirió a dicha realización.

Posteriormente, en la localidad de Rivadavia, fueron inaugurados los 38 kilómetros de la ruta bonaerense 70, donde el Rev. Padre J. Soler bendijo las obras. En la oportunidad habló el Ing. Agüero Olmos refiriéndose especialmente a las futuras realizaciones camineras que tendrán lugar en aquellas zonas provinciales.

Luego de la recepción en el palacio municipal de Rivadavia, ofrecida por las autoridades comunales, tuvo lugar una reunión de gobernadores y una conferencia de prensa.

# Distribuidor de Tránsito Ingeniero Pedro Benoit

## En el Principal

### Acceso a la Ciudad de La Plata

Una obra de monumentales características, una solución ya imprescindible para un problema de tránsito, agravado permanentemente en el cruce de los caminos General Belgrano y Centenario y sus ramales para la calle 520 hacia Ensenada y Berisso y hasta la ruta provincial 11, la constituye la construcción del distribuidor de tránsito Ingeniero Pedro Benoit, llamado así con justicia en homenaje al pujante miembro del grupo profesional que cristalizó la idea de la fundación de La Plata, capital de la provincia de Buenos Aires, brazo fuerte a quien el fundador, doctor Dardo Rocha, encomendara el trazado de la nueva ciudad.

Entiéndase que al nombrar así a esta importante realización se recuerda también a los ingenieros, agrimensores, arquitectos y demás profesionales que actuaron en aquel histórico evento. Corroborando el aserto, los actos de la inauguración tuvieron lugar el 18 de noviembre del corriente en adhesión a la fecha del 97 aniversario, 19 - XI - 1979, de la fundación de la ciudad.

Con la concurrencia de las autoridades de los más elevados niveles y el valioso aporte de la ciudadanía en general, el acto, a pesar del descolorido estado del tiempo, se tradujo en una exitosa fiesta pocas veces vivida en este tipo de inauguraciones.

El ministro de Gobierno, doctor Gualberto Mostajo, en nombre del gobernador de la Provincia, general (R.E.) Ibérico Saint Jean, presidió la ceremonia, junto a la presencia de los ministros de Obras Públicas, ingeniero Pablo Gorostiaga; de Educación, general Ovidio J. Solari; de Economía, doctor Raúl P. Salaberrey y de Salud, coronel médico J. Kelmendi de Uztarán; del presidente de la Suprema Corte, doctor Carlos A. Renom; el arzobispo de La Plata, monseñor doctor Antonio J. Plaza; el intendente municipal, doctor



El palco oficial del acto de inauguración del acceso a La Plata durante el discurso del señor Ministro de Obras Públicas de la provincia de Buenos Aires, ingeniero Pablo R. Gorostiaga.

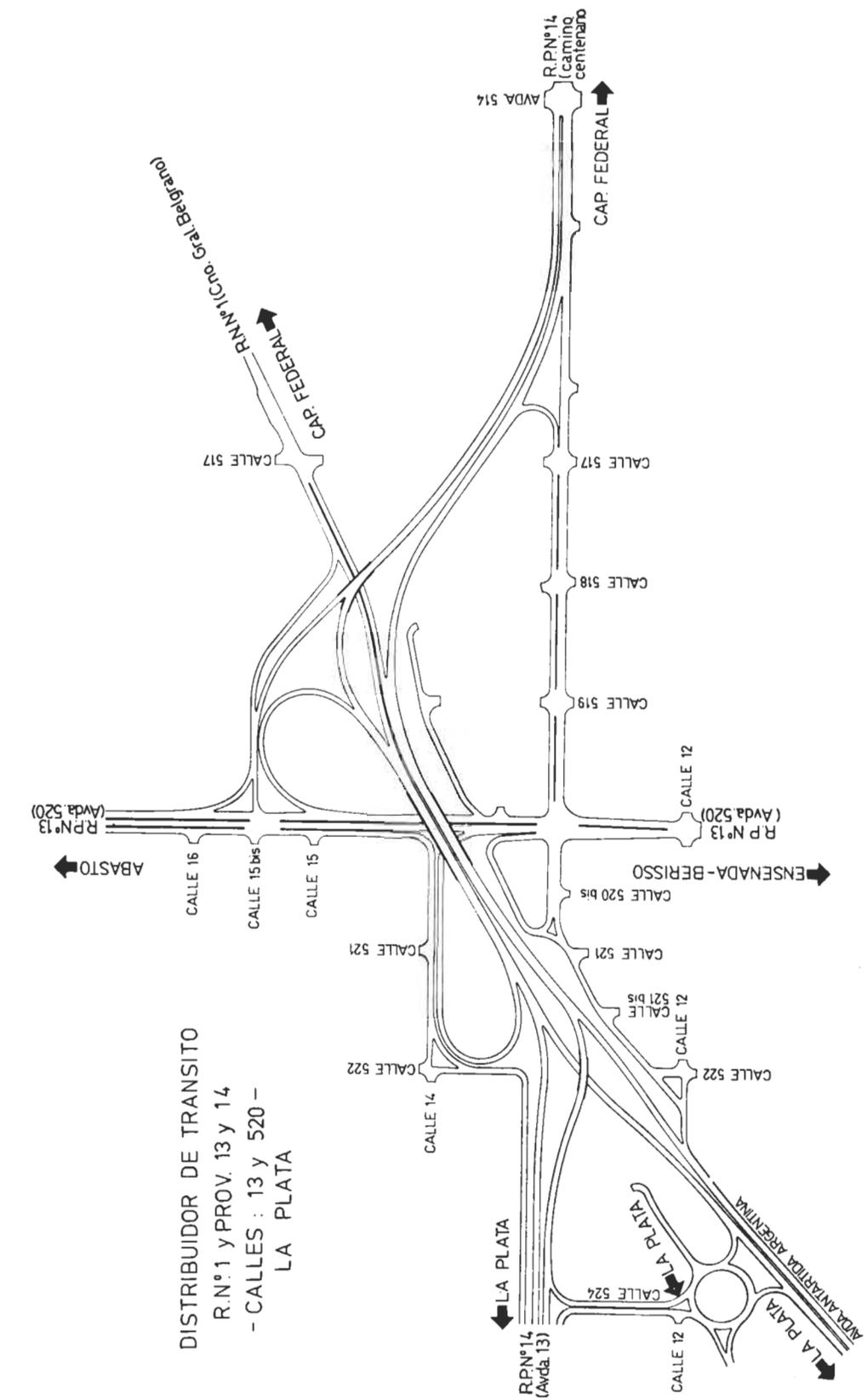
Alberto D. Tettamanti; el secretario general de la Gobernación, Dr. José A. Ordoqui; el secretario de Inteligencia, coronel Aldo Checchi; el secretario de Prensa y Difusión, Dr. Juan M. Torino; el comandante de la X Brigada de Infantería, general Juan Pablo Saa, el director de la Escuela Naval Militar, contraalmirante Alberto C. Barbich; el jefe de Policía bonaerense, general Pablo Riccheri; el rector de la Universidad Nacional de La Plata, Dr. Guillermo Gallo; las autoridades viales con la presencia del Administrador general de Vialidad, ingeniero Roberto M. Agüero Olmos; el subadministrador, coronel (R.E.) Osvaldo J. Godoy; el ingeniero jefe ingeniero Julio C. Astuti; directores, jefes y agentes viales y gran cantidad de público .

El acto dio comienzo con la ejecución del Himno Nacional Argentino que tuvo por actores a los músicos de la banda del Regimiento 7 de Infantería, "Coronel Conde".

Seguidamente se escuchó la palabra del ministro de Obras Públicas quien se refirió a la relevante obra, mencionando en primer término las causas de su bautismo con el nombre de Benoit, su relación con la urbe y la fundación; más adelante relacionó a la ciudad y sus accesos con el tránsito, y a la realización de la obra con respecto a su importancia y al tiempo de ejecución. Por último felicitó al titular de Vialidad ingeniero Agüero Olmos y a sus colaboradores por este feliz logro y anunció otras enjundiosas tareas viales inmediatas y futuras.

Terminado el discurso del ministro Gorostiaga, el arzobispo de La Plata, monseñor Plaza bendijo la obra y los ministros Mostajo y Gorostiaga, el Intendente Tettamanti y el Administrador general de Vialidad provincial Ing. Roberto Marcos Agüero Olmos, procedieron al tradicional corte de cintas para dejar habilitado el distribuidor. A renglón seguido los ministros Mostajo y Gorostiaga dejaron inaugurado el sistema de iluminación del complejo.

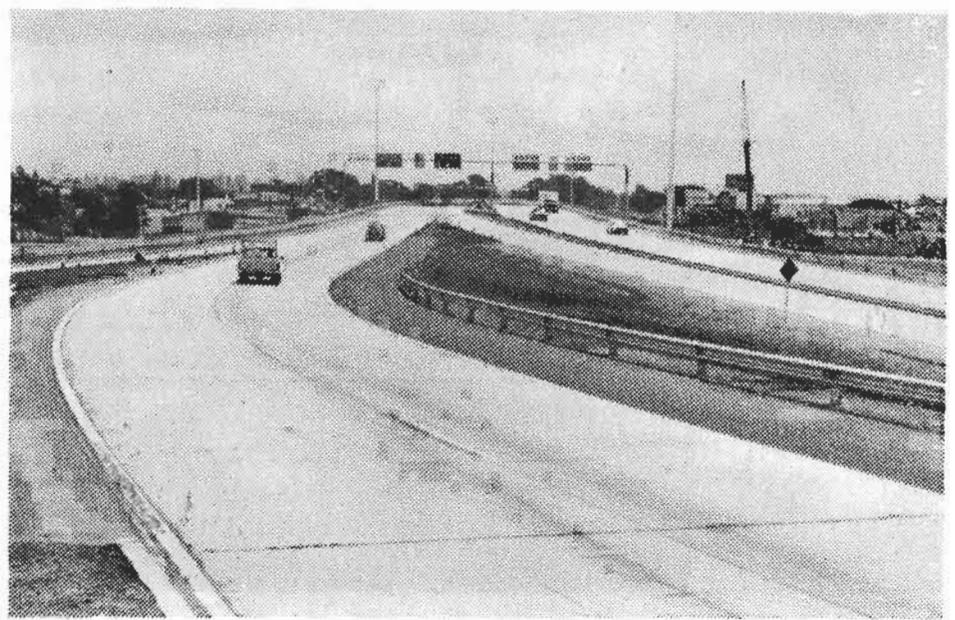
Posteriormente hubo un desfile de automotores y carnajes antiguos y se llevaron a cabo interesantes actos artísticos populares.



Detalle del importante distribuidor de tránsito de acceso a La Plata, capital de la provincia de Buenos Aires, inaugurado el 18 de noviembre último, que permitirá la fluidez necesaria del paso de los vehículos en las rutas nacional 1, provinciales 13 y 14, y calle 520.



Vista parcial del complejo de acceso inaugurado en el encuentro de las rutas provinciales 13 y 14, y la ruta nacional 1.



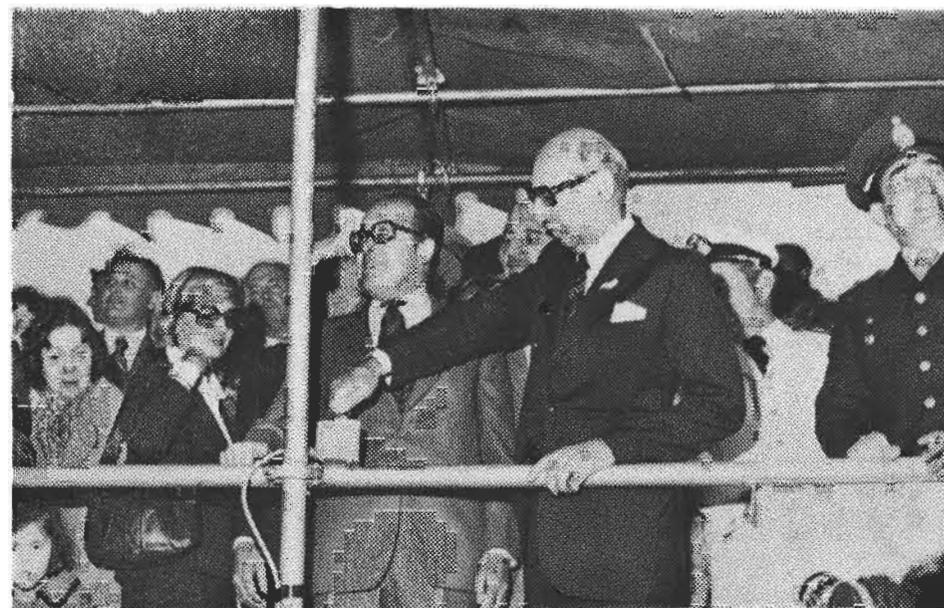
Otra vista del distribuidor "Ingeniero Pedro Benoit", de acceso a La Plata.



El señor Arzobispo de La Plata, Monseñor doctor Antonio J. Plaza bendice las obras inauguradas en el cruce del camino General Belgrano y camino parque Centenario, y calle 520, de acceso a La Plata.



Las altas autoridades de la provincia de Buenos Aires, de la municipalidad de La Plata y Viales al dejar las obras libradas al tránsito, en el acceso a la capital de la provincia.



El señor Ministro de Gobierno de la provincia de Buenos Aires, Dr. Gualberto Mostajo, pone en acción el encendido del sistema de iluminación del complejo de distribución de tránsito de acceso a La Plata, calles 13 y 520.



Desfile del conjunto Guardia del Mar, de Mar del Plata, como parte de los festejos y actuaciones que complementaron los actos de la inauguración del complejo de acceso a La Plata.

## DETALLES TÉCNICOS DE LA OBRA

En general, la obra se compone de 4 puentes y las calzadas correspondientes para el acceso a los mismos para dar funcionalidad al distribuidor. Esas construcciones consisten en:

1º: Un puente sobre la calle Antártida Argentina, en el lugar donde estaba emplazado el puesto N° 1 de la Policía Caminera. Su longitud es de 57 metros con tres tramos: los dos laterales de 17 metros y el central de 23 y un ancho de calzada de 9,90 y veredas de 1,50, lo que hace un ancho total de 12,20 metros.

Debajo de la luz central, pasa la rama del camino que conecta los caminos General Belgrano y Centenario con la calle Antártida Argentina, para acceder a La Plata por la calle 7.

El puente permitirá canalizar el tránsito que sale de la ciudad por la avenida 13 y conectarse con los caminos Belgrano y Centenario pasando sobre los puentes sobre la calle 520. La construcción tiene fundación directa.

2º: Dos puentes sobre la calle 520 casi paralelos, de 116 metros de luz con cuatro tramos de 24, 34, 34 y 24 metros, respectivamente; un ancho de calzada de 12 metros y un ancho total, incluyendo las veredas, de 13,80 metros.

Debajo de una de las luces del puente pasa la calle 520 con dos calzadas de dos trochas cada una, que dará continuidad a la 520 actual, y permitirá la continuación del tránsito pesado hacia la zona de la calle 19.

A los puentes acceden las ramas de caminos que conectan el tránsito proveniente de los caminos General Belgrano y Centenario, y lo distribuirán hacia 13, Antártida Argentina y una rama de desvío que permitirá empalmar la calle 520 hacia Ensenada. Los puentes tienen fundación sobre pilotes perforados y hormigonados.

3º: Un puente sobre el arroyo El Gato, en la misma zona donde se encontraba el puente de hierro en el camino General Belgrano y el entubamiento del arroyo El Gato, sobre el que pasa el camino General Belgrano. También tiene 57 metros de luz, con tres tramos de 17, 23 y 17 metros de longitud; un ancho de calzada de 9,90; veredas de 1,15 y un ancho total de 12,20 metros.

Debajo de la luz central de este puente pasa el camino General Belgrano también de dos calzadas de 6 metros de ancho cada una, construido sobre el entubamiento del arroyo. Al puente referido accederá el tránsito desde el camino Centenario, partiendo dos ramas: una hacia La Plata y otra que permitirá tomar la calle 520 hacia 19.

El entubamiento es independiente del puente, y un sector del mismo se funda sobre pilotes. Se han construido 80 metros conectando los dos tramos externos que ejecutó hidráulica y se compone de dos celdas rectangulares de hormigón armado de 5,90 de ancho por 3,10 de alto cada una. También en este caso, el puente está fundado sobre pilotes.

4º: La obra incluye además, la construcción de una rotonda en calle 524 y camino General Belgrano, calle colectora para 520, calle colectora que empalmará la avenida 13 con 522, que juntamente con la pavimentación de las calles 14 y 522 permite el desenvolvimiento fluido del tránsito local. En total, se construyeron 76.000 metros cuadrados de pavimentos de hormigón armado de 0,22 de espesor. Los terraplenes insumieron 290.000 metros cúbicos de suelo.

# Inauguración del Camino Llavallol - La Tablada

El 23 de noviembre ppdo. tuvo lugar la inauguración de las obras de la Ruta 4, Camino de Cintura a la Capital Federal, en el tramo Llavallol - La Tablada, cuyas tareas comprendieron la remodelación del antiguo camino constituido por una sola franja simple, ensanchado ahora a dos calzadas con un ancho de 10,30 metros cada una, independientes entre sí por medio de un separador central.

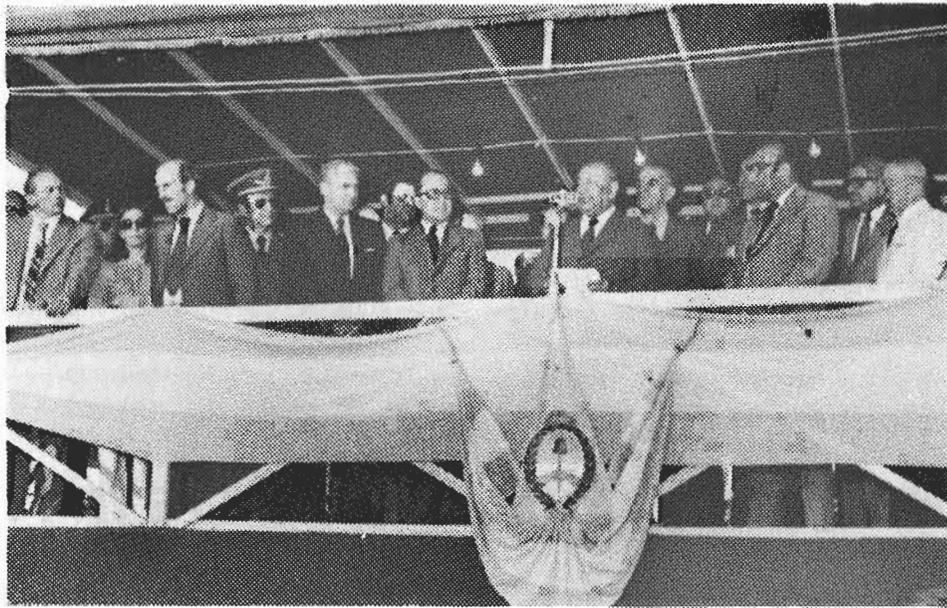
La ceremonia, presidida por el Ministro de Obras Públicas de la provincia de Buenos Aires, ingeniero Pablo Gorostiaga, contó con la presencia del administrador de Vialidad provincial, ingeniero Roberto M. Agüero Olmos; el asesor general de Gobierno, doctor Jorge L. Posik; los secretarías de Prensa y Difusión y de Planeamiento y Desarrollo, doctor Juan M. Torino y licenciado Nicanor M. Saleño, respectivamente; el subsecretario de Gobierno, capitán de fragata (R) Eduardo Pizzagalli; los subsecretarios de Obras Públicas y de Coordinación e Inversiones, agrimensor Anacleto C. Maluéndez e ingeniero Carlos Gioia; los intendentes municipales de los partidos de Esteban Echeverría, La Matanza y Lomas de Zamora; el subadministrador de Vialidad, coronel Osvaldo J. Godoy; el ingeniero jefe, ingeniero Julio C. Astuti; funcionarios de la Dirección de Vialidad bonaerense y otras altas autoridades provinciales, comunales, militares y eclesiásticas y numeroso público.

Luego de ejecutado el Himno Nacional hizo uso de la palabra el teniente general (R) Pascual Pitarini; se bendijeron las obras; pronunció una alocución el Administrador General de Vialidad, ingeniero Roberto M. Agüero Olmos; se cortaron las tradicionales cintas para dejar abierto el camino al tránsito, se recorrieron las obras y tuvo, por último, lugar un vino de honor.

## LAS OBRAS

En el acto se liberaron parcialmente al tránsito 1.600 metros de camino entre la Rotonda de Llavallol y el cruce con las vías ferroviarias del Roca; desde allí hasta el río La Matanza el tramo completo, con una extensión de 10 kilómetros.

Por otra parte, en una longitud de 4.800 metros se habilitó la iluminación general. En el total de la obra se invirtieron 8.000 millones de pesos.



Durante la inauguración del camino Llavallol - La Tablada, tramo del Camino de Cintura a la Capital Federal, Ruta 4, pronuncia su discurso el señor Administrador General de Vialidad de la provincia de Buenos Aires, ingeniero Roberto M. Agüero Olmos.



Se procede al corte de la tradicional y simbólica cinta, acto que significa la puesta al servicio público de las obras del camino inaugurado, Llavallol - La Tablada, tramo de la Ruta 4.

**Alocución del Administrador General de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, ingeniero Roberto Marcos Agüero Olmos.**

Hace 43 años se libraba también al tránsito la sección entre kilómetros 36-40 de este llamado Camino de Cintura, paralelo a la Avda. General Paz y que se inicia a la altura de la calle Sáenz Peña en San Isidro. Subía las barrancas, dejando a su izquierda la casa del general Juan Martín de Pueyrredón, lugar histórico donde se encontraron Pueyrredón y San Martín para discutir la creación del Ejército Libertador de Los Andes y donde se conserva aún hoy el algarrobo que fue testigo de ese encuentro.

Continúa este camino pasando frente a las construcciones del Club Atlético San Isidro, cruza las vías del ferrocarril y la Avda. Centenario, que en ese tiempo era el único camino que unía la Capital Federal con la localidad del Tigre. Desde ese punto, situado a un kilómetro y medio de su comienzo, hasta el kilómetro 3, forma una Avda. de 18 metros de ancho, de hormigón armado, llamado Bernabé Márquez y que pasa al frente del Hipódromo del Jockey Club de Buenos Aires. Es de destacar que la financiación de ese tramo se hizo con los fondos de la Provincia, de la Red Nacional y de la Institución que se beneficiaba con el mismo.

Continúa luego por los campos de golf y de polo de la Institución antes mencionada, siguiendo por un antiguo camino de macadam, construido por la vieja Dirección de Puentes y Caminos y cruza distintos edificios y localidades de importancia como ser Boulogne, Hurlingham, La Matanza, Etc.

La sección de camino entre las localidades de Llavallol y La Tablada, correspondía antiguamente a una doble franja de hormigón armado de 6 metros con un cantero central. Servían de referencia a parte de esta sección, la Escuela Agrícola Mazzarello, la vieja iglesia de San Justo, donde según se decía, fueron a orar Rosas y Sarmiento, interceptando luego la Ruta 3 a Bahía Blanca y las vías del viejo ferrocarril Midland. Atraviesa luego el río Matanza y también el llamado Bañado de Matanzas y después el viejo camino que une con Lomas de Zamora hasta llegar a Llavallol, donde se encuentra con la Ruta de Avellaneda-Cañuelas.

Es de destacar el empeño puesto en la construcción de estas obras por cuanto intervinieron la Dirección Provincial de Vialidad, la Dirección Nacional y los fondos que se conseguían por la Ley de Bonos de Pavimentación de la Provincia de Buenos Aires. Como se ve, no se disponía en ese entonces de recursos específicos cuyo destino tendría que haber sido el de la construcción de estas obras.

Sancionada la Ley de Vialidad en el año 1932 y con los altibajos que se sucedieron progresivamente, continuamos hoy, después de 40 años, buscándole solución a los problemas del Conurbano Bonaerense, sin haber llegado a su solución integral.

En efecto, la sección de camino que hoy se habilita pertenece al tramo que une Llavallol con La Tablada, desde la Prog. 1600, después de la Rotonda de Llavallol y en una extensión de 10 kilómetros, hasta las proximidades del río Matanza, para encarar por licitación separada la construcción de los viaductos y obras faltantes.

Lo invertido en estas obras, que en la primera sección significa un monto de 32.000 millones de pesos y en el que se llama a licitación para el día 5 de diciembre del corriente año, una inversión de 22.500 millones de pesos, dan una idea de la magnitud de las obras que se deben encarar a fin que el Camino de Cintura tenga un tránsito fluido y permanente en toda su extensión. Es por ello que se encuentran a la fecha en estudio, el ensanche y refuerzo del tramo comprendido

entre la rotonda La Tablada (Avda. Provincias Unidas) y la calle Don Bosco en el límite de los partidos de Morón y La Matanza, como asimismo el ensanche y remodelación del tramo entre R.N. 8 y puente Nicolás Savio en José L. Suárez e igualmente el que partiendo del citado puente continúa por traza nueva siguiendo por las calles llamadas Fondo de la Legua y Dardo Rocha hasta la Avenida Maipú. Para este tramo se encuentra en preparación el proyecto con el objeto de dar una doble circulación de ida y de vuelta a fin de disminuir los inconvenientes de tránsito que actualmente se presentan.

Por otra parte, deseo destacar que en el próximo mes de diciembre se han de licitar las obras de vinculación de la Avda. Hipólito Irigoyen de Morón con las Avenidas Vergara y Gaona que comprenden la pavimentación de las calles Cañada de Ruiz y Don Bosco, la repavimentación de las calles Irigoyen, Guido, Libertad, Concordia y Juan B. Justo y la instalación de dos puentes sobre Avda. Rivadavia y rías del F. C. Sarmiento. Estas obras permitirán darle continuidad y fluidez al Camino de Cintura y una rápida vía de comunicación con el Acceso Oeste.

La Dirección Provincial de Vialidad se encuentra abocada a la solución de los problemas viales que presenta el Conurbano Bonaerense y por ello ha tomado las medidas necesarias para encarar el estudio de calles o rutas colectoras del tránsito en el espacio encerrado por el Camino de Cintura y la Avda. General Paz, ejemplo de lo cual es el estudio que se está realizando en estos momentos entre Morón y la Avda. General Paz, con la remodelación y repavimentación de la Avda. Gaona desde calle Dr. Güemes, en Ramos Mejía, hasta su vinculación con la Autopista Perito Moreno y Avda. General Paz y la construcción de dos puentes en calle Dr. Güemes y Díaz Vélez, a fin de que teniendo Rivadavia el tránsito en un sentido y Gaona en otro se alivien todos los problemas que a la fecha se presentan en el Acceso Oeste.

Como lo he dicho en reiteradas oportunidades no se debe postergar más la solución de los problemas que afectan al conurbano, tales son el Acceso Oeste, el Acceso Sud-Oeste e inclusive la Autopista La Plata - Buenos Aires en la parte que le compete y que ya fuera pre-adjudicada como se anunció el día 18 próximo pasado.

Todas las obras mencionadas, y en especial este Camino de Cintura, tienen una importancia vital, pues unen **diversas vías que son radiales**, creando así una malla de rutas de tránsito rápido **alrededor de zonas pobladas**, acortando recorridos, derivando el tránsito y cumpliendo de esta manera una gran función económica y social y además que con las obras ya ejecutadas y las que se inaugurarán próximamente a saber: Avda. Edison de Mar del Plata, el día 7 de diciembre; Distribuidor de Tránsito entre las Rutas 2 y 215, el día 14 del mismo mes; la R. P. 11 tramo Mar de Ajó - Mar del Plata el día 21 del citado mes de diciembre, se ha demostrado ya que se cuenta con la capacidad estatal y empresarial para hacer lo que sea necesario a fin de que la provincia de Buenos Aires vuelva a ocupar el lugar que le corresponde en materia vial dentro del conjunto del país.

Conceptos del Presidente de la empresa que ejecutó las obras del Camino de Cintura, tramo Llavallol - La Tablada, teniente general (R.) Pascual Pistarini.

La concreción de un trabajo supone, en primer término, una legítima satisfacción espiritual, por cuanto representa el fruto del esfuerzo y de la voluntad de hacer y de avanzar, característica definitoria de los hombres que interpretan que las

obras que se proyectan para el bienestar de sus conciudadanos y para el progreso del país, constituyen la respuesta más adecuada a determinadas dialécticas, generalmente tan exuberantes como estériles.

Una empresa argentina, cumpliendo rigurosamente las normas técnicas y el término convenido, entrega hoy a las autoridades de la provincia de Buenos Aires, una obra de sustantiva trascendencia para su desarrollo socio-económico.

No considero necesario pormenorizar las características específicas del trabajo realizado.

Prefiero, en cambio, remarcar las calidades de los profesionales, técnicos y obreros argentinos, que sobre la base de una metodología moderna y provistos con los elementos materiales y maquinarias que imponen las exigencias de la época en que vivimos, han tenido la oportunidad de poner de manifiesto la eficiencia y la empeñosa responsabilidad que los anima.

Pero bien sabemos que toda obra no es más que el resultado de una armónica conjunción de esfuerzos.

Para dar cabal cumplimiento a esta primera y fundamental etapa del trabajo encomendado, fue necesario superar muchos inconvenientes, y ello no hubiera sido posible de no mediar el franco espíritu de colaboración de las reparticiones nacionales, provinciales, municipales y de empresas del Estado, que desechando rémoras burocráticas brindaron su decidido apoyo a la ejecución de las tareas.

Ello obliga a nuestro reconocimiento y, al mismo tiempo, nos impone una reflexión.

Todos estamos de acuerdo en que el progreso de un país —y, consecuentemente, el bienestar público—, se apoyan en las concretas realizaciones del trabajo fecundo.

Por consiguiente, si acompañamos a la decisión de "hacer" los fundamentos del esfuerzo mancomunado, de la capacidad creadora, del entusiasmo consciente y de la responsabilidad, encontraremos fácilmente el sentido vital y profundo que debe definir una forma de ser y de sentirnos argentinos.

El futuro nos pertenecerá en la medida que afrontemos con vigor y lucidez nuestro presente y dejemos definitivamente de lado los esquemas tímidos y las teorizaciones intrascendentes, que sólo han servido para frenar el desarrollo de la infraestructura nacional y, lo que es más lamentable, han provocado un marcado deterioro en la fe que debemos tener en nuestras propias posibilidades.

Las obras que, como ésta que hoy se inaugura, están encaminadas a promover el bienestar general, a través de los múltiples aspectos que se derivan de la fluidez y seguridad en el tránsito de los vehículos y en la rápida comunicación entre zonas densamente pobladas y de intensa actividad comercial e industrial, constituyen, específicamente, un paso firme hacia ese futuro, del que somos y debemos sentirnos insoslayablemente responsables.

Señores:

Nos sentimos felices y satisfechos de haber cumplido con la primera parte de esta obra, pero al mismo tiempo ya nos urge el deseo de recomenzar la tarea, en la que hoy, simplemente, hemos hecho un alto.

# Licitaciones de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires

MESES DE MAYO A SETIEMBRE DE 1979

31 DE MAYO

**OBJETO:** Repavimentación y bacheo del camino 048-01, calle Mayor Irusta, tramo Avenida Roca-Gaspar Campos, en jurisdicción del partido de General Sarmiento.

EXPEDIENTE: 2410-1-228/78.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 174.345.553.

Proponentes	Cotización \$
José Cesaratto S.A. ....	207.126.060
P.B.P. S.A. y Coimbra S.R.L. ....	246.388.234
Helpport S.A. ....	252.596.040
H. F. Grant y Cía SA. ....	313.879.808
Smith Molina y Becar Varela Pavim. y Construc. S.A. ....	316.418.166
Viani y Cía. S.C.A. ....	341.436.866
Codi S.A. ....	346.865.962
Asfalsud S.A. ....	447.862.098

7 DE JUNIO

**OBJETO:** Obras básicas y pavimento en el camino R.P. 11 - Pipinas - Río Salado, en jurisdicción del partido de Chascomús.

EXPEDIENTE: 2410-1-011/79.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 8.282.443.294.

Proponentes	Cotización \$
Balpala Const. S.R.L. ....	5.156.158.112
Inmar S.A. ....	5.315.511.624
Marengo S.A. ....	5.748.237.594
Marocco y Cía. S.A. ....	5.916.334.006
Asfalsud S.A. ....	6.125.019.074
Nazar y Cía. S.A. ....	6.237.171.171
Geopé S.A. ....	6.273.241.849
Equimac S.A. ....	6.493.985.831
Hidrovia S.A. ....	6.853.672.217
Marietti y Cía. S.A. ....	6.977.369.593
Decavial S.A. ....	7.155.552.340
Iezzi Ottonello y Cía. S.A. ....	7.299.954.899
Induvial S.A. ....	7.868.356.623
Fontana Nicastro S.A. ....	7.904.177.477
Perales Aguiar S.A. ....	8.182.956.690
Ecofisa S.A. y Covial S.A. ....	8.353.247.624

7 DE JUNIO

**OBJETO:** Ejecución de obras básicas y pavimento flexible en la R.P. 11, tramo Río Salado - Canal 15, en jurisdicción del partido de Castelli.

EXPEDIENTE: 2410-1-190/78.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 11.224.360.515.

Proponentes	Cotización \$
Balpala Const. S.R.L. ....	6.700.144.817
Marengo S.A. ....	7.118.496.510
Sacoar S.A. ....	7.226.178.167
Inmar S.A. ....	7.583.126.349
Geopé S.A. ....	7.967.137.343
Nazar y Cía. S.A. ....	8.057.269.132
Equimac S.A. ....	8.222.349.264
Sade S.A. ....	8.298.405.846
Decavial S.A. ....	8.553.607.410
Iezzi Ottonello y Cía S.A. ....	9.063.177.342
Asfalsud S.A. ....	9.176.601.128
Ecofisa S.A. y Covial S.A. ....	9.658.835.017
Induvial S.A. ....	10.290.969.975

7 DE JUNIO

**OBJETO:** Ejecución de obras básicas y pavimento en la R.P. 11, tramo Canal 15 - Aº Las Víboras, en jurisdicción de los partidos de Castelli y Tordillo.

EXPEDIENTE: 2410-1-010/79.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 9.504.449.482.

Proponentes	Cotización \$
Marengo S.A. ....	5.968.996.362
Balpala Const. S.R.L. ....	6.484.385.869
Marocco y Cía. S.A. ....	6.646.626.693
Sacoar S.A. ....	6.697.041.909
Asfalsud S.A. ....	7.403.792.714
Sade S.A. ....	7.514.453.109
Geopé S.A. ....	7.527.826.497
Nazar y Cía. S.A. ....	7.545.653.314
Equimac S.A. ....	7.802.455.175
Decavial S.A. ....	8.201.933.420
Iezzi Ottonello y Cía. S.A. ....	8.521.101.531
Perales Aguiar S.A. ....	8.938.344.337
Induvial S.A. ....	8.953.461.123
Ecofisa S.A. y Covial S.A. ....	9.879.122.439

15 DE JUNIO

**OBJETO:** Ejecución de obras básicas, pavimento y construcción de un puente sobre arroyo El Perdido; R.P. 29 - Gral. Belgrano - Balcarce, sección IV; acceso a Solanet.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 10.738.238.664.

EXPEDIENTE: 2410-1-019/79.

Proponentes	Cotización \$
Marocco S.A. ....	8.251.181.153
Decavial S.A. ....	8.263.466.272
Vicente Robles S.A. ....	8.845.411.350
Geopé S.A. ....	9.879.885.994
Induvial S.A. ....	10.965.823.938

15 DE JUNIO

**OBJETO:** Construcción de obras básicas, pavimento y puente en la R.P. 29 - Gral. Belgrano - Balcarce; Sección V; acceso Langueyú y Udaquiola.

EXPEDIENTE: 2410-1-020/79.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 11.080.727.672.

Proponentes	Cotización \$
Decavial S.A. ....	8.279.960.072
Vicente Robles S.A. ....	8.607.161.685
Marocco S.A. ....	8.737.324.860
Equimac S.A. ....	10.148.945.992
Induvial S.A. ....	10.849.573.209

18 DE JUNIO

**OBJETO:** Construcción de obras básicas y pavimento en la R.P. 29 - Gral. Belgrano - Balcarce; Sección VII, y acceso a Ibáñez y Real Audiencia.

EXPEDIENTE: 2410-1-021/79.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 13.445.414.405.

Proponentes	Cotización \$
Vicente Robles .....	9.293.651.755
Iezzi y Ottonello S.A. ....	10.009.176.646
Marengo S.A. ....	10.440.076.671
Decavial y Alicura S.A. ....	11.151.873.479
Vialco S.A. ....	12.223.274.885
Induival S.A. ....	12.337.124.898

## 18 DE JUNIO

**OBJETO:** Construcción de obras básicas y pavimento en la R.P. 29 - Gral. Belgrano - Balcarce; Sección VIII, y acceso a Chas.

EXPEDIENTE: 2410-1-022/79.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 14.434.597.201.

Proponentes	Cotización \$
Burgwardt y Cia. ....	8.790.923.496
Vicente Robles S.A. ....	9.393.185.178
Iezzi y Ottonello .....	9.880.216.491
Perales Aguiar .....	11.442.568.506
Decavial S.A. ....	11.505.268.460
Ecofisa S.A. y Covial S.A. ....	12.080.076.877
Vialco S.A. ....	12.177.277.013

## 13 DE JULIO

**OBJETO:** Repavimentación y ensanche del acceso a la ciudad de Chivilcoy desde R.N. 5, en jurisdicción del partido de Chivilcoy.

EXPEDIENTE: 2410-1-012/79.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 1.782.365.154.

Proponentes	Cotización \$
Flatavial S.A. ....	1.572.996.330
Sacoar S.A. ....	1.705.802.597
López Cabrera Const. S.A. ....	1.762.470.494
Ecce S.A. ....	1.775.593.455
Pavimar S.A. ....	1.848.693.706
Geopé S.A. ....	1.907.428.327
Oscar Cid de la Paz .....	2.078.999.161
Constructora Valle Vial S.C.A. ....	2.132.482.719
Sorsa Construc. Civiles y Rurales S.A. ....	2.182.210.198
Pedro Masi e Hijos S.A. ....	2.357.373.341
Schuett y Matta Const. y Pavim. S.A. ....	2.786.569.891

## 15 DE JULIO

**OBJETO:** Construcción de obras básicas y pavimento en la R.P. 29 - Gral. Belgrano - Balcarce; Sección VI; y acceso a Casalins.

EXPEDIENTE: 2410-1-016/79.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 11.761.272.745.

Proponentes	Cotización \$
Decavial S.A. ....	8.938.104.810
Vicente Robles S.A. ....	9.588.462.984
Marocco y Cia. S.A. ....	9.683.901.379
Marengo S.A. ....	10.529.024.735
Equimac S.A. ....	11.463.761.977
Induival S.A. ....	11.933.713.082

## 20 DE JULIO

**OBJETO:** Construcción de un puente sobre Arroyo Las Catonas en el camino R.P. 23, tramo Moreno - San Miguel. Partido de Moreno.

EXPEDIENTE: 2410-1-008/79 y Agreg.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 273.509.304.

Proponentes	Cotización \$
Vialbaires S.R.L. ....	252.496.055
Balpala S.R.L. ....	315.622.391
Marletti y Cia - A. Rizzi .....	328.188.372
Ing. Rocchia .....	352.364.058
Basurto Ricardo A. ....	Rechazada

## 23 DE JULIO

**OBJETO:** Construcción de obras básicas y pavimento flexible, en el camino de acceso a la localidad de Del Carril desde R.N. 295. Partido de Saladillo.

EXPEDIENTE: 2410-1-231/78.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 2.154.195.033.

Proponentes	Cotización \$
Marletti y Cia. S.A. ....	1.377.767.071
Coarco S.C.A. ....	1.659.950.153
Const. Valle Vial S.C.A. ....	1.851.262.198
Alfieri E.C. ....	1.939.841.146
Oscar Cid de la Paz .....	1.993.082.695
Tarik S.C.A. ....	2.024.956.523
Remero Quarín S.C.A. ....	2.034.769.255
Schuett y Matta S.A. ....	2.073.307.582
Sorsa S.A. ....	2.088.268.684
Burgwardt S.A. - Envisa S.A. ....	2.259.680.758
Cofi S.A. ....	2.384.896.410

## 24 DE JULIO

**OBJETO:** Obras básicas y pavimento flexible en el camino R.P. 59, tramo R.P. 36 - Estación Ferrari, en jurisdicción del partido de Magdalena.

EXPEDIENTE: 2410-1-217/78.

PRESUPUESTO OFICIAL: 2.888.715.572.

Proponentes	Cotización \$
Perales Aguiar S.A. ....	1.798.846.528
Balpala Const. S.A. ....	2.302.554.925
Inmar S.A. ....	2.327.831.273
Equimac S.A. ....	2.516.568.497
Paico S.A. ....	2.588.697.136
Survial S.C.A. ....	2.708.334.002
Schuett y Matta S.A. ....	2.717.741.464

## 21 DE SETIEMBRE

**OBJETO:** Remodelación de la avenida Miguel Martínez de Hoz (R.P. 11) entre sus intersecciones con las avenidas Juan B. Justo y Vélez Sársfield (diagonal al Faro) que incluye obras básicas, pavimento y un puente correspondiente al 2º tramo de la mencionada obra. Partido de General Pueyrredón, Mar del Plata.

EXPEDIENTE: 2410-1-068/79.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 6.976.112.945.

Proponentes	Cotización \$
Iezzi - Ottonello .....	5.560.580.189
Rebaja .....	5.287.800.074
Sacoar S.A. y Dos Arroyos S.A. ....	6.099.514.017
Pavimar S.A. ....	7.593.582.629
Inmar S.A. ....	9.205.746.488
Empresa Tandil S.A. y Sierra Chica S.A. ....	9.945.767.837

## 26 DE SETIEMBRE

**OBJETO:** Repavimentación y ensanche de la R. P. 11 - Gada - Mar Chiquita, tramo 1º Gada - Camet Norte, en jurisdicción del partido de Mar Chiquita.

EXPEDIENTE: 2410-1-064/79.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 1.737.599.059.

Proponentes	Cotización \$
Coarco S.C.A. ....	2.397.326.399
Vial Atlántica S.A. y Dazeo Hnos. ....	2.444.271.608
Ing. Arg. de Const. y Urb. S.A. ....	2.826.092.706

## 26 DE SETIEMBRE

**OBJETO:** Repavimentación y ensanche de la R. P. 11 Gada - Mar Chiquita - Tramo 2º Camet Norte - Mar Chiquita - Escuela Nº 12 en jurisdicción del partido de Mar Chiquita.

EXPEDIENTE: 2410-1-065/79.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 2.108.586.530.

Proponentes	Cotización \$
Inmar S.A. ....	2.846.360.549
Coarco S.C.A. ....	2.948.037.464

División Licitaciones y Contratos

PUBLICACIONES DE LA DIRECCIÓN DE VIALIDAD  
DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Nº

1. Pavimentación de las rutas nacionales N<sup>os</sup> 33 y 226. Convenio entre la Dirección Nacional de Vialidad y la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, 1957.
2. Régimen de Coparticipación Vial para las Municipalidades. Anteproyecto, reuniones preliminares. Decreto ley N<sup>o</sup> 17.861 y decreto reglamentario N<sup>o</sup> 21.280, 1957; 2<sup>a</sup> ed., 1966. Agotada.
3. Régimen de Coparticipación Vial para las Municipalidades. Anteproyecto, reuniones preliminares. Decreto ley N<sup>o</sup> 21.280, 1957; 2<sup>a</sup> ed., 1960, 3<sup>a</sup> ed., 1966.
4. Clasificación de materiales para subrasantes del Highway Research Board (H.R.B.): su correlación con el valor soporte de California e interpretación. Dr. Celestino L. Ruiz, 1958, 2<sup>a</sup> ed., 1960.
5. Estudio de la red primaria, secundaria y total de caminos de la Provincia de Buenos Aires. Ing. Enrique Humet, 1958; 2<sup>a</sup> ed., 1964.
6. Vigas continuas con momento de inercia variable. Ing. Ladislao J. Rozycki, 1959, Agotada.
7. Mesa redonda sobre el plan vial de la provincia de Buenos Aires. 1959-1963. 1958; 2<sup>a</sup> ed., 1961. Agotada.
8. Antarquía de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires. Decreto ley N<sup>o</sup> 7.823; decreto reglamentario N<sup>o</sup> 17.486. Nueva edición, 1959. Agotada.
9. Primer Concurso de Trabajos sobre Temas Viales. 1959; 2<sup>a</sup> ed., 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. Ing. Jorge M. Lockhart.  
Método para determinar la homogeneidad de la mezcla en la construcción de bases y sub-bases de suelo cemento. M.M. de Obras Rodolfo A. Duarte.  
El estudio de los suelos para subrasantes. Criterio adoptado por el laboratorio de la D.V.B.A. Agrim. Carlos F. Marchetti.
10. Ley de caminos, cercas y tranqueras. Nueva edición, 1960.
11. Concentración crítica de "filler", su origen y significado en la dosificación de mezclas asfálticas. Dr. Celestino L. Ruiz, 1960, 2<sup>a</sup> ed., 1966.
12. Características físicas de los suelos y sus relaciones. Ing. Víctor Carri, 1960; 2<sup>a</sup> ed., 1966.
13. Segundo Concurso de Trabajos sobre Temas Viales. 1960. Agotada.  
Algo sobre la red vial de segundo orden de la provincia de Buenos Aires. Ing. Juan R. Villar.  
Costo de los usuarios de caminos en la provincia de Buenos Aires. Ing. Ernesto F. Weber y Agrim. Carlos A. Peña.  
Método para obtener relaciones de humedad-densidad. Sr. Raúl O. Tejo.  
Rango de suficiencia para carreteras. Ing. Ernesto F. Weber.
14. Normas técnicas de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires. 2<sup>a</sup> ed., 1961.
15. Alcantarillas tipo. Departamento de Estudios y Proyectos. 1961, 2<sup>a</sup> ed., 1966.
16. Nota sobre el comportamiento práctico de materiales "subnormales" para bases de pavimentos. Dr. Celestino L. Ruiz, 1961.
17. Tercer Concurso de Trabajos sobre Temas Viales. 1961. Agotada.  
Ensayo de estabilidad mediante el penetrómetro de cono. Ing. Félix J. Lilli.  
Bases de tesca. Una solución y un problema. Ing. Raúl G. de Sousa.  
Hacia una reforma sustancial del régimen de adjudicaciones de obras viales por contrato. Dr. Julio A. Migoni e Ing. Juan R. Villar.  
La influencia del agregado de cal a las mezclas de suelo-cemento. M. M. de Obras Rodolfo A. Duarte y Agrim. Carlos F. Marchetti.  
Índices de prioridad para la inversión de los fondos de conservación en la red pavimentada. Ing. Luis R. Luna.  
Predicción del tránsito vial en la República Argentina. Ing. Ernesto F. Weber y Agrim. Juan A. Bilbao.  
Alcantarillas prefabricadas. Ings. 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. Ing. Félix J. Lilli.
18. La estabilización de los suelos por medio del cemento. Ing. R. Peltier, Traduc., 1962.
19. Consideraciones sobre la constitución, ejecución, comportamiento y degradación de las capas de base, por acción del tránsito pesado y la intemperie. Ing. J. Durrieu, Traduc., 1962.
20. Introducción a la ingeniería de tránsito. Ing. W. T. Jackman, Traduc., 1962.
21. Función del Laboratorio de Ensayos de Materiales en los Departamentos Viales de los Estados Unidos. Agrim. Carlos F. Marchetti, 1962.
22. Promoción Vial Municipal. Encuesta sobre organización vial en las comunas. Ing. Félix E. Poggio, 1962. Agotada.

Nº

23. Diseño estructural de pavimentos flexibles. Ing. Félix J. Lilli, 1962.
24. Interpretación osmótica del hinchamiento de los suelos expansivos. Dr. Celestino L. Ruiz, 1962.
25. Previsiones para la seguridad y rapidez del tránsito. Ley 6.312. Agotada. Actualizada por Pub. N<sup>o</sup> 59.
26. Grandes Rutas del Plan Vial 1963. 1962. Agotada.
27. Problemas de la adhesividad en la técnica de los revestimientos carreteros. Ing. Jacques Bonitzer, 1962.
28. Cuarto Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1962.  
Determinación de los vacíos en las mezclas asfálticas en forma directa. Agrim. Pedro R. Sosa y Téc. Quím. Norberto O. Ferrari.  
Investigación de las desviaciones individuales entre operadores y su comparación con un operador automático en las medidas del ensayo Marshall. Agrim. Julián Ruiz.  
Interpretación del ensayo "Equivalente de arena". M. M. de Obras Rodolfo A. Duarte y Agrim. Carlos F. Marchetti.  
Hormigón pretensado. Tentativas, recomendaciones y aplicación. Ing. Pedro García Gausi.  
El camino de tierra y su circunstancia bonaerense. Ing. Juan R. Villar.  
Apuntes sobre mantenimiento preventivo de máquinas viales. Sres. Alberto R. Cangelosi y Pedro S. Cuomo.
29. Segundo Simposio del Equipo Vial. 1962.
30. Consideraciones acerca de la reunión internacional sobre diseño estructural de pavimentos flexibles, realizada en Ann Arbor, Michigan, EE.UU. Dr. Celestino L. Ruiz, 1963.
31. Distribución del tránsito. Ing. Rodolfo A. Montalvo, 1963.
32. Inspección de materiales con detectores electromagnéticos. Ings. Rafael S. Blanco y Jacobo V. Dreizzen, 1963.
33. Vigas continuas con momento de inercia variables de sección a sección del mismo tramo. Ing. José Petrucci, 1963.
34. Mesa redonda sobre banquetas. Trabajos, experiencias, investigaciones. 1962.
35. Observaciones sobre las exigencias y control de la compactación de las subrasantes. Dr. Celestino L. Ruiz, 1963. Agotada.
36. Puente arco laminar rígido. Ings. César J. Luisoni y Adolfo A. Giacobbe, 1963.
37. Catálogo de la Biblioteca Técnica René A. Féminis. 1963.
38. Quinto Concurso de Trabajos sobre Temas Viales. 1963.  
Tramos experimentales de bases construidas con granito desintegrado. Ings. 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". Ing. 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. Sr. Roberto T. Santángelo.  
Agrimensura vial. Métodos en relacionamiento y planimetría. Agrim. Edgardo A. Rotsehe.  
Costos unitarios de transporte sobre camiones. Ing. Matías Yuffe y Agrim. Norberto Lamotta.  
Bases para un proyecto de especificaciones sobre motoniveladoras. Ings. 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. Sres. Adolfo H. Delorenzo y Omar R. Ocampo.  
Hacia un horizonte. Ing. Eduardo A. Petrucci y Sr. Carlos Novoa.  
Ensayo sobre el tránsito en la ciudad de Bahía Blanca. Sr. Juan Lis.  
Obras licitadas por el Sistema de Tablas. Ings. Roberto Meneses y Horacio Claudio.
39. Accesos a centros urbanos. Ing. Eduardo A. Petrucci, 1964.
40. Programación de obras y proyectos por el método P.E.R.T. "Critical Path Method". Ing. Juan M. M. Corvalán, 1964. Agotada.
41. Construcción de caminos por el sistema de peaje. Ing. José D. Luxardo, 1964. Agotada.
42. Tipos y causas de fallas en los pavimentos de carreteras. Ing. F. N. Hveem. Traduc., 1964.
43. Problemas de diseño y comportamiento de pavimentos en la provincia de Buenos Aires. Ings. Jorge M. Lockhart y Félix J. Lilli, 1964.
44. Alcantarillas prefabricadas para obras de arte menores. Ings. Luis R. Luna y Pedro García Gausi, 1964.
45. Sexto Concurso de Trabajos sobre Temas Viales. 1964.  
Análisis crítico del Régimen de Coparticipación Vial Municipal de la provincia de Buenos Aires. Ing. Juan R. Villar.  
Las soluciones para la reconstrucción de los pavimentos de hormigón y el problema de las cargas de la estructura vial. Ing. Luis A. Cardozo.  
El uso del amianto como "filler" en las mezclas asfálticas de tipo superior. Téc. Quím. Norberto O. Ferrari.  
La Contribución de Mejoras en la Ley de Vialidad de la provincia de Buenos Aires. Agrim. Juan A. Urrutia.  
Estudio sobre volúmenes de tránsito en caminos de la red vial de la provincia de Buenos Aires. Agrim. Juan A. Bilbao y Emilio Bandel.  
Hormigón pretensado. Algunas secciones típicas de hormigón pretensado. Ing. Pedro García Gausi.  
La red troncal vial de la provincia de Buenos Aires. Agrim. Carlos D. Craig.
46. Presentación y comentarios sobre los Diagramas Shell 1033 para el diseño de pavimentos flexibles. Dr. Celestino L. Ruiz, 1964.
47. Hormigón pretensado. Tentativa, recomendaciones y aplicación. Ing. Pedro García Gausi, 1964.
48. Criterio de calidad y bases para la adquisición de cales destinadas a la corrección y estabilización de los suelos. Ing. Félix J. Lilli, 1965.
49. Sobre el cálculo de espesores para refuerzo de pavimentos. Dr. Celestino L. Ruiz, 1965.

Nº

50. Apuntes sobre mantenimiento preventivo de máquinas viales. Sres. Alberto R. Cangelosi y Pedro S. Cuomo, 1965.
51. La utilización de arenas con ligantes bituminosos. Ing. Victorio Lelú. Traduc., 1965.
52. Algunas normas para la selección del tipo de intersección a diferente nivel. Ing. Juan M. M. Corvalán, 1965.
53. II Congreso Vial Municipal: 153 ponencias, 28 monografías, 14 peticiones, discusiones, etc. 1965.
54. Canalización de intersecciones a nivel. Ing. Juan M. Corvalán, 1965.
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, 1965.
56. Séptimo Concurso de Trabajos sobre Temas Viales. Estudio de velocidad en caminos de la provincia de Buenos Aires. Ing. María Leiderman y Agrim. Juan A. Bilbao. Estudio sobre limitación de velocidad en la ruta provincial Nº 78. Téc. Juan Lis. Hormigón pretensado. Sugerencias y alcances. Ing. Pedro García Gausi. Agrimensura vial. Taquimetría y triangulación. Agrim. Edgardo A. Rotsche. Sobre mejoramiento y consolidación de caminos de tierra. Ing. Luis A. Cardozo. Igualdad de dos métodos de análisis económico. Alumnos Escuela de Ingeniería de Caminos, 5ª promoción. La expropiación. Sr. Osvaldo D. García.
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, 1966.
58. Ley General de Expropiaciones Nº 5708. 1966. Agotada. Actualizada por Public. Nº 73.
59. Ley Nº 6312. Previsiones para la seguridad y rapidez del tránsito en la provincia de Buenos Aires. 1966.
60. Tendencias actuales en la construcción de puentes. Ing. Adolfo A. Giacobbe, 1966.
61. Acerca del cálculo de los pilotes y paredes empotrados en el suelo, según el Prof. Snitke. Dr. Ing. Christo Cristow, 1968.
62. La disminución del fondo de caminos. Dr. Julio A. Migoni, 1966.
63. Sistemas de transporte urbano y normas para su funcionamiento. Ing. Armando García Baldizzone, 1966.
64. Cuarto Simposio del Equipo Vial. Cinco artículos sobre el tema, 1966.
65. Autopistas. Soluciones para sus intersecciones. Ing. Juan M. M. Corvalán, 1966.
66. Octavo Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1966. Hacia una posible incorporación de ensayos y métodos modernos de diseño a los laboratorios de obras. Ing. Carlos Francesio. Algunas soluciones a los problemas que plantea la determinación de la densidad de equilibrio en base al método de la razón de compactación. Proyecto de la norma. Ing. Roberto T. Santángelo. Iluminación en intersecciones. Ing. Horacio Claudio. Los fenómenos hipnóticos como causa de accidentes de tránsito. Dr. Isaac M. Glizer. Determinación de la resistencia al deslizamiento en los caminos pavimentados de la red provincial. Agrim. Jaime Yáñez. Hormigón pretensado. Deformaciones e interpretaciones. Ing. Pedro García Gausi.
67. Tránsito. Consideraciones, estudio y análisis técnico del reordenamiento de la ciudad de Bahía Blanca. Técnico Juan Lis, 1967.
68. Conservación de caminos en EE.UU. y Canadá. Ing. Luis R. Luna, 1967.
69. Diagramas. Líneas de influencia y momentos flectores en vigas continuas y estructuras apuntadas. Dr. Técnico Wilhelm Valentin, 1967.
70. Equipamiento vial de las comunas. 1967.
71. La estabilización de suelos con cal en el Estado de Texas. Sus posibilidades en la provincia de Buenos Aires. Ing. Félix J. Lilli, 1970.
72. Concreto caminero. Decreto 4876/67. 1967.
73. Ley General de Expropiaciones Nº 5708/952 y sus modificaciones. 1967.
74. Vigas continuas y estructuras apuntadas. Ejemplo analítico-numérico de cálculo. Ing. Ladislao Rozycki, 1968.
75. Algunas soluciones a los problemas que plantea la determinación de la densidad de equilibrio, en base al método de la razón de compactación. Ing. Roberto T. Santángelo, 1967.
76. Noveno Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1967. Análisis del proyecto de mezclas para bases granulares cementadas. Fundamentos para fijar un criterio de calidad. Ings. Nancy Villabona de Suárez y Roberto T. Santángelo. Necesidad de recursos constantes para financiar la obra vial en la provincia de Buenos Aires. Cont. Julio R. Fredes y Sr. Héctor E. Toffoletti. Patología vial. Dr. Isaac M. Glizer. Hormigón pretensado. Razón e interpretación de las experiencias de orientación para medir las deformaciones sobre probetas. Ing. Pedro García Gausi.
77. Vigas empotradas en ambos extremos y viga continua de cinco tramos con momentos de inercia variables. Ing. Ladislao J. Rozycki, 1968.
78. Recubrimiento de hormigón. Ing. Mario E. Aubert, 1968.
79. Métodos y normas de diseño de plazas de peaje. Ing. Ezequiel Ogueta, 1968.
80. Predicciones de tránsito para obras viales financiadas por el sistema de peaje. Ing. Ezequiel Ogueta, 1968.
81. Organización y administración de entes de peaje. Ing. Ezequiel Ogueta, 1968.
82. Tablas de funciones hiperbólicas del 0,001 al 10,000. Dep. Estudios y Proyectos, 1968.
83. Abacos de flexión simple, método de rotura, para secciones circulares con armadura simétrica. Ing. Héctor M. Somenson y Sr. Raúl O. Boada, 1969.

Nº

84. X Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1968. El transporte de suelos en la ejecución de la obra básica. Ing. Carlos Francesio. Un análisis de los accidentes de tránsito. Agrims. Emilio Bandel y Jaime Yáñez. La cloche. Ing. Eduardo A. Petrucci. Las técnicas del hormigón pretensado en las obras del futuro. Ing. Pedro García Gausi. Censo de origen y destino de tránsito de Bahía Blanca. Agr. Carlos A. Lavareto. Prefabricación parcial en secciones mixtas de hormigón precomprimido y armado para la construcción de alcantarillas y puentes menores. Ings. Héctor M. Somenson y Enrique M. Sánchez y Sr. Raúl O. Boada.
85. Ensayo dinámico de pavimentos mediante propagación de ondas. Ing. Martín Bruck, 1969.
86. Influencias de los voladizos en los momentos flectores de las placas de puentes. Ings. Ladislao Rozycki y Héctor M. Somenson, 1969.
87. Régimen legal, económico y financiero de los contratos administrativos en Francia. Dr. Hugo Dolgopol, 1969.
88. De la Contribución de Mejoras. 1969.
89. XI Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1969. Rendimiento de equipos viales. Arq. Luis A. Magram.
90. La computadora en apoyo técnico. Diseño y cómputo del camino. Ings. Julio C. Gonzalo y Salvador Mitidieri. Agrim. Norberto Chisari y Sr. Ricardo De La Portilla, 1970.
91. Normas a observar en el tránsito. Sr. Francisco Holoubek, 1970.
92. Educación vial para decentes. Comité de Seguridad en el Tránsito, 1970.
93. Ensayos estáticos y dinámicos de un puente pretensado. Ings. Alfonso Huber, Carlos Torregiani y Héctor Cervera, 1970.
94. XII Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1970. La escoria de altos hornos en el diseño de un pavimento rígido. Ing. Carlos Francesio. Aspectos económicos del transporte. Ing. Julio C. Gonzalo. La computadora en apoyo técnico. Diseño y cómputo del camino. Ings. Julio C. Gonzalo y Salvador Mitidieri. Agrim. Norberto Chisari y Sr. Ricardo De La Portilla, 1970.
95. VI Simposio del Equipo Vial, 1971. Equipos necesarios para estudios de tránsito. Agrim. Carlos M. Morelli. Análisis de tensiones en el diseño estructural de la maquinaria vial. Ing. Hugo D. Basso. Evaluación de cargadores frontales montados sobre neumáticos. Dr. Erwin Wehrill. Algunas consideraciones sobre preparación de especificaciones técnicas para licitaciones de equipos viales para organismos del Estado nacional. Ing. Leopoldo Farberoff. La utilización de turbinas de gas como plantas de poder en la maquinaria vial. Ings. Osvaldo Frattini y Víctor R. Bertuccio. Técnicas y equipos actuales para el aserrado de juntas en los pavimentos de hormigón. Ings. Alberto S. C. Fava y Julio Zuker.
96. Análisis teórico de la composición de las intersecciones a distinto nivel. Traducción, 1972.
97. XIII Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1971. La fisuración refleja en las capas asfálticas. Ing. Carlos Francesio. Ensayo de un sistema para el diseño, cálculo planimétrico y cómputo de superficies de una retenda circular con apoyo de la computadora electrónica. Agrim. Oscar H. Grandi.
98. Concurso de Dibujos sobre Educación Vial, 1971.
99. XIV Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1972. Evaluación económica de dos proyectos alternativos. Agrims. Emilio Bandel y Jaime Yáñez. Una metodología para el dimensionado de apoyos de neopreno en puentes. Ing. Roberto Igoznikow. Censo de cargas en tránsito. Sr. Juan Lis. La sistematización electrónica de datos en el control de la gestión de la obra vial. Agrim. Adalberto Magram, Sr. Raúl Rodríguez y Sra. Olga E. Colombo. Nuevos aspectos en materia de derecho administrativo disciplinario con motivo de la vigencia de la ley 7575. Dr. Osvaldo H. Suriani.
100. Ley de autarquía de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, Nº 7943/972 y su Reglamentación Nº 922/73. 1973.
101. Estructura orgánico-funcional de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, 1973.
102. Régimen de Coparticipación Vial para las Municipalidades. Decreto-Ley 8071 de fecha 21-V-973 y su Reglamentación, Decreto 5048 de fecha 24-VII-975.
103. Seminario sobre medios y objetivos de la obra vial, Julio 1977.
104. Plan Vial 1977-979. Junio 1977.
105. Actividad Vial (lapso abril/977 - abril/973).

## OTRAS EDICIONES

- Plan vial de la provincia de Buenos Aires. Años 1959-1963. Tomos I y II. Síntesis, memoria, descripción, factores considerados, longitud, red primaria y secundaria, comparaciones, estudio económico tránsito, índices económicos. obras 1ª, 2ª y 3ª ed.
- Primer Simposio de Banquinas. 1959.
- Segundo Simposio de Banquinas. 1960.
- Normas Técnicas de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires 1961.
- Primer Simposio del Equipo Vial. 1960. Agotado.
- Cálculo gráfico de cotas medias de base de terraplén y prétaques. Ing. María A. Fornari, 1936.
- Planilla 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. 1960.
- Boletín Bibliográfico. mensual, números 1 al 202.
- Revista "Vialidad", trimestral, números 1 al 72.