

# CARRETERAS

ISSN 0325 0296

Asociación Argentina de Carreteras

Año XXVII/Nº 101/Enero - Marzo 1982



Por Más y Mejores Caminos

# Shell Rimula CT

## Más tiempo de vida fuerte para motores diesel.



Los elefantes tienen una fuerza colosal. Su vehículo también. La naturaleza dotó sabiamente a los paquidermos de todo lo necesario para que su fortaleza perdure a través de los años.

Y Shell -también sabiamente- pensó en su motor. Para que sea un coloso por más años. Así nació el aceite Shell Rimula CT. Especial para los más fuertes de la ruta. El aceite Shell Rimula CT es indispensable si su vehículo:

- Trabaja con la carga máxima.
- Circula por caminos difíciles.
- Es usado en zonas con temperaturas extremas.
- Tiene motor de nuevo diseño o sobrealimentado.
- No debe quedarse nunca en la ruta.

El aceite Shell Rimula CT provee máxima

confiabilidad y protección. Lo desarrolló la tecnología de Shell para equipos diesel pesados o que soportan condiciones severas de trabajo. Ideal para los equipos de obras viales, construcciones, camiones pesados, ómnibus y flotas mixtas.

### El prestigio de una marca

La confiabilidad que le brinda el aceite Shell Rimula CT se apoya en el respaldo de la empresa líder mundial en experiencia e investigación sobre lubricantes. Úselo para que su vehículo viva más tiempo, como los elefantes.

Y con más fuerza. Shell Rimula CT. Disponible en todas las estaciones de servicio y agencias

Shell, en los grados SAE 10 W, 20/20 W, 30, 40 y 50. Shell Compañía Argentina de Petróleo S.A. Asesoramiento técnico: Av. Roque Sáenz Peña 788 (1383) Capital Federal.



## SEMINARIO SOBRE TRANSPORTE VIAL

El Departamento de Transporte e Hidráulica y la Escuela de Graduados de la Facultad de Ingeniería de Rosario, han organizado para el presente año, un Seminario sobre Transporte Vial, a dictarse en la sede del mencionado Departamento.

Los objetivos de este Seminario consisten en la elaboración de una técnica que responda a las reales necesidades del proyecto de la infraestructura del transporte carretero en el área del diseño geométrico, acorde con la evolución de la tecnología vial, el desarrollo del vehículo automotor y las necesidades de la seguridad vial.

El Director del Seminario es el Ing. Guillermo A. Cornero, quien desarrollará el curso en conjunto con los siguientes profesores: Ingros. Gustavo Gardebled, Jorge Páramo, María E. Piantanida, Liliana Ruiz, Mario Venezia y Agr. Jorge A. Parent.

La duración del Seminario abarcará desde el 1º de abril al 3 de diciembre y su programa cubrirá los siguientes principales tópicos:

- 1) Características superficiales de las calzadas.
- 2) El conductor.
- 3) Análisis de la seguridad vial.
- 4) El vehículo automotor. Mecánica de la locomoción.
- 5) Circulación vehicular sobre rampas.
- 6) Diseño geométrico vial.



## PUBLICACION SOBRE SEGURIDAD VIAL

La Asociación Argentina de Carreteras acaba de editar el volumen "Seminario sobre Seguridad Vial", en el que se han publicado los trabajos expuestos en ese Seminario realizado en el mes de octubre último por nuestra entidad.

Los asociados de la categoría "A", socios individuales, podrán retirar de nuestra sede un ejemplar de esta publicación, la que se entregará sin cargo alguno.

## La Argentina Sede del XIV Congreso Panamericano de Carreteras

DE ACUERDO CON LO RESUELTO DURANTE EL XIIIº CONGRESO PANAMERICANO DE CARRETERAS —CONFERENCIA ESPECIALIZADA DE LA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS (OEA), CELEBRADO EN CARACAS, VENEZUELA, EN DICIEMBRE DE 1979, SE LLEVARA A CABO EN BUENOS AIRES ENTRE EL 3 Y EL 7 DE MAYO VENIDERO EL XIVº CONGRESO.

Los temas a tratar en el Décimo-cuarto Congreso Panamericano de Carreteras, abarcan toda la gama de la ingeniería vial, desde el proyecto, construcción y conservación de los caminos, hasta tópicos tan importantes como la seguridad vial y el problema energético para el autotransporte de pasajeros y cargas.

El temario a tratar en el mismo, surge de la labor que hasta mayo de 1982 —fecha de realización del Congreso—, desarrollen las tres Comisiones Técnicas del mismo y que son: Comisión I - Planificación Vial; Comisión II - Ingeniería, Construcción y Conservación Vial; y Comisión III - Operación Vial.

Dichas comisiones en sus reuniones periódicas desarrollaron los temas encomendados por el Décimo-tercer Congreso, destacándose entre los mismos los siguientes tópicos: a) Aplicación de las técnicas de la fotogrametría y fotointerpretación con los proyectos de carreteras, b) Guía Panamericana de procedimientos para la supervisión y control de la construcción de carreteras, c) Manual Interamericano de Mantenimiento Vial, d) Disposiciones para uniformar los pesos y dimensiones de los vehículos de carga, e) Centros nacionales sobre estudios de transporte, f) Programa de prevención de accidentes, g) Integración de las ta-

reas del CIES, los Congresos Panamericanos de Carreteras y la Secretaría General de la O.E.A., h) Estudios y evaluación de la incidencia de la crisis energética en el transporte de carreteras, i) Manual de evaluación económica de prioridades en la reconstrucción de pavimentos, tema este para el cual la Argentina es coordinador del Grupo de Trabajo, etc.

Al igual que en todos los Congresos Panamericanos de Carreteras, podrán concurrir a este Congreso, los representantes oficiales de todos los países miembros de la Organización de Estados Americanos y en cuanto a los asistentes correspondientes a nuestro país, además de la representación oficial, podrán asistir en carácter de delegados observadores, funcionarios de los organismos viales provinciales, de las municipalidades, universidades y de entidades vinculadas al quehacer vial.

La DIRECCION NACIONAL DE VIALIDAD atendiendo el alto nivel técnico que alcanzará el Décimocuarto Congreso Panamericano de Carreteras, como así también la importancia y trascendencia que para la República Argentina significa ser el país sede y organizador del mismo, propició el dictado del Decreto número 1055/80, declarándolo de Interés Nacional por parte del Poder Ejecutivo Nacional.

# la Construcción

SOCIEDAD ANONIMA COMPAÑIA ARGENTINA DE SEGUROS

Paseo Colón 823 — Buenos Aires

Tel. 362-9625—5388

30-1138—8464—2708



## La ruta de máxima seguridad.

AL SERVICIO DE TODAS LAS  
EMPRESAS CONSTRUCTORAS  
DEL PAIS

## EDITORIAL

### Un Anuncio Auspicioso

A todos aquellos que de un modo u otro están vinculados con persistente dedicación a la tarea vial, les habrá causado indudable satisfacción las expresiones del Secretario de Estado de Obras Públicas Ing. Enrique Finocchietti señalando el firme propósito de intentar restaurar la autarquía de la Dirección Nacional de Vialidad.

Estos conceptos recientemente reiterados por el Administrador General de Vialidad Nacional, Ing. Julio César Caballero (h) muestran una actitud coherente con el tema, quizás de los más preocupantes en el ámbito caminero y de hecho estrechamente vinculado a la trayectoria de los organismos viales del país.

Uno de los períodos más fecundos de la Dirección Nacional de Vialidad y de muchas vialidades provinciales, caracterizado por su acentuado dinamismo, ocurre después de la sanción de la ley 11.658, a fines de 1932. Y no es ajena a esta circunstancia la forma otorgada al organismo vial al constituirlo como una entidad autárquica, con plena capacidad financiera.

De este período surgen grandes realizaciones en caminos y puentes dentro de una red vial integrada a lo largo y ancho del país, la que aún sirve, con lógicas modificaciones, de basamento a la circulación terrestre por carreteras. En 1956, la ley 505 devuelve a Vialidad Nacional su autarquía anulada años atrás y corrige las bases financieras de modo orgánico y racional.

Gran parte del éxito de Vialidad Nacional fue posible gracias a las inteligentes disposiciones de aquellas leyes dotando y preservando al cuerpo director del organismo, compuesto con hombres representativos de diferentes regiones del país y de importantes actividades privadas estrechamente vinculadas al quehacer vial, todo ello completado con esquema financiero sustentado principalmente en recursos genuinos aportados por los usuarios de las carreteras a través del consumo de combustibles, en tal medida que permitió desarrollar amplios programas de construcción y mantenimiento de caminos.

Estos sanos principios fueron vulnerados al modificarse la estructura básica de Vialidad en desmedro de la eficiencia y ejecutividad demostrada. Se alteró el sistema de conducción, se perdió la autarquía y se redujeron los recursos viales diluyendo la autonomía financiera y el poder de decidir y resolver los problemas y necesidades sectoriales, respetando el interés general, y los lineamientos del Gobierno. Los esfuerzos desarrollados en muchas oportunidades por

## SUMARIO

	Pág.
VARIOS .....	1
EDITORIAL: UN ANUNCIO AUSPICIOSO	3
CICLO DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE PUENTES	
Coordinador: Ing. Roberto A. Maglie ...	4
UTILIZACION DE LAS OBRAS VIALES PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS EN AREAS DE LLANURA.	
Por el Ing. Benicio S. Szymula .....	15
INFORMACIONES DE VIALIDAD NACIONAL .....	22 y 23
LA SOLUCION DEL PROBLEMA DE LOS PASOS FERROVIARIOS A NIVEL EN LA CAPITAL FEDERAL.	
Por los Ings. Juan P. Martínez y Román Nadal .....	27
SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA PAVIMENTACION EN AMERICA LATINA.	
Por el Ing. Marcelo J. Alvarez .....	35
VIALIDAD AMERICANA. ACTUALIDAD INFORMATIVA .....	39
INFORMACIONES DE VIALIDADES PROVINCIALES .....	42

los hombres encargados de la Administración no pudieron compensar estas falencias.

Durante mucho tiempo organizaciones y entidades representativas reclamaron infructuosamente el retorno al equilibrio funcional de antaño. Vanos han sido hasta ahora las gestiones encaminadas para devolver a las Vialidades del país los recursos que requiere la compleja y apremiante tarea de mantener una extensa red caminera en óptimas condiciones.

Es por eso que resulta auspicioso escuchar los anuncios mencionados que, por provenir de fuentes autorizadas y directamente interesadas en el problema, reanima la esperanza de que una vez por todas, se reordene la acción vial desde bases orgánicas permitiendo retomar el ímpetu de tiempos pasados ya que, por otra parte, las fuerzas productivas conservan en gran medida sus estructuras dispuestas a colaborar en la ingente tarea de dotar al país de una red de caminos remozada y adecuada a las necesidades socio económicas y a la prioritaria contribución de la defensa nacional.

# Ciclo de Mantenimiento y Rehabilitación de Puentes

Coordinador: Ing. Roberto A. Maglie, de la Dirección Nacional de Vialidad

## TERCER TRABAJO:

En esta tercera entrega del ciclo se aborda el tema "Protección de pilas de puentes contra choques de embarcaciones", trabajo que forma parte de las Protecciones Especiales, anticipadas en el primer trabajo del ciclo ("Carreteras" 99).

Las pilas de puentes en vías navegables no están diseñadas, en general, para absorber la energía de choque de embarcaciones de gran desplazamiento.

El incremento del tránsito naviero acaecido en los últimos años, ha aumentado la posibilidad de accidentes entre barco y puente, tal como se puede apreciar en la colaboración que más abajo se desarrolla. Esto ha movido a las autoridades responsables de las Obras de Arte a considerar prioritario el emplazamiento de protecciones que resguarden la cuantiosa inversión que ellas significan. En nuestro medio, los principales puentes son atirantados, en donde, el impacto en una pila puede significar la inutilidad o colapso de toda la obra principal.

Y, además, el problema no se circunscribe a la sola protección del puente. Está también el buque, el que obliga a considerar su preservación en atención a las vidas de sus tripulantes, su costo, su carga, etc., lo que

exige de los proyectistas un criterio no solamente ingenieril, sino social y humano.

Estos aspectos de la cuestión le han otorgado al tema visos polémicos, en donde no son raras posiciones antagónicas en la formulación de proyectos, como las que derivan, por ejemplo, de la confrontación entre defensas flotantes y rígidas.

Otros aspectos, como ser, confiabilidad, obstrucción del canal navegable y costos suficientemente elevados como para meditar sobre la luz principal del puente, implican elecciones complejas no sólo para los proyectistas, sino en modo especial para el comitente.

Los autores han publicado en "Die Bautechnik", 10-11-1981, un extenso trabajo sobre el tema: "Zum Schutz von Brückenpfeilern gegen Schiffsanprall, dargestellt am Beispiel der Brücken Zárate-Brazo Largo über den Paraná (Argentinien)"; en el presente, pasan revista, sintéticamente, y por razones de espacio, a los principales sistemas de protección —a sus ventajas y desventajas— y a las bases que reglan el dimensionamiento, configurando un aporte positivo para la búsqueda de soluciones en un tema de relevante importancia en la preservación de la vida de los puentes.



## Protección de Pilas de Puentes Contra Choques de Embarcaciones

Por los Diplos. Ings. Reiner Saul y Holger Svensson

Leonhardt und André, Gemeinschaft Beratender Ingenieure VBI (Ingenieros Consultores Asociados)  
Stuttgart, Alemania Occidental.

### INDICE

- |        |  |        |   |        |  |
|--------|--|--------|---|--------|--|
| 0.     | Sinopsis.  | 2.1.3. | Absorción de energía mediante cables metálicos o de plástico. | 2.3.   | Sistemas protectores rígidos con defensas. |
| 1.     | Introducción.  | 2.1.4. | Absorción de energía mediante anclas deslizantes.             | 2.4.1. | Generalidades.                             |
| 2.     | Sistemas protectores.                                  | 2.1.5. | Barcos o pontones anclados.                                   | 2.4.2. | Defensas.                                  |
| 2.1.   | Sistemas protectores flotantes.                        | 2.1.6. | Crítica a los sistemas flotantes.                             | 2.4.3. | Infraestructura.                           |
| 2.1.1. | Generalidades.   | 2.2.   | Cajones sumergibles deslizantes.                              | 2.5.   | Sistemas protectores rígidos sin defensas. |
| 2.1.2. | Absorción de energía mediante amortiguadores de plomo. |        |   | 2.6.   | Protección mediante islas artificiales.    |
|        |  |        |   | 3.     | Bases de dimensionamiento.                 |

- 3.1. Acerca la teoría del choque de embarcaciones.
  - 3.1.1. La mecánica del choque.
  - 3.1.2. La energía de colisión a transformar en el caso de un choque contra una pila.
  - 3.1.3. Posibilidades de transformación de energía.
  - 3.1.4. Esfuerzos para el choque perpendicular contra una pila rígida.
- 3.2. Acerca del tamaño, la velocidad y la dirección del barco de diseño.
4. Resumen.

#### Planillas.

1. Posición relativa del lugar de colisión respecto a la luz principal para algunas colisiones de gravedad.

### ILUSTRACIONES

- Ilustración 1: Crecimiento de la Flota Mercantil Mundial, según (1).
- Ilustración 2: Protección flotante para el puente Taranto en Italia, según (10).
- Ilustración 3: Protección para una plataforma de taladro en el canal Akashi en Japón, según (11).
- Ilustración 4: Protección con anclas deslizantes para los puentes Honshu - Shikoku en Japón, según (12).
- Ilustración 5: Protección con cables de nylon para el puente Tasman en Australia, según (13).
- Ilustración 6: Distribución de energía entre el barco que colisiona y el protector.
- Ilustración 7: Funcionamiento de protecciones flotantes para formas típicas de la proa, según (13).
- Ilustración 8: Cajón sumergible deslizante para el puente Bahrain Cause Way, según (14).
- Ilustración 9: Protección con pilotes verticales para el puente Tasman en Australia, según (13).
- Ilustración 10: Protección con pilotes inclinados para el puente Tasman en Australia, según (13).
- Ilustración 11: Atagua circular, según (15).
- Ilustración 12: Esquema de colisión excéntrica contra plataformas de protección sobre pilotes.
- Ilustración 13: Funcionamiento de islas artificiales en base a ensayos sobre modelo según (16).
- Ilustración 14: Relación entre la energía a absorber  $\Delta w$  y el volumen metálico deformado R, para la colisión de dos barcos, según (17).

Ilustración 15: Esfuerzo de choque P en función del tiempo para choques entre modelos del buque de pasajeros Bremen y del carguero con propulsión nuclear Otto Hahn, según (21).

Ilustración 16: Relación entre la energía de choque  $\Delta E$  y la extensión del daño e, según ensayos en escala natural con el petrolero Esso Malaysia, según (16).

Ilustración 17: Porcentaje  $\eta$  de la energía de colisión a absorber por la pila, en dependencia del ángulo de colisión  $\alpha$  y del coeficiente de fricción  $\mu$ .

Ilustración 18: Posibles diagramas de trabajo para absorber la energía de colisión.

Ilustración 19: Relación entre el esfuerzo de choque  $P_{MAX}$  (MN) y la capacidad portante (dwt) de cargueros, según (5).

Ilustración 20: Relación entre el desplazamiento (t), la capacidad portante (dwt) y el volumen (BRT), según (14).

### 0. Sinopsis.

Algunos accidentes graves recientes han evidenciado la necesidad de proteger pilas de puentes contra choques de embarcaciones.

Se describen los sistemas de protección más importantes y se dan las bases para su dimensionamiento. Finalmente se hacen recomendaciones para el diseño de puentes nuevos.

### 1. Introducción.

El notorio crecimiento de la flota mundial (Il. 1), y la necesidad de construir puentes sobre vías navegables muy transitadas —recurriendo a fundaciones sobre pilotes en aguas profundas— han producido una serie de catástrofes que han llamado el interés no solamente de los especialistas:

—El 9 de mayo de 1980, un carguero de 20.000 toneladas de desplazamiento se desvió durante una tormenta del canal de navegación del puente Sunshine Skyway en St. Petersburg, Florida, EE. UU., de 264 metros de ancho, y chocó contra una pila del viaducto, haciendo caer al agua unos 400 metros de la superestructura. Murieron 33 personas en el accidente (2).

—El 18 de enero de 1980, un carguero de 15.000 toneladas chocó en

una noche neblinosa contra el arco del puente Almö en Suecia, de 278 metros de luz, provocando el derrumbe de todo el puente y matando a 8 personas.

—El 13 de octubre de 1979, un carguero de 30.000 toneladas chocó contra el primer viaducto al lado del puente ferroviario levadizo —de 152 metros de luz y abierto en el momento del accidente— sobre el Burrard Inlet en Vancouver, B. C., Canadá, haciendo caer al agua un extremo del viaducto. (3)

En (4) se describen 16 accidentes similares ocurridos antes de 1966, y en (5) 21 accidentes ocurridos entre 1966 y 1977. Sólo en EE. UU. se han producido, en los últimos años, 11 colisiones entre barcos y puentes que produjeron daños materiales importantes y causaron la muerte de casi 100 personas.

Los daños producidos por colisiones de barcos sobrepasan claramente los producidos por viento, olas, cargas útiles excesivas, descarrilamiento o terremotos. Cabe destacar, que la mayoría de los accidentes no se produjo en los puentes principales, sino en los viaductos. (Planilla 1.)

Las causas fundamentales de los accidentes son: mal funcionamiento de la propulsión o del mando, deficiente visibilidad, inconvenientes en la navegación debida a viento, corrientes fuertes, mareas, etc., y, por sobre todo, fallas humanas.

### 2. Sistemas protectores.

La siguiente descripción de los distintos sistemas protectores está ordenado según la elasticidad de los mismos.

#### 2.1. Sistemas protectores flotantes.

##### 2.1.1. Generalidades.

Los sistemas flotantes absorben la energía del barco con esfuerzos pequeños y carreras grandes y vencen la profundidad del agua mediante estructuras traccionadas económicas.

Los sistemas flotantes difieren por las instalaciones de absorción de energía, por su protección contra las colisiones y por la construcción y el anclaje de los elementos traccionados.

##### 2.1.2. Absorción de energía mediante amortiguadores de plomo.

Uno de los pocos sistemas protectores flotantes está instalado en el

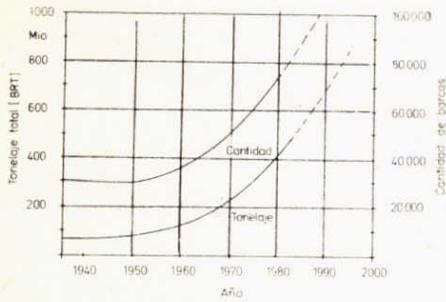


Ilustración 1: Crecimiento de la Flota Mercantil Mundial, según (1).

puente sobre el Mare Piccolo cerca de Taranto, Italia (10). Consiste de cadenas de sujeción tendidas entre boyas que a su vez están ancladas —mediante cadenas con 5 amortiguadores de plomo intercalados— a bloques de hormigón. (2).

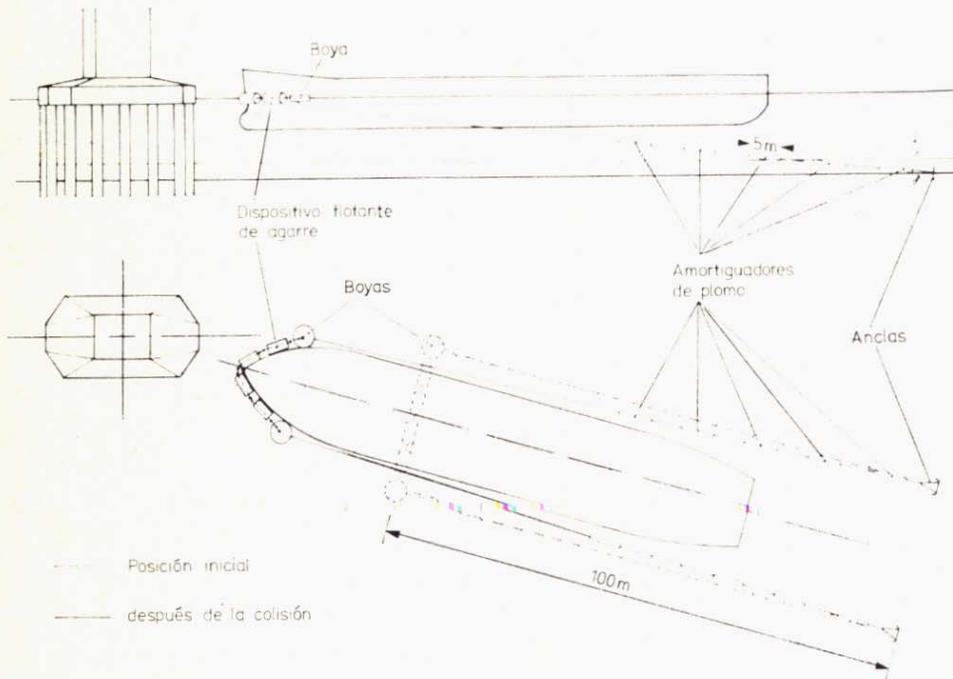


Ilustración 2: Protección flotante para el puente Taranto en Italia, según (10).

Dichos amortiguadores consisten de una barra de tracción que puede deslizarse en un pistón y que absorbe la energía mediante deformación plástica del relleno de plomo. Los amortiguadores deben reemplazarse, consecuentemente, después de una colisión.

Dicha protección ha sido dimensionada para barcos de hasta 15.000 toneladas circulando con velocidades hasta 3,1 m/s. Debe frenar un barco con esas características con una deceleración de 0,2 m/s<sup>2</sup> correspondiendo a un esfuerzo de 320 to-

PLANILLA 1

Posición relativa del lugar del choque respecto a la luz principal, para algunas colisiones de gravedad.

Puente	País	Año	Pila principal	Pila	Bibliografía
Severn Railway	Inglaterra	1960		X	[4]
Richmond - San Rafael	E.E.U.U.	1961	X		[4]
Outerbridge	E.E.U.U.	1963	X		[4]
Sorsund	Noruega	1963		X	[4]
Maracaibo	Venezuela	1964		X	[4]
Chesapeake Bay	E.E.U.U.	1970		X	[6]
Chesapeake Bay	E.E.U.U.	1971		X	[5]
Sidney Lanier	E.E.U.U.	1972		X*	[7]
Mount Hope	E.E.U.U.	1975	X		[5]
Tasman	Australia	1975		X	[8]
Fraser River	Canadá	1975		X	
Grand Narrows, CNR	Canadá	1975	X		[5]
Chesapeake Bay	E.E.U.U.	1976		X	[5]
Pass Manchac	E.E.U.U.	1976			
Benj. Harrison Memor.	E.E.U.U.	1977			[9]
Union Avenue	E.E.U.U.	1977	X		[5]
Burrard Inlet, CNR	Canadá	1979		X*	[3]
Sunshine Skyway	E.E.U.U.	1986		X	[1]

\* Choque contra una superestructura lateral.

neladas y a una carrera de aproximadamente 30 metros.

2.1.3. Absorción de energía mediante cables metálicos o de plástico.

Para la protección temporal de una plataforma de taladro trabajando en el canal Akashi en Japón, la Yokohama Rubber Company ha desarrollado un sistema protector flotante anclado en profundidades de 50 metros. (II. 3).

Consistía de:

- los dispositivos de agarre, cables de hilos paralelos de 169 hilos  $\phi$  7 mm dentro de cilindros de goma de 2 metros de diámetro;
- las boyas principales y secundarias;
- las cadenas de anclaje inclinadas, de 95 mm de diámetro, fijadas a anclas de hierro fundido.

En caso de una colisión, el cable de agarre y las cadenas de anclaje afectadas iban a tensarse, absorbiendo elásticamente la energía de colisión. Después de la colisión recuperaría su forma original.

Dicho sistema se había diseñado para barcos hasta 2.000 dwt circulando con velocidades hasta 5 m/s,

y para ángulos de colisión de hasta 15°. Después de la colisión del barco "Lawe Illawara" contra el puente Tasman en Australia, ocurrido el 5 de enero de 1975, se han analizado varios sistemas protectores contra colisiones futuras.

Uno de dichos sistemas consistía (13), (Il. 4), de:

- los dispositivos de agarre flotantes, 4 cables de nylon revestidos y tendidos entre boyas;
- los cables de retención de nylon, de 300 metros de longitud;
- los cables y contrapesos de tensado.

Dicha protección se había diseñado para barcos de 35.000 toneladas circulando con velocidades de 4 m/s. En caso de una colisión, después de una deformación inicial de 35 m los cables de anclaje iban a alargarse en unos 35 % y a tomar un esfuerzo de 350 toneladas.

#### 2.1.4. Absorción de energía mediante anclas deslizantes.

La entidad responsable para la construcción de los puentes Honshu-Shikoku, en Japón, ha desarrollado un sistema de amortiguación indirecto. Consiste en un sistema de agarre flotante y dos boyas que están ancladas, mediante cadenas verticales, a bloques de hormigón. (12) (Il. 5).

En el caso de una colisión, se tensan el agarre flotante y las cadenas de anclaje y se hunden las boyas. Al superarse la fricción de los bloques de ancla, los mismos empiezan a deslizarse. Después de la colisión, consecuentemente, deben volverse a su posición inicial.

Es dimensionante para la capacidad del sistema, entonces, el coeficiente de fricción entre el bloque de anclaje y el cauce del río que debe determinarse mediante ensayos y que está en el orden de 0,5.

#### 2.1.5. Barcos o Pontones anclados.

Durante la construcción del puente Carquinez Strait en EE. UU. se han usado 4 barcos anclados como protección temporal de las pilas principales.

Los barcos o pontones absorben la energía de colisión total mediante:

- deformación plástica del barco que colisiona y del barco o pontón anclado;
- inmersión o rotación del pontón;

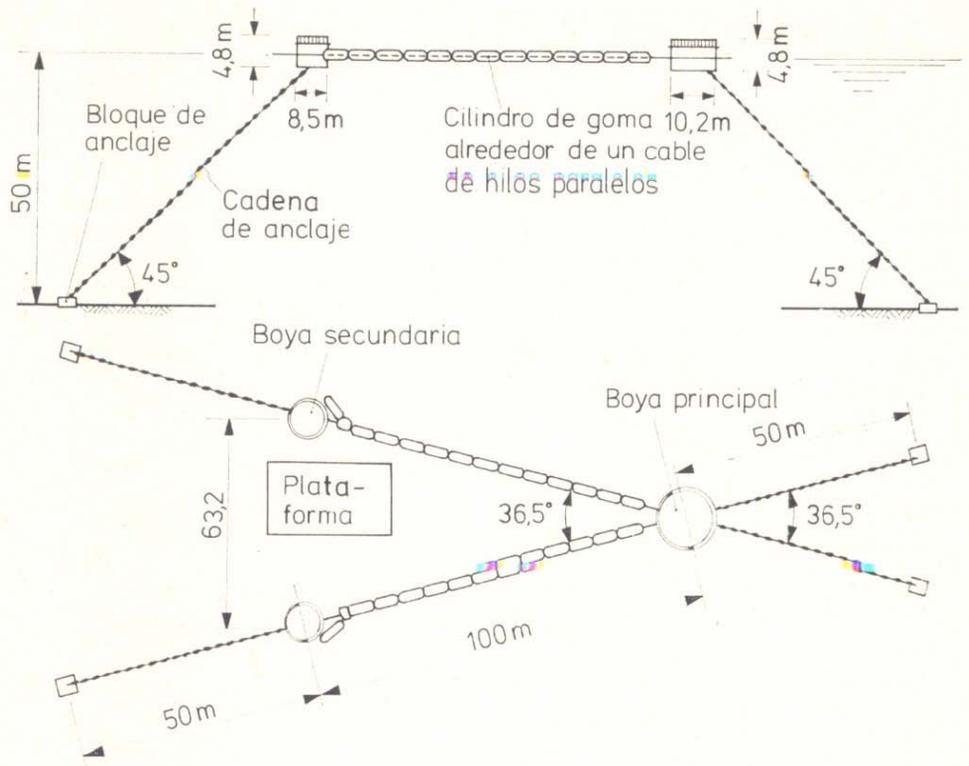


Ilustración 3: Protección para una plataforma de taladro en el canal Akashi en Japón, según (11).

- desplazamiento del agua que rodea el pontón;
- fricción y deformación de los anclas.

Los anclajes en la popa y la proa deben dimensionarse en forma tal, que pueden tomar, en caso de una

colisión excéntrica, el esfuerzo de choque individualmente.

Para mantener los esfuerzos de ancla dentro de ciertos límites, la masa de los pontones debe ser grande (Il. 6), dándose así un límite económico a dicho sistema.

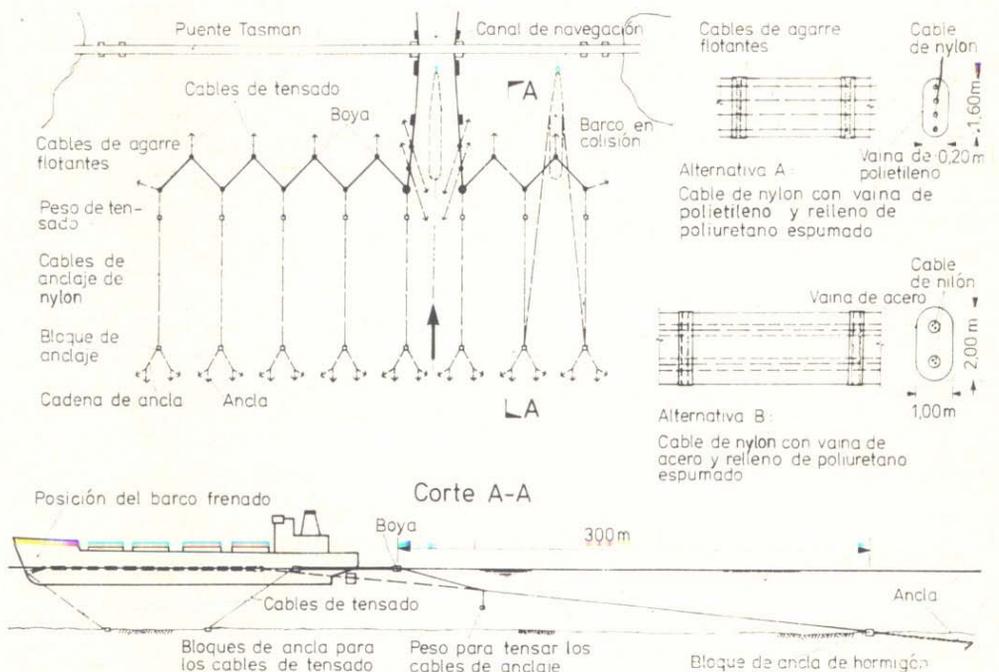


Ilustración 4: Protección con anclas deslizantes para los puentes Honshu-Shikoku en Japón, según (12).

### 2.1.6. Crítica a los sistemas flotantes.

El riesgo más grande de los sistemas protectores flotantes está dado por la posibilidad que pueden ser suprimidos o cortados por la proa del barco (Il. 7). Los cables o las cadenas de anclaje de barcos o pontones pueden ser cortados también si no se fijan por debajo del flotador.

Además, los sistemas protectores flotantes —especialmente sus cables de anclaje— requieren un mantenimiento permanente debido al ataque corrosivo del agua. Donde existe una erosión importante del cauce del río, los cables deben ajustarse periódicamente.

La inseguridad de los sistemas flotantes está mejor ilustrada por el puente Hood Canal en Seattle, EE. UU. Dicho puente, construido en 1961, consistía de pontones de hormigón armado, de 110 metros de largo y 15 metros de ancho, anclados mediante cables metálicos de 45 mm de diámetro. Trece de dichos pontones se hundieron, durante una gran tormenta en febrero de 1979.

### 2.2. Cajones sumergibles deslizantes.

Como protección de las pilas al lado de la luz principal del puente Bahrain Causeway —que unirá la isla Bahrein con Arabia Saudita— se han propuesto, en principio, cajones sumergibles de hormigón armado, rellenos con arena y fundados sobre un balastado de piedras. (14) (Il. 8).

Estaba previsto que la energía de impacto deformaba primero la proa del barco para hacer más tarde deslizar el cajón sobre el balastado. Después de un choque, por lo tanto, hubiese sido necesario vaciar el cajón, volverlo a su lugar original y llenarlo nuevamente con arena.

### 2.3. Sistemas protectores sobre pilotes.

Pilotes individuales y grupos de pilotes (duques de Alba) de madera, acero y hormigón se usan hace mucho tiempo para el amarre de barcos.

Contrariamente al sistema de amarre —donde los pilotes toman elásticamente reducida energía— en caso de una colisión, la mayor parte de la energía debe absorberse mediante deformaciones plásticas de los pilotes.

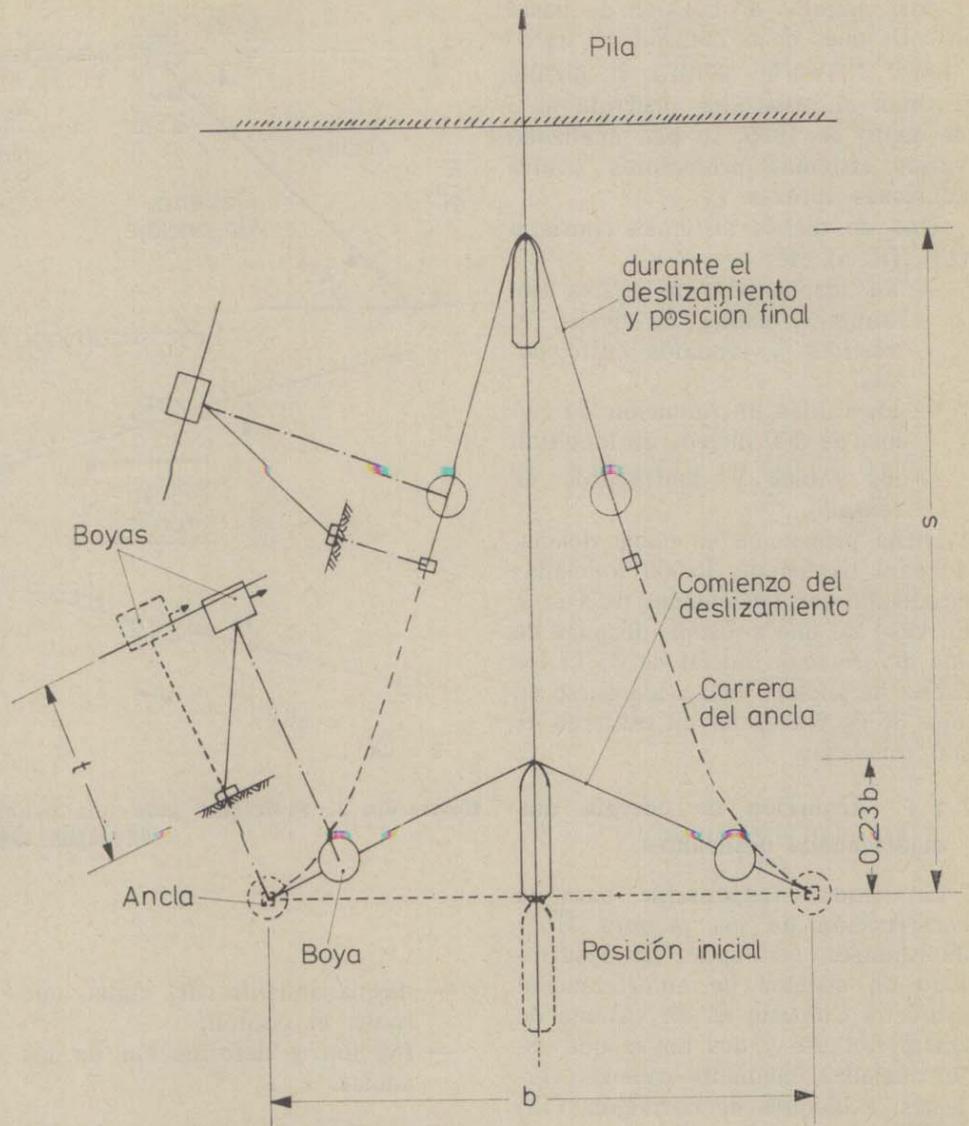


Ilustración 5: Protección con cables de nylon para el puente Tasman en Australia, según (13).

Protecciones sobre pilotes se han diseñado, p. e., para el puente Tasman en Australia (13). Un sistema consistió en pilotes verticales de hormigón pretensado, empotrados debajo en roca y en la parte superior en una viga cabezal. (Il. 9). Bajo la energía de colisión de diseño, se dio una deformación plástica de 5 metros, lo que hubiese requerido, después de un choque, el recambio completo de la protección.

El otro sistema consistía en una viga de agarre en forma de V sobre caballetes formados por dos pilotes verticales comprimidos y un pilote inclinado traccionado. (Il. 10).

El primer sistema no es adecuado para aguas profundas —debido a los importantes momentos flectores— y el segundo para terrenos limosos —debido a la inseguridad respecto a la fricción circunferencial.

### 2.4. Sistemas protectores rígidos con defensas.

#### 2.4.1. Generalidades.

En dichos sistemas, la energía de colisión total está prácticamente tomada por una capa elástica (defen-

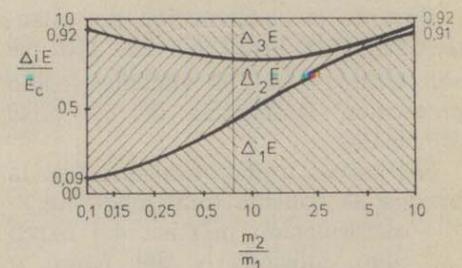


Ilustración 6: Distribución de energía entre el barco que colisiona y el protector.

sa), produciéndose daños mínimos en el barco. El esfuerzo de reacción está transmitido, mediante una infraestructura rígida, al suelo.

#### 2.4.2. Defensas.

Las defensas pueden ser de acero, **madera o goma**. Deben dimensionarse en forma tal, que la presión de colisión sobre el casco del barco no supere las 20 toneladas por metro cuadrado.

Para los puentes Honshu Shikoku, en Japón, se han diseñado defensas metálicas en forma de un cuello reticulado. Pero según se sabe, dicho desarrollo todavía no está terminado.

Defensas de madera pueden absorber grandes energías de colisión mediante deformaciones en el régimen plástico. Se dotan de una chapa metálica externa que distribuye la carga de colisión y que evita que el barco se enganche con la defensa. Son económicos, normalmente disponibles a corto plazo y madera dura bien protegida prácticamente no requiere mantenimiento alguno.

Las defensas de goma trabajan en el régimen elástico, a corte, flexión o tracción. Las más grandes fabricadas hasta el momento tenían un diámetro de 4 metros y una longitud de 12 metros y podían absorber una energía de 530 toneladas metros.

Para defensas de menor importancia se han diseñado también sistemas que trabajan en el régimen plástico, p. e. tubos metálicos ondulados.

#### 2.4.3. Infraestructura.

Para facilitar su mantenimiento, las defensas se hallan normalmente encima del agua. Se fijan a plataformas que están en voladizo de la fundación propiamente dicha, por lo menos 3 metros para evitar que los barcos choquen directamente contra la fundación.

Las plataformas pueden tener —según la situación geométrica— formas trapezoidal o triangular (con las esquinas redondeadas). Son normalmente de hormigón armado o pretensado.

La fundación de la plataforma puede ser la misma fundación de la pila a proteger —como, por ejem-

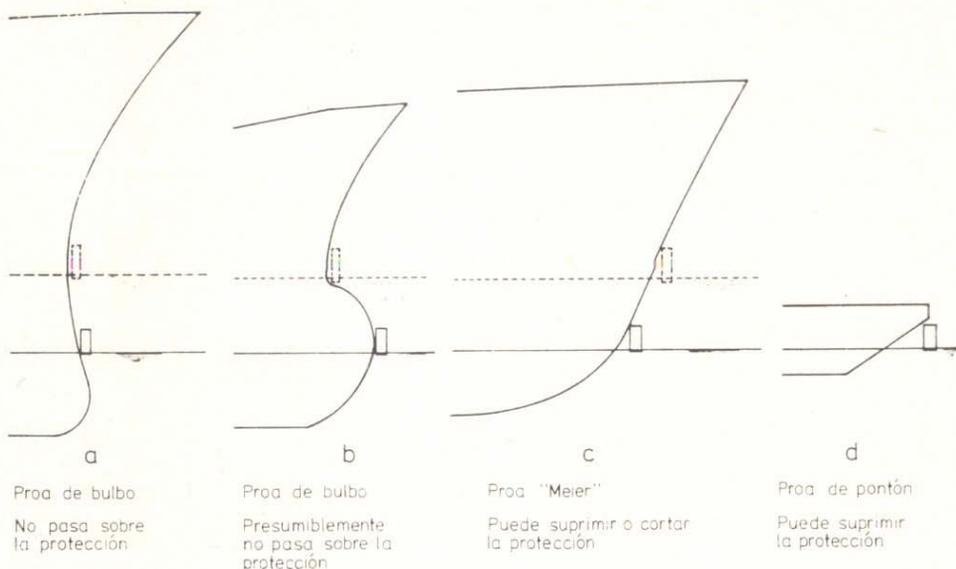


Ilustración 7: Funcionamiento de protecciones flotantes para formas típicas de la proa, según (13).

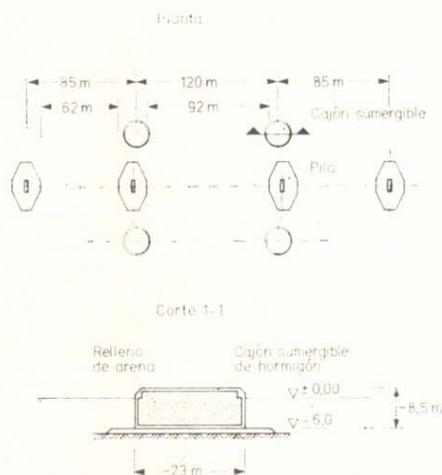


Ilustración 8: Cajón sumergible deslizante para el puente Bahrain Cause Way, según (14).

riantes anteriores. Teniendo en cuenta la posibilidad de una colisión excéntrica, fundaciones con rigidez torsional son normalmente más económicas que las mismas sin rigidez torsional. II. 12).

#### 2.5. Sistemas protectores rígidos sin defensas.

A dicho tipo de protección pertenecen, p. e., los ataguías circulares como se han construido para los puentes Outer Bridge en Nueva York, Río Niteroi, Brasil y Betsy Ross sobre el río Delaware en EE. UU.

Consisten de un tablestacado lleno de arena o gravilla. Se dotan en su tope de una placa rigidizante de hormigón y son una solución adecuada para suelos buenos y aguas no demasiado profundas.

Para facilitar su mantenimiento, las defensas se hallan normalmente encima del agua. Se fijan a plataformas que están en voladizo de la fundación propiamente dicha, por lo menos 3 metros para evitar que los barcos choquen directamente contra la fundación.

En este último caso se pueden aplicar, según las condiciones locales, los conocidos sistemas de fundación tales como pilotes, cajones sumergibles, y también ataguías de tablestacado relleno de gravilla (II. 11), entramados metálicos como se utilizan para las plataformas de taldro de altamar o una combinación de dos o más posibilidades de las va-

Una impresión de la resistencia de dichas ataguías circulares, la da la colisión entre un carguero de 50.000 toneladas, circulando a 4 m/s y una ataguía de  $\phi$  13,7 m, con una profundidad del agua de 11 m: el tablestacado se deformó 3,5 m y la proa del barco 1,5 m.

Otro ejemplo de una protección rígida es la fundación de la torre su-reña del puente Golden Gate en San Francisco. Dicha fundación se efectuó dentro de un coferdam con paredes de hasta 8,5 m de espesor, que más tarde sirvió como protección de la pila contra-choque de embarcaciones.

### 2.6. Protección mediante islas artificiales.

Islas artificiales ya se han construido para proteger pilas de varios puentes, p. e., el puente Westgate en Australia, el ya mencionado puente Taranto, en Italia, el puente Verrazano Narrows en Nueva York y el puente St. Nazaire en Francia.

Dichas islas consisten de arena, gravilla o cantos rodados, con una capa superior de piedras de gran tamaño. La energía de colisión está tomada por deformación de la isla y por el levantamiento del barco. (Il. 13) La ventaja de las islas artificiales es que combinan un alto grado de seguridad —establecido mediante ensayos sobre modelos realizados en EE. UU., Inglaterra, Francia y Dinamarca— con economía para aguas poco profundas (la profundidad está relacionada con el cubo al volumen de la isla).

Las islas frenan el barco suavemente, evitándose así daños de su casco. Otras ventajas son su gran vida útil; que requieren poco mantenimiento y que pueden repararse fácilmente después de una colisión.

La aplicación de las islas artificiales está limitada por el hecho que estrangulan la sección del río, aumentando su velocidad y la erosión de su cauce y consecuentemente, la probabilidad de colisiones.

### 3. Bases de dimensionamiento.

#### 3.1. Acerca de la teoría del choque de embarcaciones.

##### 3.1.1. La mecánica del choque de dos barcos.

El problema del choque de barcos se ha investigado, fundamentalmente para asegurar la idoneidad de los barcos mismos, especialmente de los grandes petroleros y de los barcos con propulsión atómica.

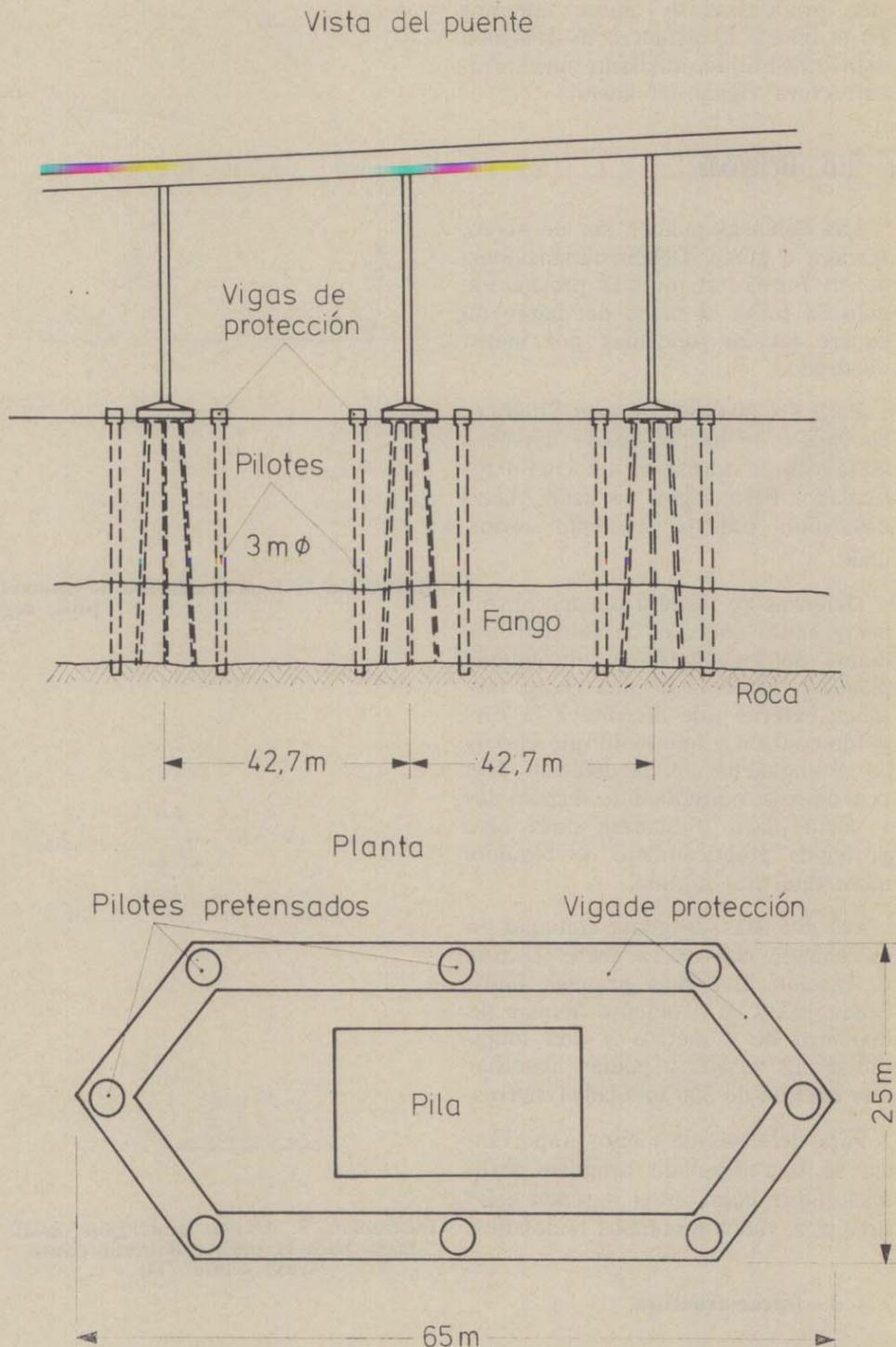


Ilustración 9: Protección con pilotes verticales para el puente Tasman en Australia, según (13).

El axioma de la conservación de energía se expresa en la fórmula de Minorsky (17), para el caso de una colisión entre un barco en movimiento y el otro detenido:

$$\Delta W = \Delta E,$$

$$\text{donde: } \Delta E = \frac{\mu}{\mu + 1} \cdot \frac{m_1 V_1^2}{2}$$

energía cinética que causa el daño, siendo:

—  $V_1$ : velocidad del barco que choca.

—  $m_1$ : masa del barco que choca (chocado)  $m_1$ , más la masa adicional hidrodinámica  $m''_1$ . En caso de una aceleración longitudinal del barco vale, para aguas profundas  $m'' = 0,05 m'$  y para aguas poco profundas  $m'' \approx 0,09$

m. Para una aceleración transversal, en cambio, puede ser  $m'' = 1,3 m'$ .

$$\mu = \frac{m_2}{m_1}$$

$$\Delta W = a \cdot R + b \quad (\text{II, 14})$$

siendo:

a, b: valores constantes

$$a = 47 \text{ MN m/m}^3$$

$$b = 32 \text{ MN m}$$

R: Volumen de la estructura metálica afectada por el choque.

La exactitud de la fórmula de Minskowski ha sido comprobada por resultados de colisiones reales y sobre modelos.

El esfuerzo de choque ( $P(t)$  es una función de la extensión del daño  $e(t)$  y depende fundamentalmente solo de la resistencia a deformaciones dinámicas de la zona afectada por el choque.

En base a 24 ensayos realizados por la GKSS (Gesellschaft für Kernenergieverwertung im Schiffsbau und Schifffahrt GmbH— Asociación para la aplicación de energía nuclear para barcos) con 12 modelos de barcos hasta una capacidad de 195.000 dwt, el esfuerzo de choque promedio:

$$P_m = \frac{\Delta E}{e} \quad (e = \text{extensión del daño,})$$

es aproximadamente constante durante la colisión (18). Al inicio de la colisión se da, durante 0,1 a 0,2 segundos, un valor máximo  $P_{max} \cong$

$2P_m$  (II. 15). Si el rasel de proa se llena con agua —que tiene un efecto rigidizante—  $P_m$  se incrementa en 50 % y  $e$  está reducido en la misma relación. (19), (II. 16).

### 3.1.2. La energía de colisión a transformar en el caso de un choque contra una pila.

En caso de una colisión oblicua de un barco contra una pila, solamente un porcentaje  $\eta$  de la energía cinética del barco se transforma en ener-

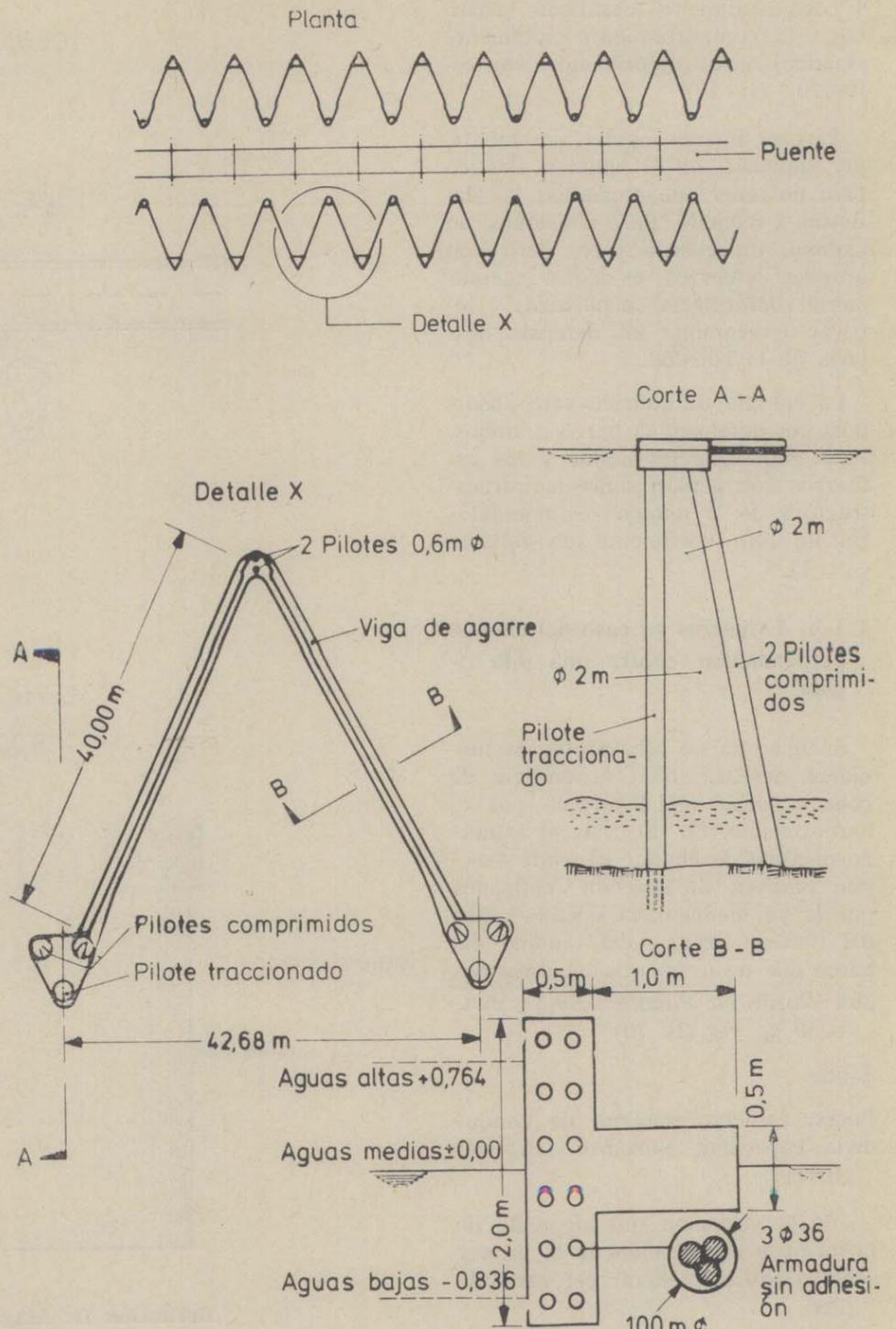


Ilustración 10: Protección con pilotes inclinados para el puente Tasman en Australia, según (13).

gía de deformación. Dicho porcentaje  $\eta$  depende fundamentalmente del ángulo de colisión  $\alpha$  y de la fricción  $\mu$  entre barco y pila, ver (II. 17).

### 3.1.3. Posibilidades de transformación de energía.

La energía cinética se transforma

durante la colisión en trabajo mecánico.

$$\Delta E = A$$

$$\Delta E = \int K \cdot ds$$

$$\Delta E = f_i \cdot K \cdot S$$

El coeficiente  $f_i$  depende del diagrama esfuerzo-carrera y está entre

1 comportamiento totalmente plástico),  $\frac{1}{2}$  (comportamiento netamente elástico) y 0 (deformación sin esfuerzo). (Il. 18).

Para el amarre regular, se trabaja, por supuesto, en el régimen elástico para no tener que recambiar las defensas a menudo. Para colisiones, en cambio, un evento raro, pero con grandes esfuerzos, es lógico aceptar ciertas deformaciones plásticas y reparar o recambiar las defensas después de la colisión.

La energía de colisión está absorbida por defensas, el barco o ambos. Para minimizar los daños y los esfuerzos que actúan sobre la infraestructura de la defensa es mandatorio un alto coeficiente de relleno. ( $f \sim 1$ ).

### 3.1.4. Esfuerzos en caso del choque perpendicular contra una pila rígida.

Si una pila no está protegida mediante defensa, toda la energía de colisión debe ser absorbida por el barco mismo. En tal caso, el esfuerzo máximo de choque depende —según ensayos de colisión realizados por la ya mencionada GKSS— más del tipo de proa y del tamaño del barco que de la energía cinética. Según Woisin es:  $P_{max} \cong 0,88 \sqrt{dwt} \cong 50 \%$ , ver (Il. 19).

donde:

$P_{max}$ : esfuerzo máximo de choque  
 $dwt$ : capacidad portante (t.), ver (Il. 20).

$\cong 50 \%$  variación que depende de la forma y rigidización de la proa y del grado de relleno del rasel de proa.

El esfuerzo de choque promedio es:

$P_m \sim \frac{1}{2} P_{max}$ , ver (Il. 15), y la longitud dañada del barco

$$a = \frac{\Delta E}{P_m} [1]$$

### 3.2. Sobre el tamaño, la velocidad y la dirección del barco de diseño.

Mientras que las cargas útiles para el diseño de los puentes están dadas en las normas correspondientes, el barco dimensionante para el diseño de las instalaciones de protección debe definirse en cada caso.

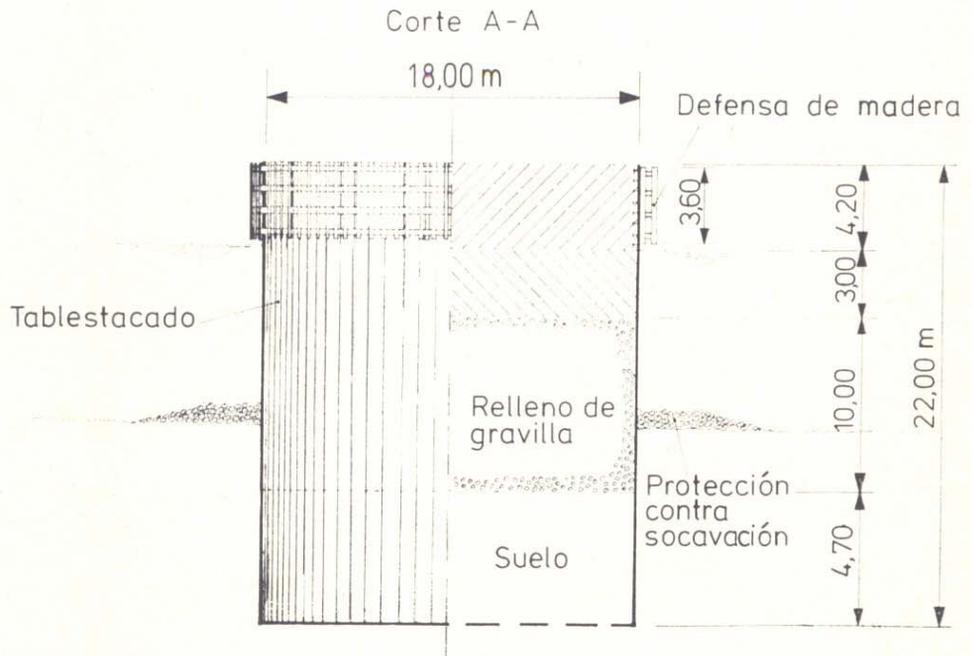
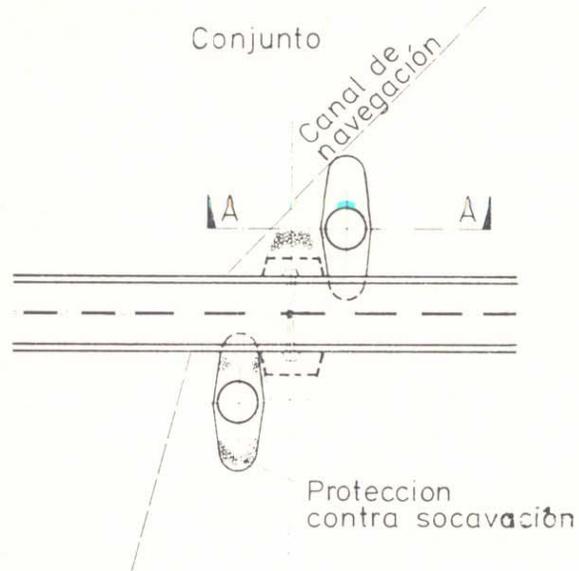


Ilustración 11: Ataguía circular, según (15).

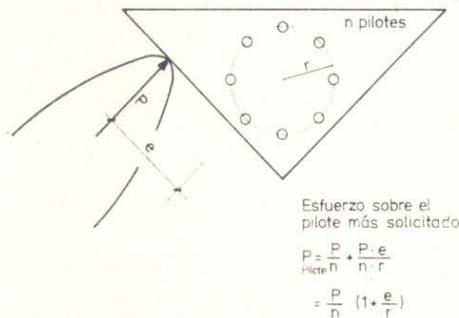


Ilustración 12: Esquema de colisión excéntrica contra plataformas de protección sobre pilotes.

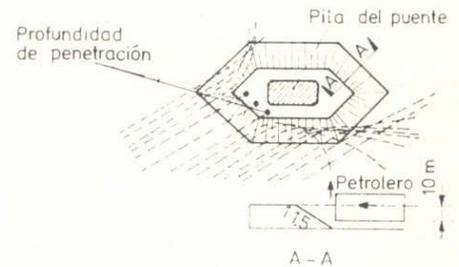


Ilustración 13: Funcionamiento de islas artificiales en base a ensayos sobre modelo, según (16).

Para puentes sobre ríos, el tamaño de los barcos puede ser limitado por el calado, esclusas, etc. Para puentes sobre bahías, en cambio, una limita-

ción tal no existe, y el tamaño del barco de diseño se ha multiplicado en las últimas décadas. Es sintomática la situación del ya mencionado

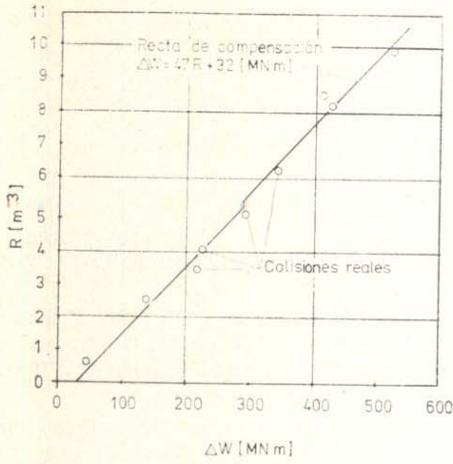


Ilustración 14: Relación entre la energía a absorber  $\Delta W$ , y el volumen metálico deformado  $R$ , para la colisión de dos barcos, según (17).

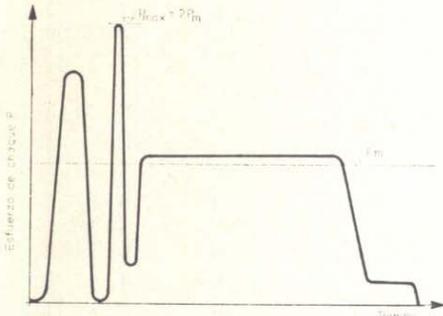
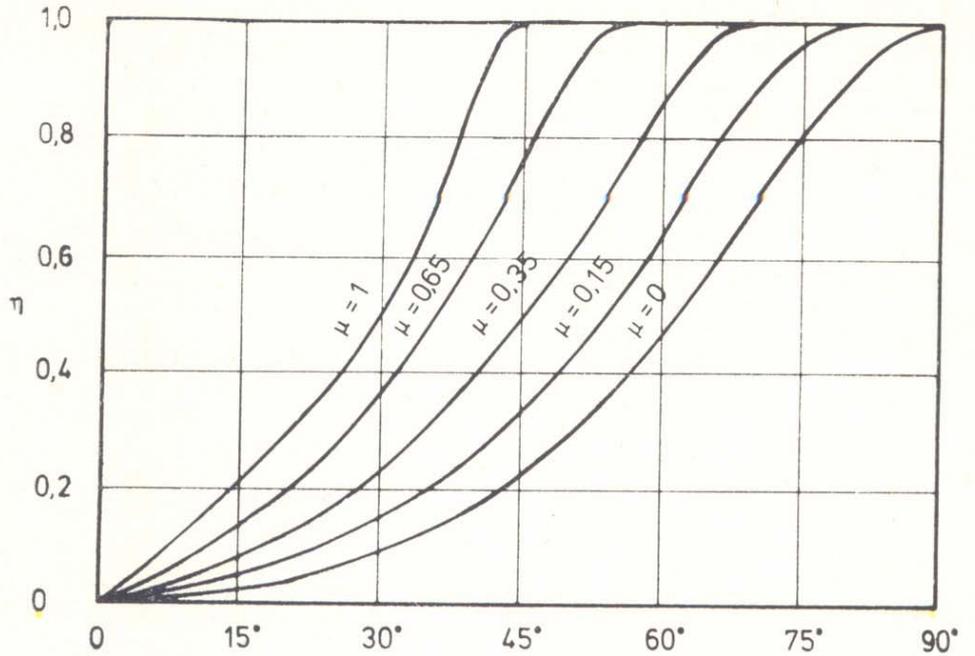
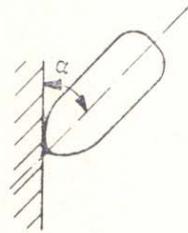


Ilustración 15: Esfuerzo de choque  $P$  en función del tiempo para choques entre modelos del buque de pasajeros Bremen y del carguero con propulsión nuclear Otto Hahn, según (21).



$$\eta = \frac{\text{energía de colisión a absorber}}{\text{energía cinética original del barco}}$$



coeficiente de fricción  $\mu$ :  
 acero - acero  $\sim 0,15$   
 acero - hormigón  $\sim 0,35$   
 acero - madera  $\sim 0,65$

Ilustración 17: Porcentaje  $\eta$  de la energía de colisión a absorber por la pila, en dependencia del ángulo de colisión  $\alpha$  y del coeficiente de fricción  $\mu$ .

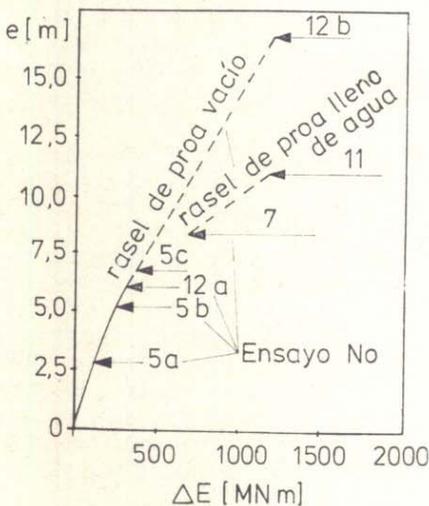


Ilustración 16: Relación entre la energía de choque  $\Delta E$  y la extensión del daño  $e$  según ensayos en escala natural con el petrolero Esso Malaysia, según (16).

puente Almo en Suecia. Cuando en el año 1956, se llamó a una licitación internacional para su construcción, la altura sobre el agua se fijó respecto a los mástiles de veleros; 20 años más tarde lo transitaban petroleros de los más grandes en su recorrido de o a un astillero vecino. Más decisivo que el tamaño es la velocidad del barco dado que influyen sobre el cuadrado en los términos energéticos. Un valor mínimo es la velocidad del río, aumentado por 1 a 2 m/s que son necesarios para poder maniobrar el barco; el valor máximo está dado por la potencia de los barcos.

El tercer punto decisivo es la dirección asumida del barco, porque influye no solamente en el dimensio-

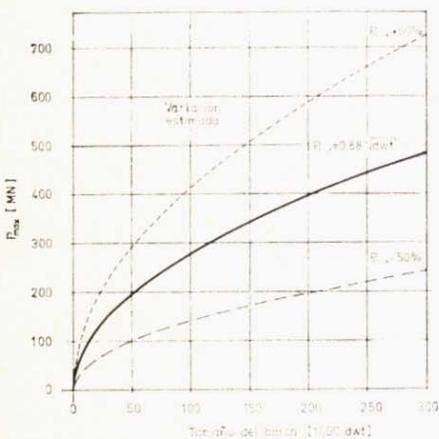
namiento de las protecciones, sino también, en caso de puentes de gran longitud, sobre la cantidad de pilas a proteger.

Las hipótesis que se hacen respecto a dichos tres puntos dependen entre otras cosas, de:

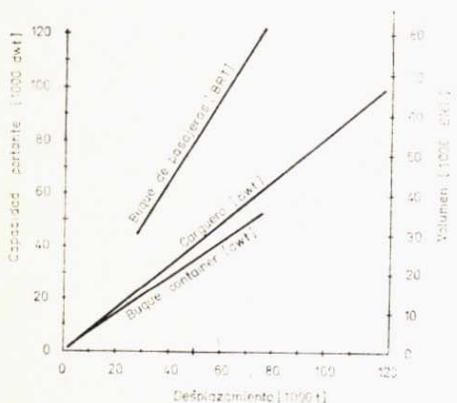
- las instalaciones de seguridad adicionales previstas o ya instaladas, como boyas, servicio de prácticos, etcétera.
- si el puente puede ser o no remplazado temporariamente por otros cruces.
- consideraciones probabilísticas acerca de la ocurrencia simultánea de máximo tamaño, velocidad y ángulo del barco de diseño.



**Ilustración 18:** Posibles diagramas de trabajo para absorber la energía de colisión.



**Ilustración 19:** Relación entre el esfuerzo de choque  $P_{max}$  (MN) y la capacidad portante (dwt) de cargueros, según (5).



**Ilustración 20:** Relación entre el desplazamiento ( $t$ ), la capacidad portante (dwt) y el volumen (BRT), según (14).

#### 4. Resumen y consecuencias para el diseño de puentes nuevos.

Se han descrito los sistemas de protección contra choques de embarcaciones más importantes, y se han dado las bases para su dimensionamiento.

Según el tamaño y la velocidad del barco determinante y según las condiciones de fundación, el costo de defensas seguras puede ser —como lo demuestran varios ejemplos— hasta 30 % del costo del puente a proteger y aún más.

Consecuentemente, el problema de choques de embarcaciones debe tenerse en cuenta, en el diseño de puentes nuevos, desde el primer momento. Muchas veces será más económico agrandar la luz central de un puente para poder construir las pilas principales en tierra, prescindiendo en este caso, de una instalación de defensa.

Donde el curso de agua tiene un ancho tal que requiere una o varias pilas intermedias, la luz principal debe ser por lo menos el doble del barco más grande que circula en el lugar. Para la protección de las pilas hay, en tal caso, las siguientes alternativas:

- las pilas y sus fundaciones se dimensionan para el esfuerzo de impacto que resulta al deformarse sólo el barco.
- las pilas se protegen mediante defensas lo que disminuye el esfuerzo de impacto.
- las pilas se hacen inaccesibles mediante islas artificiales.
- las pilas se protegen mediante cajones sumergibles o ataguías circulares con fundación independiente.

Depende de las condiciones locales cuál de dichas alternativas es la más económica.

Debe destacarse, finalmente que una seguridad absoluta existe para las protecciones contra choques de embarcaciones tan poco como para cualquier otra instalación técnica.

#### BIBLIOGRAFIA

- <sup>1</sup> Lloyd's Register of Shipping, Statistical Tables 1980. London 1980.
- <sup>2</sup> Engineering News Record, 15 Mayo 1980, p. 12 - 13.
- <sup>3</sup> Consulting Engineer, 44 (1980), N.º. 11, p. 32.
- <sup>4</sup> Ostenfeld, Ch.: Ship Collisions against Bridge Piers. Proceedings IABSE, 1965, p. 81 - 108.
- <sup>5</sup> Frandsen, A. G., Langso, H.: Ship Collision Problems I. Great Belt Bridge II International Enquiry. IABSE Proceedings, 1980, p. 81 - 108.
- <sup>6</sup> Bay-Bridge-Tunnel Loss Closes Route for Months. Engineering News Record, 29 Enero 1970, p. 17.
- <sup>7</sup> Freighters Hits Highway Bridge, Killing 10. Engineering News Record, 16. Nov. 1972, p. 19.
- <sup>8</sup> Ship Rams Bridge Pier, Toppling Two Spans. Engineering News Record, 9. Enero 1975, p. 14.
- <sup>9</sup> Bridge Spans Collapse according to Plan. Engineering News Record, 16. Enero 1975, p. 10.
- <sup>10</sup> Folleto de la Società Applicazioni e Progettazione Speciali, SpA (S.A.P.S.), Roma (sin otros datos).
- <sup>11</sup> Yokohama Rubber Co., Ltd.: Yokohama Protection Floats Employed for Bridge Pillars. News Release, Tokio, Abril 1973.
- <sup>12</sup> Honshu-Shikoku Bridge Authority: Study Report on the Navigational Safety of the Honshu-Shikoku Bridges Tokio, 1973.
- <sup>13</sup> Maunsell and Partners mit Brady, P.J.E.: Second Hobart Bridge, Report on Tasman Bridge - Risk of Ship Collision and Methods of Protection. Setiembre 1978.
- <sup>14</sup> v. Olnhhausen, W.: Pasingling av bropelare: (Choques de barcos contra pilas de puentes). Teknisk Tidskrift 1966, H. 17.
- <sup>15</sup> Howard, Needles, Tammen and Bergendoff: Bases de licitación para el puente Dame Point, E.E.U.U. Jacksonville Transportation Authority, 1979.
- <sup>16</sup> Nielsen, A. H. et al.: Rubble Mound Slopes as Protection against Ship Impact. Danish Hydraulic Institute, Copenhagen, 1979.
- <sup>17</sup> Minorsky, V. U.: An Analysis of Ship Collision with Reference to Protection of Nuclear Power Plants. Journal of Ships Research 3 (1959), 2, 1.
- <sup>18</sup> Woisin, G. und Gerlach, W.: Beurteilung der Kräfte aus Schiffsstößen auf Leuchttürme in See. Deutsche Technische Berichte zur 8. Internationalen Seezeichenkonferenz, Stockholm 1970. (Apreciación de los esfuerzos debidos a choques de embarcaciones sobre faros en el mar. Contribuciones Técnicas Alemanas a la 8.ª Conferencia Internacional de Señales Marítimas. Estocolmo 1970).
- <sup>19</sup> Woisin, G.: Die Kollisionsversuche der GKSS. (Los ensayos de colisión de la GKSS). Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft, 70. Band, 1976, Berlin, Heidelberg, New York: Springer. 465 - 487.
- <sup>20</sup> Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Uferereinfassungen", (Recomendaciones del grupo de trabajo "Afirmado de orillas"). EAU 1975, 5.ª. Edición Berlin, München, Düsseldorf: Ernst & Sohn 1976.

# Utilización de las Obras Viales para el Manejo de los Recursos Hidráulicos en Areas de Llanura\*

Por el Ing<sup>o</sup> Benicio S. Szymula

## 1 — INTRODUCCION:

Las áreas de llanura en la Argentina corresponden a los de máxima ocupación poblacional, de máximo desarrollo en las actividades agrícolas-ganaderas actuales y potenciales y de máxima disponibilidad de recursos hídricos superficiales.

Sin embargo el desarrollo no está adecuado a lo que potencialmente los sistemas naturales permiten, como consecuencia de que los recursos hídricos superficiales no se encuentran distribuidos adecuadamente en el tiempo y en el espacio.

Para ello, se propone una red vial que sirva para propósitos múltiples: evacuar el tránsito y permitir la regulación de los escurrimientos superficiales.

La amortización de las construcciones se producirá por los vehículos que utilizarán las obras viales, por los espacios que se incorporarán a la producción y por la atenuación o eliminación de las alternancias que suelen producirse entre las sequías e inundaciones.

\* Conferencia pronunciada en los actos conmemorativos del Día del Camino (5-X-81).

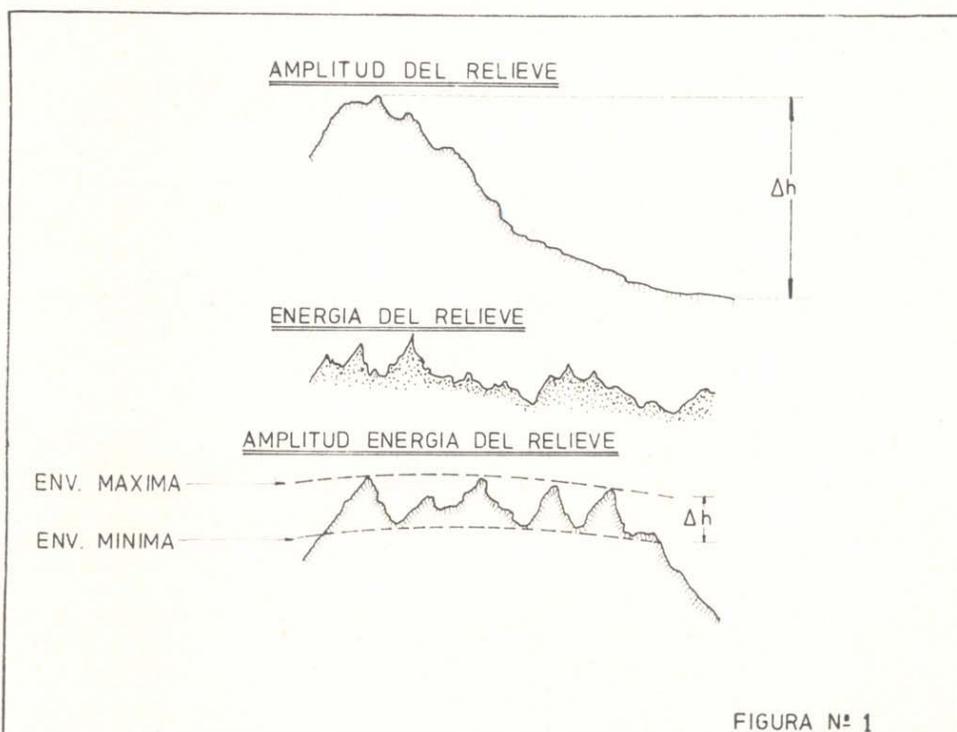


FIGURA N<sup>o</sup> 1

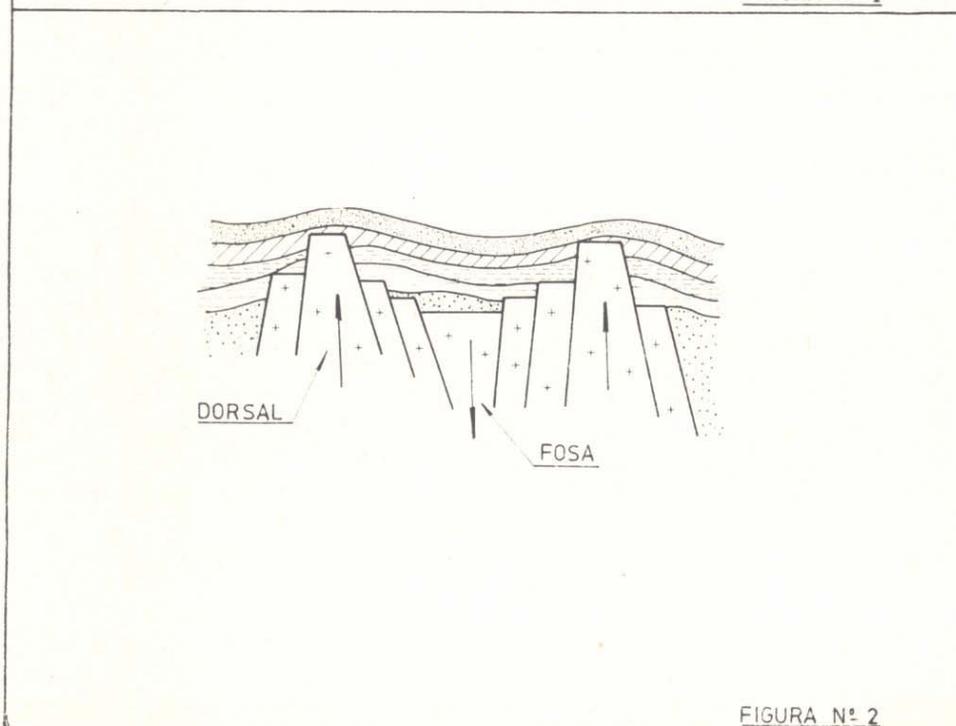


FIGURA N<sup>o</sup> 2

G. J. V.

Dichas obras, proyectadas y construidas bajo esas concepciones, es decir, que permitan ser utilizadas desde el punto de vista vial e hidráulico, se conocen como **obras hidroviales** (9).

En este trabajo se pretende dar a conocer sintéticamente las características de las áreas en las que pueden construirse estos tipos de obras, así como también establecer las relaciones entre los escurrimientos superficiales y las obras viales, a efectos de lograr un manejo racional del agua, permitiendo de esa manera la utilización de los espacios de la llanura bajo determinadas condiciones de seguridad y rentabilidad.

A tal efecto, se analizan distintas redes viales que permitan la regulación de los escurrimientos superficiales en función de las características climáticas del área y de la capacidad de retención y evacuación de los diversos sistemas naturales.

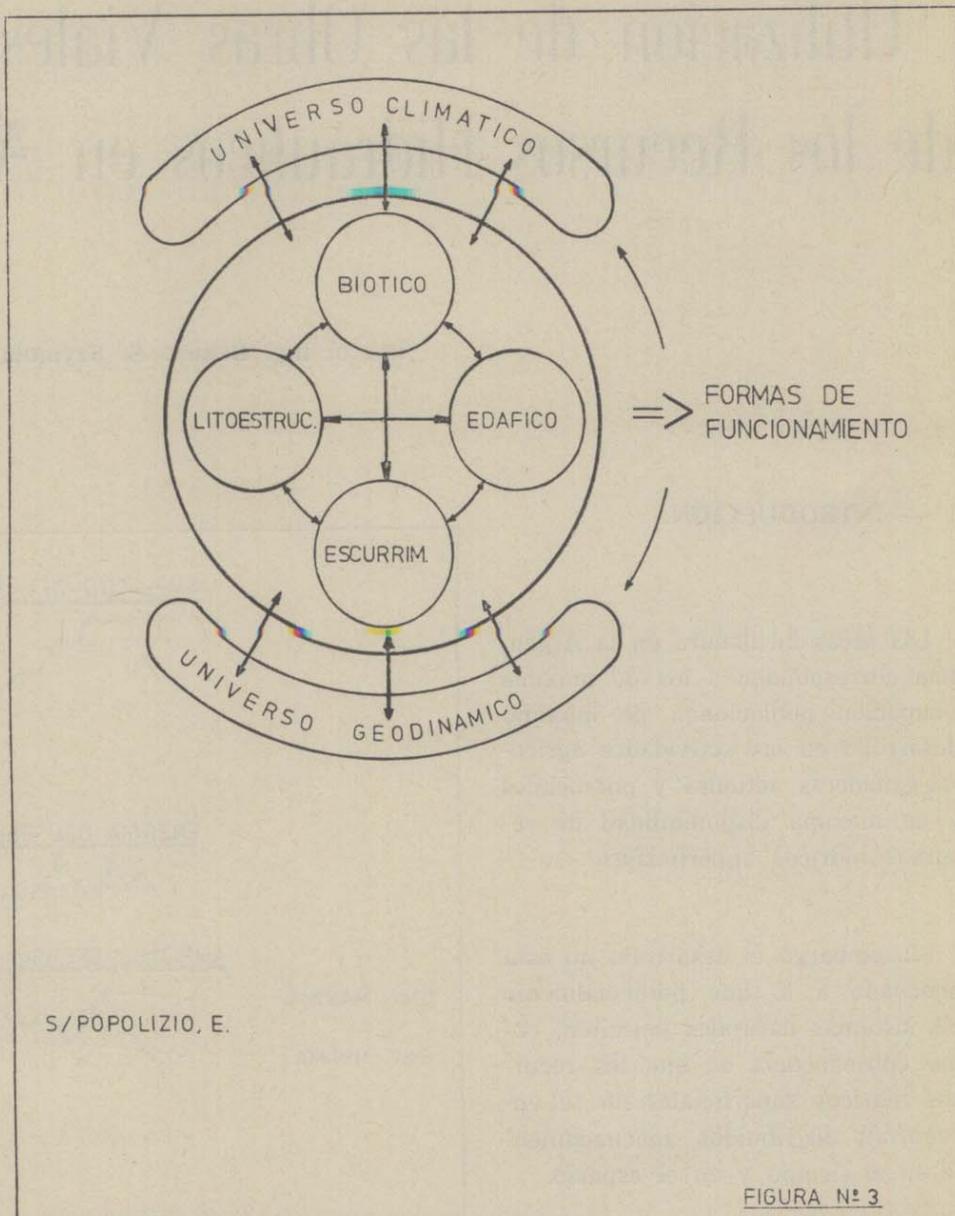
## 2 — CARACTERÍSTICAS DE LAS ÁREAS DE LLANURA:

Para poder planificar y proyectar las obras hidroviales que permitan el manejo de los escurrimientos superficiales, es necesario conocer las características físicas fundamentales de estas áreas.

### a — Aspectos morfométricos:

Las áreas de llanura se caracterizan en primer lugar por tener un **relieve de baja amplitud** (la amplitud del relieve corresponde a la máxima capacidad energética de un sistema para generar procesos exógenos), generalmente de pocos centímetros por kilómetro, razón por la cual las pendientes se miden en el orden de los 0/100.

Sin embargo a nivel taxonómico inferiores, existe una variedad morfológica enorme que define a la **energía del relieve** (diferencias de alturas de las envolventes máximas y



S/POPOLIZIO, E.

a. j. v.

FIGURA N° 3

mínimas de la energía del relieve) (Figura N° 1).

Esa baja amplitud del relieve es la responsable principal en el comportamiento de los sistemas de escurrimiento, y cualquier interferencia puede llegar a crear serios problemas de inundaciones.

### b — Aspectos morfogenéticos:

En segundo lugar, es necesario tener en cuenta la presencia de **paleo-modelos fluviales y eólicos** generados bajo condiciones climáticas dis-

tintas a la actual. los cuales son en gran parte responsables de la energía y amplitud de la energía del relieve, además de los tipos de redes de escurrimiento.

### c — Condiciones estructurales:

En la llanura es común la existencia de condicionamientos estructurales como consecuencia de la tectónica de fondo, lo cual da lugar a la sobreelevación o subsidencia del basamento cristalino, y a la correlativa

formación superficial de dorsos y áreas inundables por endicamiento de los escurrimientos superficiales (Figura N° 2).

**d — Cuencas indefinidas:**

Las cuencas no son totalmente definidas, razón por la cual (y como consecuencia de la baja amplitud de la energía del relieve), las transfluencias son frecuentes, volviéndose inmanejable los recursos hídricos superficiales en las condiciones naturales.

**e — Inestabilidad en las condiciones climáticas:**

La manifiesta inestabilidad en las condiciones climáticas de las áreas de llanura, fundamentalmente en la precipitación, produce la alternancia entre períodos de sequía e inundaciones, agravado con el cambio que a nivel mundial se registra en los parámetros climáticos.

Estas situaciones traen como consecuencia enormes pérdidas en los sistemas agroeconómicos, razón por la cual es necesario disponer de un conjunto de obras que permitan regular esa variabilidad en el tiempo y en el espacio.

**f — La llanura como sistema complejo:**

En las llanuras existen un conjunto enorme de elementos que se relacionan entre sí y entre sus atributos para cumplir una función determinada, dando lugar a un **sistema complejo** que funciona según una determinada estructura.

El manejo de esos espacios presupone conocer cuáles son los elemen-

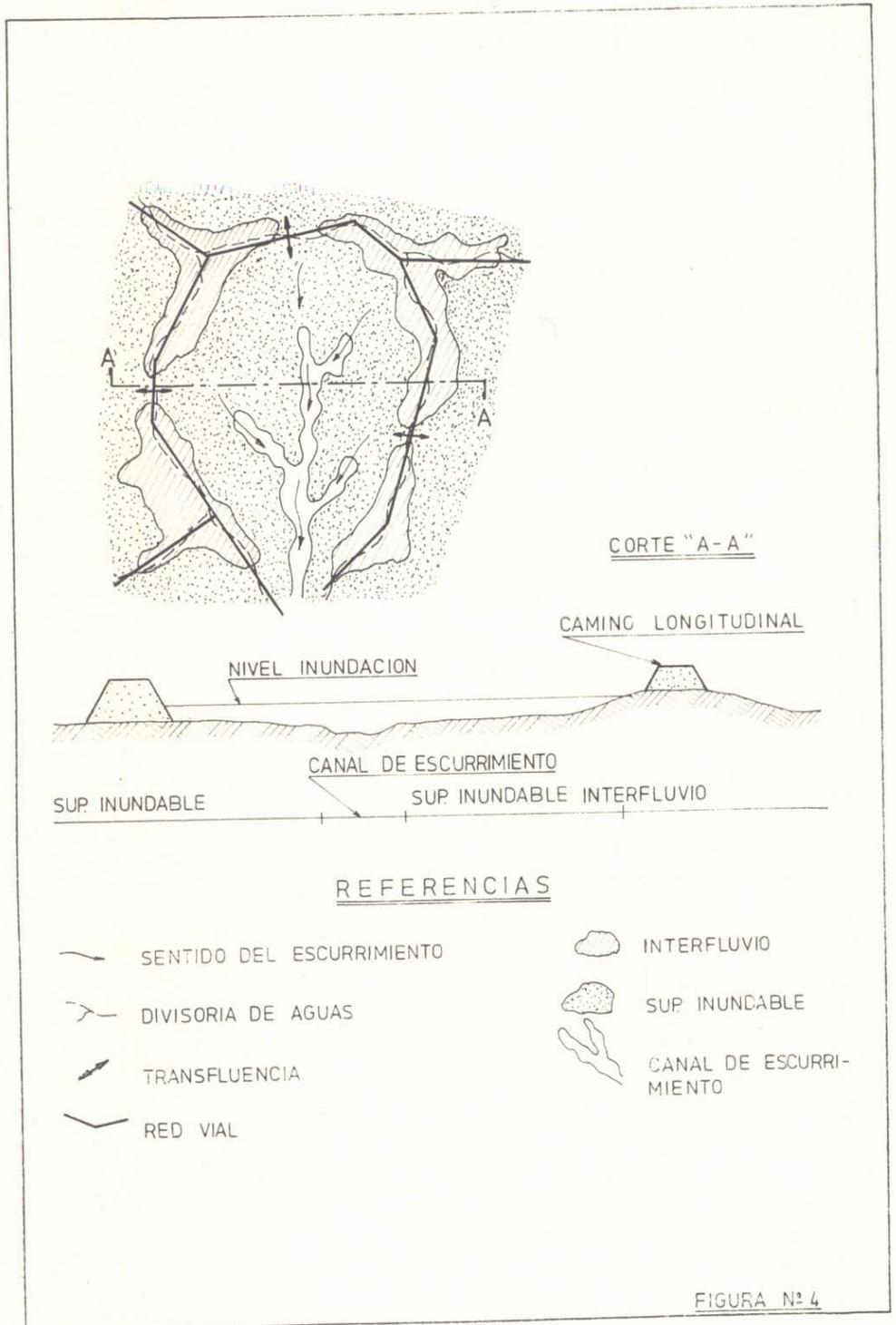


FIGURA N° 4

d. j. v.

tos y cómo son las relaciones del sistema natural a efectos de poder establecer las nuevas relaciones cuando el sistema se modifique a raíz del manejo de los escurrimientos superficiales.

La estructura fundamental que se tiene que estudiar para estos casos corresponde a la relación entre los subsistemas bióticos, edáficos, de escurrimiento y litoestructurales con

los universos climáticos y geodinámicos (Figura N° 3).

Ese sistema fundamental, da como resultado determinadas formas y procesos que inciden directamente en las obras a proyectar, y que se traduce en una halometría particular.

Cualquier interferencia en los subsistemas o modificaciones en las influencias del Universo sobre el sistema, implica una alteración en la

ma de relaciones, dando lugar a una retroalimentación que puede ser benéfica o no para el espacio que se pretende manejar.

El establecimiento de esas relaciones es el punto de arranque para el diseño de las obras hidroviales en áreas de llanura.

### 3 — ESQUEMAS DE REDES VIALES PARA EL MANEJO DEL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL:

En este ítem se verán algunas redes viales que pueden ser utilizadas para el manejo de los escurrimientos superficiales, adaptándose a las características de los espacios en que tendrán que actuar.

#### 3.1 — Definición de cuencas:

En la mayoría de las áreas inundadas e inundables uno de los problemas más importantes es la falta de definición de algunos sectores de las divisorias de agua, motivo por el cual son frecuentes las transfluencias entre las distintas cuencas y subcuencas, volviéndose inmanejable el recurso hídrico superficial por desconocimiento de los volúmenes reales que se movilizan a través de cada sistema.

Por tal razón, las divisorias de agua deben ser definidas a fin de evitar este problema, para lo cual puede ser utilizada una red vial, de acuerdo a lo que se muestra en el esquema de la figura N° 4.

Dicha red vial tendrá que adaptarse lo mejor posible a las divisorias de agua, tanto en las definidas como en las poco definidas, para cuya determinación pueden ser utilizadas fotografías aéreas de escalas medias, preferentemente del orden de 1:30.000.

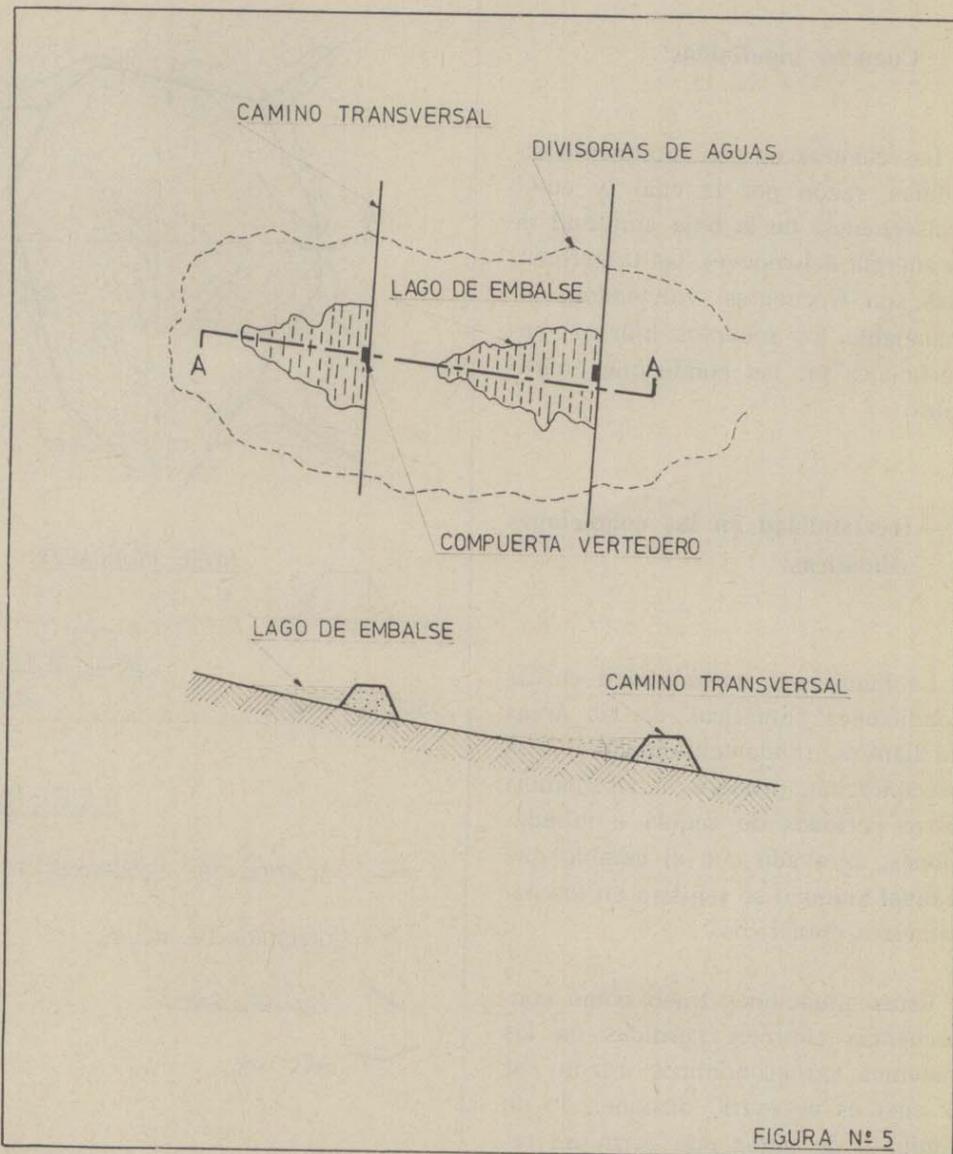


FIGURA N° 5

a. j. v.

#### 3.2 — Retención del escurrimiento superficial:

Las obras viales también pueden ser utilizadas para la retención del escurrimiento superficial con el fin de regular las crecientes o acumular agua para riego (Figura N° 5).

Este sistema es de gran importancia en aquellas áreas donde existe

una alternancia entre condiciones de inundaciones y sequía.

La retención permite atenuar las inundaciones aguas abajo y acumular para las épocas de sequías, estabilizando el sistema agroeconómico (3).

En la parte frontal se deberán construir compuertas-vertederos que optimicen la regulación del escurrimiento.

### 3.3 — Sistema de regulación mixto:

El sistema anterior puede ser construido juntamente con el primer caso, obteniéndose un sistema resultante que permita un control total sobre el agua en aquellas áreas donde existe una alternancia entre sequías e inundaciones, con la incorporación de obras accesorias (Figura N° 6).

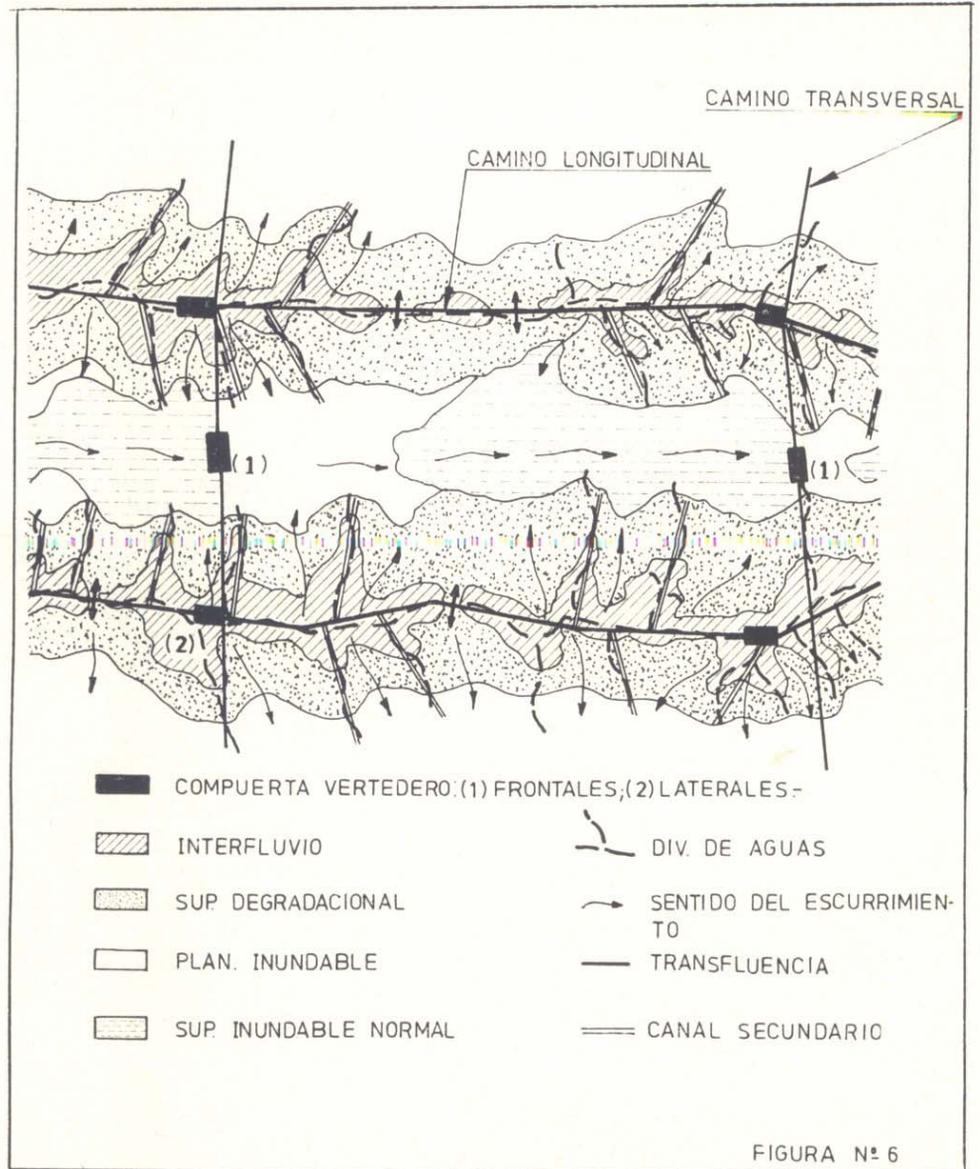
Dichas obras accesorias consisten fundamentalmente en:

1 — **Compuertas-vertederos frontales** que permitan dejar pasar un determinado volumen de agua, ya sea para riego o por exceso en las épocas de máxima precipitación (Figuras Nos. 6 y 7) (3-8-9).

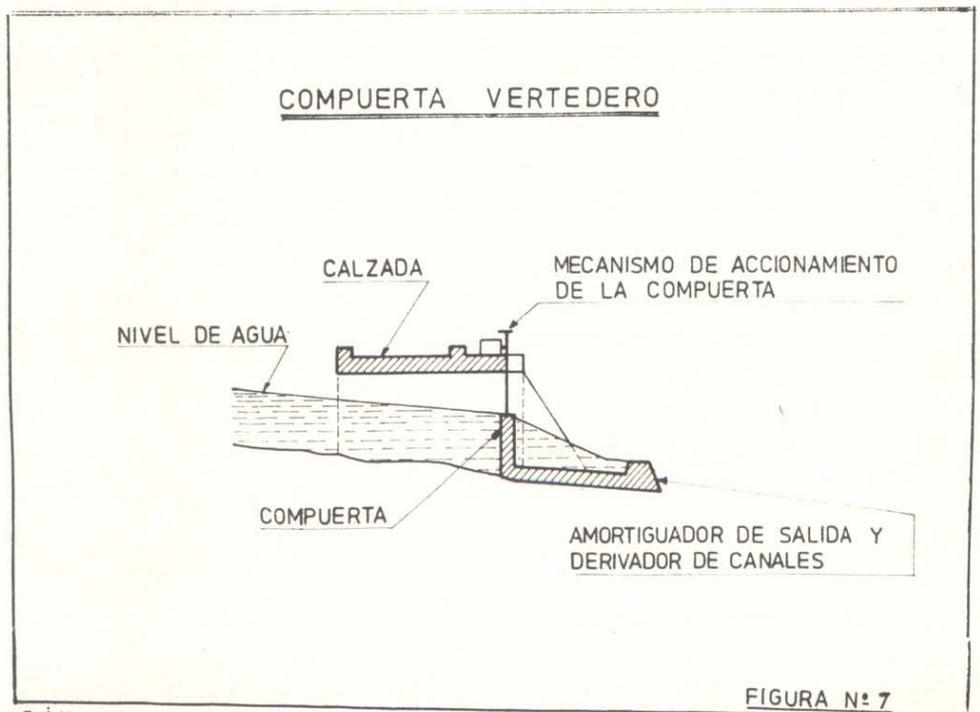
2 — **Compuertas-vertederos laterales** que permitan el trasvasamiento de una cuenca a otra, ya sea por exceso de agua o para riego por recarga en casos de déficit (Figuras Nos. 6 y 7).

3 — **Cunetas-canales** que permitan el transporte de agua para riego desde los embalses creados por los caminos transversales.

Dichas cunetas-canales deben ser construidas en los sectores aguas abajo de los caminos transversales y laterales a los caminos longitudinales que se desarrollan sobre las divisorias de agua.



a. j. v.



a. j. v.

FIGURA N° 7

4 — **Canales secundarios** para riego, los cuales deben construirse a partir de las cunetas-canales y desarrollarse sobre las divisorias de agua secundarias, en caso de no existir se proyectará la malla de canales más conveniente (Figura N° 6).

5 — **Centrales de bombeo** ubicadas al pie de las compuertas-vertederos frontales y laterales, que permitan el envío de agua de un embalse a otro; ya sea de la misma cuenca o de otra adyacente, para solucionar los déficit de agua para riego o consumo humano.

Colocando una central mixta, se la puede utilizar para ayudar a la evacuación del agua en épocas de máxima precipitación.

3.4 — **Control del paso de los escurrimientos:**

Cuando se producen las inundaciones en las áreas de planicies, el escurrimiento superficial se caracteriza por ser del tipo laminar.

Como consecuencia de ello se producen dificultades en el control de las inundaciones, siendo necesario disponer de sectores definidos para el ingreso y egreso de las aguas.

A tal efecto, se puede construir una red vial periférica que permita ejercer dichos controles de manera tal que el agua pase por puntos definidos de acuerdo a la capacidad de evacuación del área (Figuras Nos. 7 y 8).

La red vial debe complementarse con canales, cunetas-canales y compuertas-vertederos que permitan el control total de las aguas.

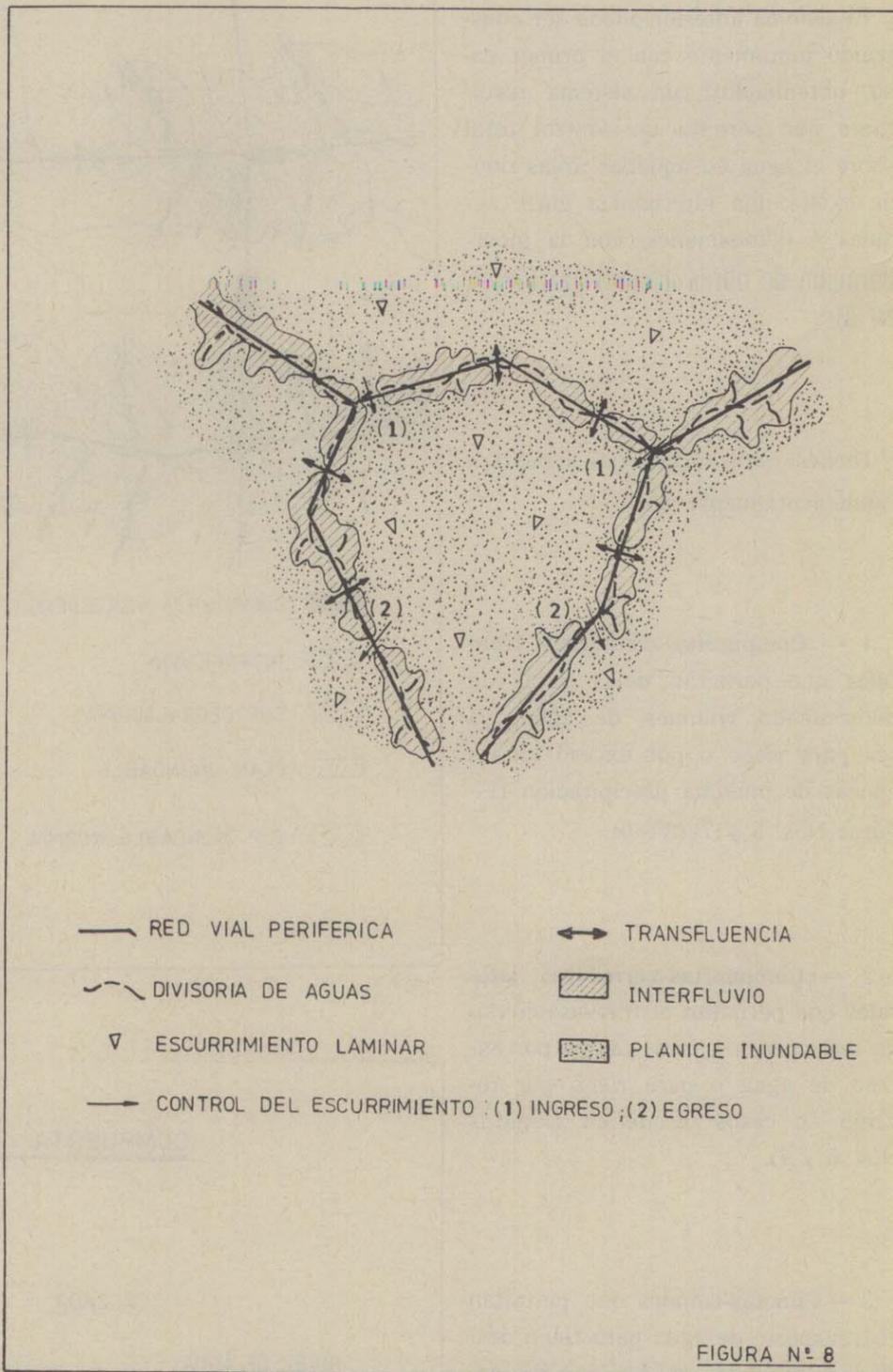


FIGURA N° 8

a. j. v.

3.5 — **Sistema de evacuación y protección contra inundaciones:**

En algunos sectores las pendientes son tan bajas que inclusive los canales suelen tener dificultades pa-

ra solucionar los problemas de evacuación en épocas de inundaciones.

Para solucionar dicho problema, se pueden ejecutar canales que funcionen sobre el nivel del terreno, por medio de caminos longitudinales que

se desarrollen con la misma dirección que la pendiente general del terreno y paralelos entre sí, de manera tal que al agua pueda escurrir dentro de los mismos acelerada por la onda que se origina al incorporar la altura H (Figura N° 9).

Dichos caminos deben abrirse en la parte superior de la cuenca y de la cual provienen los aportes nocivos, a efectos de disponerse transversalmente al escurrimiento enviando el agua al canal elevado por medio de cunetas-canales.

Este sistema permite embalsar agua donde comienzan los caminos longitudinales y de esa manera distribuir por medio de canales a las zonas aguas abajo, con lo cual se lograría un sistema mixto de retención y evacuación.

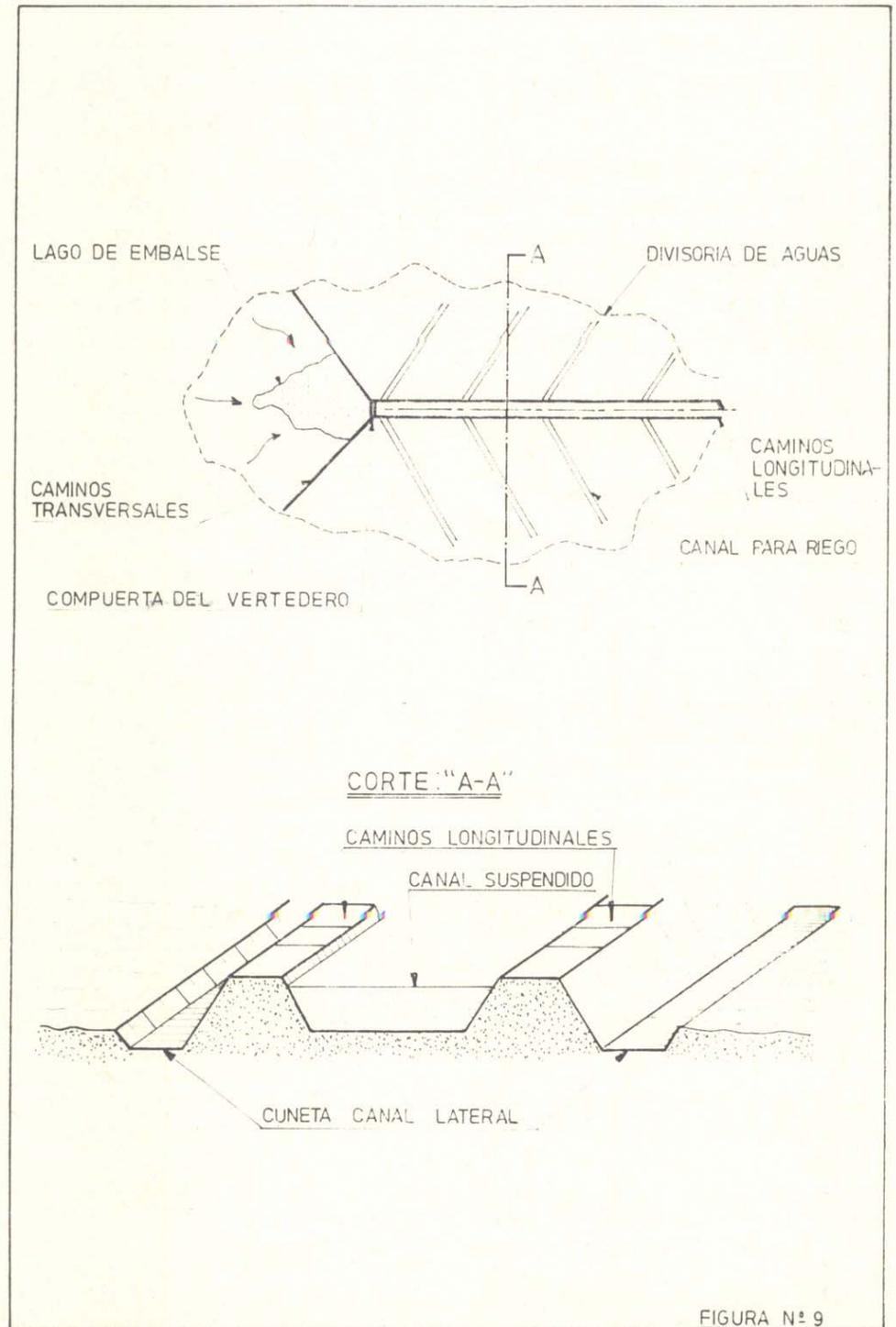
A través de los canales elevados se puede generar un sistema de transporte por barcazas para extraer la producción de la zona.

### 3.6 — Polderización de áreas inundadas:

Las obras viales constituyen un elemento fundamental para el manejo de áreas inundadas al permitir la polderización de las mismas.

En efecto, a través de caminos perimetrales se puede lograr controlar a las aguas, de manera tal que ingrese la cantidad necesaria a los espacios utilizables.

Existen dos alternativas que permiten dicha regulación. La primera de ellas consiste en la construcción de caminos divergentes en los sectores superiores de las áreas inundadas, de manera tal que el agua en exceso salga por los límites del sistema (Figura N° 10).



a. i. v.

Internamente se puede construir una red de caminos paralelos y con la dirección general del escurrimiento, de manera tal que permita el ingreso directo a las parcelas, a la vez que permita la distribución de agua

a través de cunetas-canales y canales secundarios.

La segunda alternativa consiste en construir caminos convergentes en los sectores superiores de las áreas inundadas, de manera tal que la eva-

(continúa en pág. 24)

# INFORMACIONES DE VIALIDAD NACIONAL

ENERO - MARZO 1982

## Nuevas Autoridades en la Dirección Nacional de Vialidad

Con la asistencia de autoridades nacionales y provinciales, numerosos directivos de entidades privadas y funcionarios de la Repartición, el 5 de febrero último el **Secretario de Obras Públicas puso en funciones al nuevo Administrador General de la Dirección Nacional de Vialidad, Ing. Julio C. Caballero** y al **Subadministrador General Ing. Luis G. Reyna Alvarez.**

### Del Ing. Finocchietti:

El Ing. Finocchietti inició sus palabras refiriéndose a los 50 años de vida que próximamente cumplirá la Repartición, para expresar posteriormente:

Vialidad Nacional tiene, por las normas que la rigen, su independencia de gestión, a cumplir dentro de un encuadramiento general y grandes lineamientos señalados por los niveles superiores de Gobierno.

Anuncio hoy nuestra intención de reestructurar próximamente su sistema de conducción para que, mientras su vértice pueda actuar ejecutivamente con toda diligencia, en otro nivel se escuchen, orgánicamente expresadas, auténticas voces del interior, representativas de las grandes regiones del país.

Así, Vialidad podrá ser, realmente, nacional, porque hombres de la especialidad, que trabajan en toda la geografía de la patria, participarán, en adecuado nivel, en su conducción.

Desde la fundación de esta tradicional repartición, mucho se ha hablado, decidido y modificado acerca del tema, hoy ya complejo, de los fondos viales. Su mayor o menor disponibilidad está en el arranque, por cierto, de la viabilidad de una gestión. En esta etapa, nadie desconoce todas las limitaciones que afectan al sistema, y en general a las finanzas públicas.

Sin embargo, las épocas de fáciles soluciones, no son las aptas para demostrar la envergadura de hombres de fibra y de temple, acostumbrados a superar escollos que a otros parecen insalvables. Por eso, yo tengo confianza de que alternativas originales altamente imaginativas y, por prudentes, aplicables, surgirán de to-

En la ceremonia realizada pronunció palabras de despedida el Administrador saliente Brigadier mayor Enrique B. Desimoni y posteriormente el Secretario de Obras Públicas Ing. Enrique A. Finocchietti procedió a poner en sus cargos a los nuevos funcionarios. Por último usó de la palabra el Ing. Julio C. Caballero.

dos quienes tienen legítimos intereses en esta área y las aguardo para analizarlas y encontrar entre ellas soluciones posibles, que permitan encarar las nuevas obras y las reconstrucciones que la necesaria reanimación de la vida del país reclama.

No sin razón, el público usuario aspira cada día, a mejores servicios y compete al Estado crear las condiciones para posibilitarlos.

En materia vial, esto significa que las acciones no cesibles por la Administración, como son el planeamiento, la programación, asignación de fuentes de financiamiento, la selección de proyectos, los procesos licitatorios y el control de resultados, que condicionan los costos y la calidad y duración de los productos, se hagan cada vez de mejor manera, con mayor coordinación y más alta eficiencia.

Pero para arribar a estos resultados, es indispensable que el sector privado mejore a su vez su propia eficacia, para lo cual la Administración tendrá que aportar mayor racionalidad en sus actos, diseñar reglas de juego estables y confiables y sustentar sus diversas políticas con adecuada continuidad.

Un sistema basado en estos lineamientos, exige desarrollarse en el marco de una libre competencia que sea verdaderamente tal, condición que compete al sector privado resguardar como forma de tutelar toda una modalidad de vida y un modelo de sociedad.

Conozco la larga trayectoria de servicio al país del hombre que hoy deja esta casa, el señor Brigadier Mayor (R) D. Enrique Blas Desimoni y aprecio cuanto empeño y firmeza ha puesto, conforme a sus criterios, en el fiel cumplimiento de la misión que oportunamente se le encomendara.

Yo le agradezco, señor Brigadier Mayor (R) Desimoni, su etapa de labor en Vialidad y sé bien que deja el cargo con el mismo honor con lo que lo recibió.

Valoro, asimismo, la gestión como Subadministrador General, de un prestigioso profesional de la casa, como es el Ingeniero Don Federico Ruhle.

El Poder Ejecutivo Nacional confía hoy por mi intermedio el gobierno de esta casa a un hombre dinámico, que ha sabido mostrar ya a esta altura de sus 37 jóvenes años, sus condiciones de organizador, de administrador, de emprendedor. Hombre de Buenos Aires, JULIO CESAR CABALLERO (h) es acompañado, como Subadministrador General por LUIS GUILLERMO REYNA ALVAREZ, universitario, hasta ayer Presidente de una tradicional Dirección Provincial de Vialidad, hombre del interior.

Pero CABALLERO y REYNA ALVAREZ, que se conocen ahora para integrar juntos un equipo de gobierno, tienen en común puntos de coincidencia que los unirán indisolublemente: son solo capaces de manejar los bienes públicos con una total pulcritud y transparencia de procedimientos y generosamente inspirados en altos objetivos de bien común general.

En esas coincidencias, estará su verdadera fuerza y principalmente por esas connotaciones de sus ricas personalidades, han sido propuestos y elegidos.

Después de convocar a todos los presentes a colaborar con las nuevas autoridades, terminó su discurso con las siguientes palabras:

Que esta coincidencia de hoy, no carente de emotividad, nos reconfor-

te y nos dé fuerzas en la lucha diaria.

Pocos honores habrá para mí tan grandes, como este de hoy, de repre-

## Discurso del Ing. Caballero

Asumo la Administración General de la Dirección Nacional de Vialidad, conciente de la importante tarea que se me encomienda, la misma me honra doblemente primero por ocupar este sitial prestigiado por señeras figuras de nuestra Ingeniería y del quehacer nacional y segundo, por la confianza que se me dispensa en momentos difíciles y de gran restricción de las obras públicas.

Llego a este cargo con el conocimiento a través de mi actuación profesional y empresaria de los excelentes planteles de funcionarios con que cuenta esta Vialidad Nacional.

Con vosotros, confío en llegar a materializar, juntos, antiguas inquietudes sobre organización, estructuración y desenvolvimiento de Vialidad Nacional, haciendo de ella nuevamente aquel ente autárquico e independiente del presupuesto general de la Nación.

Solo es menester para ello reverdecer viejos laureles que adornaron en su momento a esta repartición.

Quiero imprimir un real dinamismo y claro accionar a mi gestión, acorde con las reales urgencias y necesidades que estamos atravesando para lo cual necesitareé funcionarios dispuestos a trabajar con total dedicación, cariño y eficiencia, es decir los convoco a trabajar con mayúsculas y quien así no lo entienda no lo necesito entre mis colaboradores.

Este comienzo del año 1982 nos encuentra en situaciones un poco apremiantes para encarar obras viales trascendentales, soy conciente de la situación del país, pero asimismo tengo muy claro adonde queremos llegar. Debemos estar decididos a encarar todos sacrificios positivos, con real patriotismo, para dedicar nuestros esfuerzos, a dejar sentada una auténtica política vial capaz de ejecutarse con aportes genuinos y sin endeudamientos gravitantes en las futuras generaciones.

Soy conciente de la situación que atraviesa la industria de la construcción, porque de ella provengo.

sentar al Gobierno de las Fuerzas Armadas y poner en posesión de sus cargos, a las nuevas autoridades de VIALIDAD NACIONAL.



Al hacerlo, invoco a DIOS, fuente de toda verdad, de toda razón, de toda justicia, para que los guíe e ilumine.



El Administrador General al iniciar su discurso. Detrás el Subadministrador General y el Secretario de Obras Públicas de la Nación.

Licitaremos en la medida de las posibilidades del país obras viales para que se ejecuten, no para concluir en controversias jurídicas entre comitente y contratista para lo cual se deberá entre otros, rehacer el sistema de adjudicación de ofertas el cual deberá responder a principios lógicos siguiendo siempre la premisa de adjudicar a la oferta más conveniente, que muchas veces suele no ser la de menor precio. Aplicaremos con total rigor la letra y el espíritu de los convenios que se suscriban con el objeto de tener siempre empresas constructoras dignas, capaces, fuertes y modernas, acorde con los últimos métodos de organización de la producción y el trabajo como así también la más eficaz tecnología vial.

Es a ellas, a las empresas constructoras a quien acudiré casi rutinariamente a discutir en conjunto los grandes problemas a que estamos sometidos los argentinos que no debemos eludir, si queremos tener la tan anhelada Argentina que aspiramos.

Debemos, insisto, estudiar en conjunto los planes de privatización que el sector privado indiscutiblemente deberá absorber para cumplir así el rol al que he sido llamado en este proceso de reorganización nacional.

Quiero agradecer públicamente y muy especialmente al Señor Brigadier Mayor Don ENRIQUE BLAS DE SIMONI la amplia colaboración prestada a éstas las nuevas autoridades.

Por otro lado, sepan mis mayores, disimular, pero jamás dejar de advertir los errores que pueda cometer, serán los propios de quien lleve la vehemencia de la juventud.

Señores: en estos momentos críticos la Patria nos reclama, a todos, si en alguna etapa de nuestra existencia juramos por Dios defenderla hasta dar la vida por ella, por mucho menos hoy reclama nuestro apoyo y colaboración; no lo neguemos.

Yo, JULIO CESAR CABALLERO, ratifico mi juramento.

(viene de pág. 21)

cuación se realice por el centro a través del sistema de canal elevado propuesto en el ítem 3.5 (Figura N° 11), con lo cual se incorporaría la posibilidad de navegación por dichos canales centrales.

### 3.7 — Sistema de distribución:

Este sistema constituye una gran utilidad para las áreas de llanura con condiciones climáticas de aridez o semiaridez, caracterizados por la acentuación de los procesos de eolización.

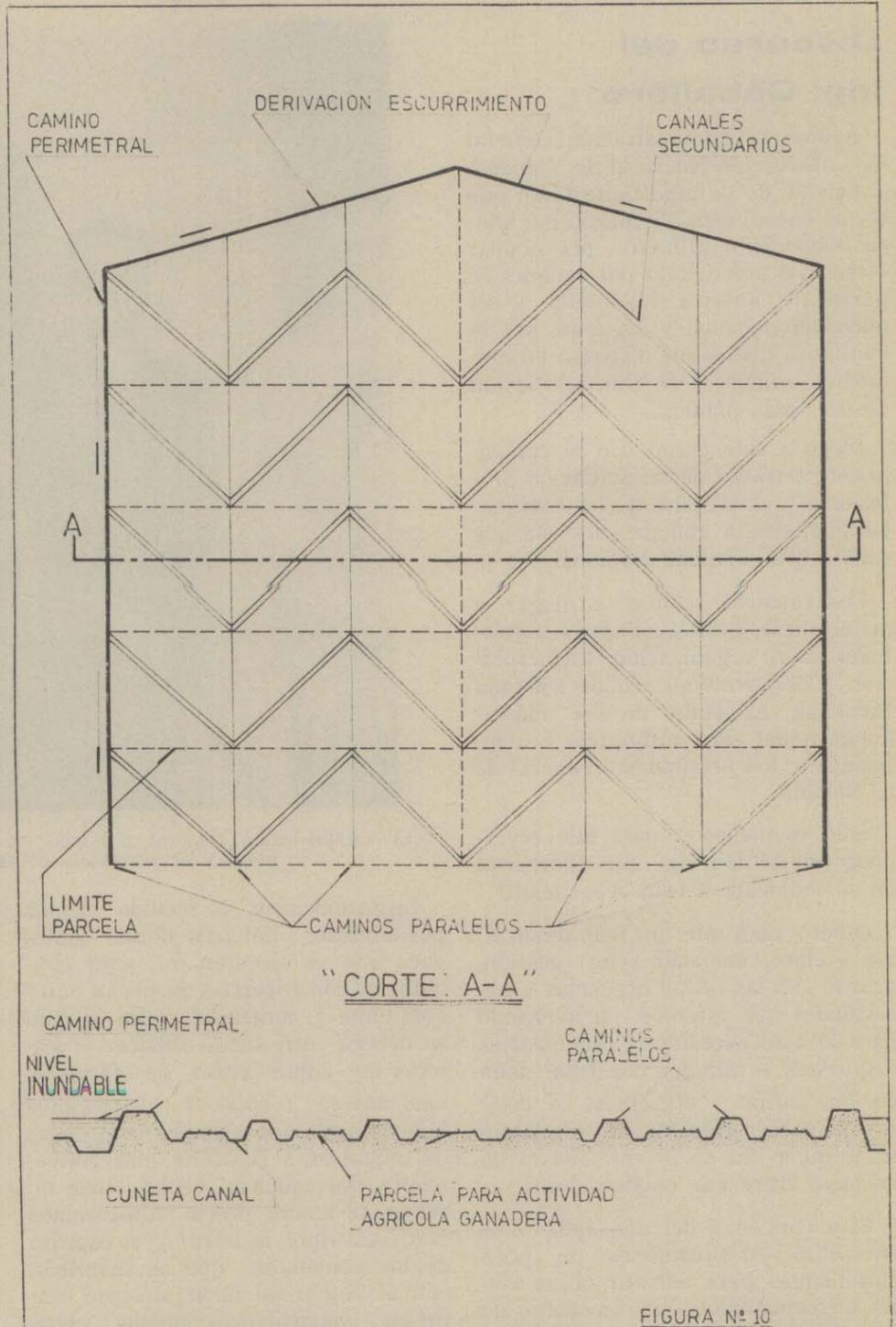
Para ello es necesario construir una malla vial constituida por una serie de caminos principales y equidistantes entre sí, orientados perpendicularmente a la dirección principal de los vientos (Figura N° 12).

A partir de esos caminos principales se tendrán que desarrollar caminos secundarios que cambien la dirección de acuerdo a distancias prefijadas y a un parcelamiento adecuado, de manera tal de evitar que los vientos adquieran gran intensidad al recorrer distancias importantes (5).

Esa malla posibilitará accesos con recorridos cortos a las distintas áreas de ocupación, y a la vez, crear centros de concentración, distribución y elaboración de los productos.

Dicha malla vial permite el transporte de agua por medio del diseño de cunetas-canales, permitiendo la provisión de agua desde fuentes externas por medio de canales principales que alimenten por gravedad, o por medio de retrobombeo desde otras fuentes alejadas, aprovechando energía de base barata.

En caso de que la condición de aridez sea acentuada, la explotación



a. j. v.

de los espacios se deberá hacer con un parcelamiento adecuado que alterne masas boscosas con sectores destinados a otras actividades, a efectos de contrarrestar los procesos de eolización (Figura N° 12) (5).

### 4 — CONSIDERACIONES BASICAS PARA LOS DISEÑOS Y PROYECTOS:

A efecto de los diseños y proyectos de las obras hidroviales, es ne-

cesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

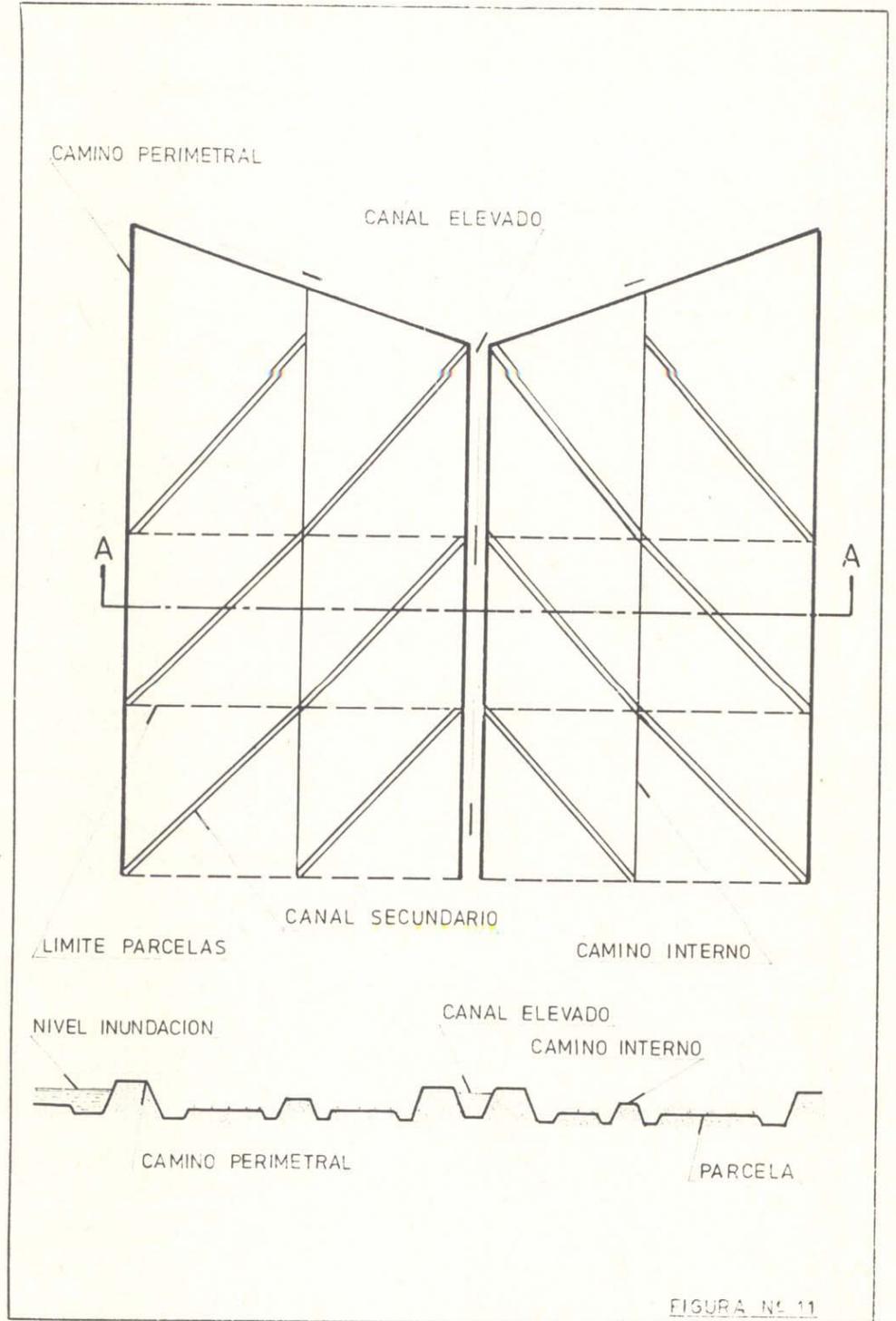
1 — Para poder comparar las obras hidráulicas de montaña con las de llanura, hay que multiplicar las escalas de estas últimas por cien; lo que significa que un terraplén de un metro de altura en la llanura equivale a cien metros en la montaña (s/E. Popolizio).

2 — Debe efectuarse un estudio de las cuencas y sistemas de escurrimiento en función de las características morfológicas del área. Se debe además establecer los distintos niveles inundables.

3 — Es necesario disponer de datos de ocupación actual en cuanto a tipo de actividad, superficie utilizada, superficie utilizable, y rendimientos actuales y posibles.

5 — Se debe calcular el agua total disponible por precipitación, la cantidad necesaria para riego y consumo humano, y el volumen a bombear en los casos de déficit.

6 — Debe preverse un recubrimiento de los taludes de los terraplenes en aquellos tramos que estarán en contacto directo con el agua embalsada.



a j.v.

#### 5 — VENTAJAS DERIVADAS DE LA CONSTRUCCION DE OBRAS HIDROVIALES:

La construcción de las obras hidroviales presentan las siguientes ventajas:

1 — Acceso permanente que permite la ocupación de la totalidad del espacio.

2 — Aumento de los rendimientos de la producción agrícola y forestal por disponibilidad permanente de agua.

3 — Aumento de la producción ganadera por los mismos considerandos anteriores.

4 — Aumento del T.M.D.A. en proporción al aumento de la producción total.

La suma de los cuatro beneficios anteriores, en relación al costo de las obras, dará la factibilidad económica para la ejecución de la red hidrovial.

La incidencia de las obras accesorias (compuertas-vertederos, centra-

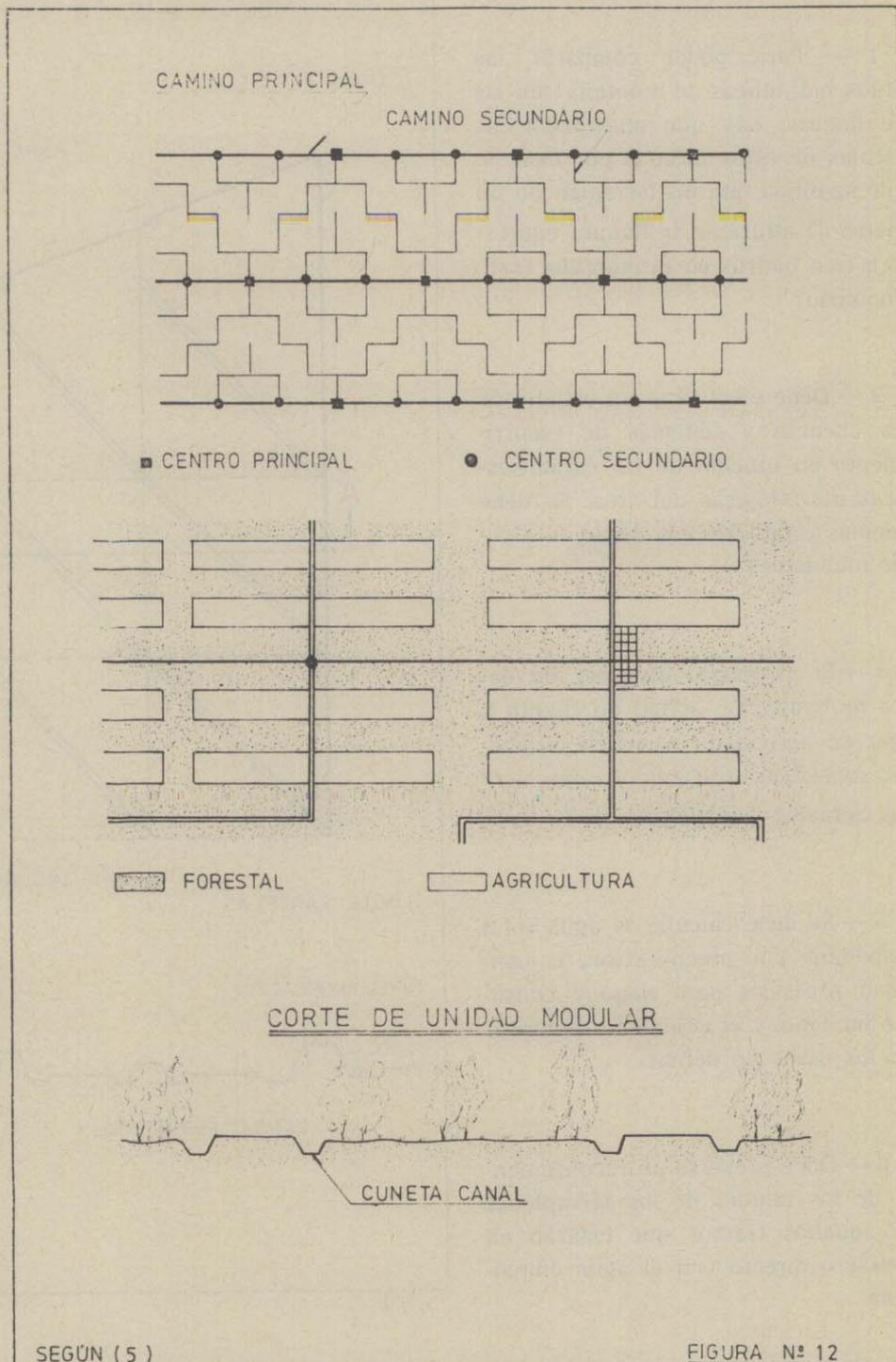
les de bombeo y canales) en el costo total es poca, razón por la cual los beneficios están orientados en casi su totalidad para la amortización de la red vial.

Dichas obras representan un verdadero interés para la inversión por parte del Estado y al otorgamiento de créditos por parte de organismos financieros, lo cual permitirá el desarrollo de las redes viales provinciales en función de un esquema integral.



#### BIBLIOGRAFIA

- 1 POPOLIZIO, Eliseo. 1975 — "Los sistemas de escurrimiento". Centro de Geociencias Aplicadas. U.N.N.E. Tomo 2. N°. 3. Resistencia (Chaco).
- 2 POPOLIZIO, Eliseo. 1975 — "Las redes de escurrimiento". Centro de Geociencias Aplicadas. U.N.N.E. Tomo 2. N°. 3. Resistencia (Chaco).
- 3 POPOLIZIO, Eliseo. 1977 — "Manejo integrado de los recursos hídricos de los bajos submerionales (Sta. Fe, Chaco, Rep. Argentina). Centro de Geociencias Aplicadas. U.N.N.E. Serie C. Tomo 13. N°. 12. Chaco.
- 4 POPOLIZIO, Eliseo. 1980 — "Pautas para el manejo integral de los recursos hídricos del N.E.A.". Centro de Geociencias Aplicadas. U.N.N.E. Serie C. Investigación. Tomo 13. N°. 5. Resistencia (Chaco).
- 5 POPOLIZIO, E., SZYMULA, B. 1979 — "Criterios para el trazado de las vías de comunicación en la llanura chaqueña en función de la actividad forestal". Revista Caminos N°. 399.
- 6 SZYMULA, Benicio. 1976 — "Utilización de las fotografías aéreas para el trazado de las vías de comunicación en áreas de llanura". Revista Caminos N°. 396.



SEGUN (5)

FIGURA N° 12

a. j. v.

- 7 SZYMULA, Benicio. 1979 — "Formulación de una política para el trazado de los caminos en la provincia del Chaco". Revista Carreteras N°. 89.
- 8 SZYMULA, Benicio. 1980 — "Las obras viales en el manejo de áreas de llanura". Documentación de la Reunión Regional Interamericana de la I.R.F. Argentina.

- 9 SZYMULA, Benicio. 1980 — "Utilización de las obras viales para el manejo de los escurrimientos superficiales en áreas inundables e inundadas. Revista Caminos N°. 407.
- 10 SZYMULA, Benicio. 1981 — "Desarrollo de la red vial del Chaco como alternativa para el afianzamiento del desarrollo económico provincial". Revista Carreteras N°. 97.

# La Solución del Problema de los Pasos Ferroviarios a Nivel en la Capital Federal

Por los Ingros. Juan P. Martínez \* y Román Nadal \*

## NOTA PRELIMINAR:

La gravedad del problema de los pasos ferroviarios a nivel en la Capital Federal, y en general de la interferencia de las vías férreas y terrenos ferroviarios con la red vial urbana, nos ha motivado para examinar sistemáticamente el asunto, a fin de aportar elementos de juicio para su solución.

El presente trabajo, preparado con esa finalidad, se ha dividido en varias partes o capítulos, el primero de

los cuales presentamos en esta oportunidad. En el mismo, que tiene carácter de introducción, hemos reunido alguna información cuyo conocimiento es imprescindible para ubicarse en el tema. En las partes subsiguientes se tratarán los aspectos esenciales del asunto, cubriendo los siguientes aspectos: las alternativas para la solución del problema de los pasos a nivel, las soluciones de ingeniería y la asignación de prioridades a las obras o acciones recomendadas.

## PRIMERA PARTE

### EL FERROCARRIL EN LA CAPITAL FEDERAL

#### 1. INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA EN LA CIUDAD:

Las líneas férreas principales dentro de la Capital Federal son aquéllas que muestra la Fig. 1. En ella se indican también la cantidad de vías principales, que son aquéllas sobre las cuales circulan los trenes, pero no las vías de maniobra, desvíos industriales, ni vías portuarias.

La longitud total de esas líneas es aproximadamente de 105 km. De ellas la gran mayoría corresponde a trazados a nivel del terreno natural, pero existen también tramos elevados en viaducto o terraplén, deprimidos en trinchera, y en túnel:

Líneas elevadas	11,1 Km.
Líneas en trinchera	2,4 Km.
Líneas en túnel	5,7 Km.
Líneas a nivel	85,9 Km.
	<hr/>
	105,1 Km.

Los tramos elevados corresponden en su mayoría a los ferrocarriles Mitre (4,0 km.), San Martín (4,0 km.), y Roca (2,1 km.), mientras que los tramos en trinchera y en túnel son del Ferrocarril Sarmiento exclusivamente.

La mencionada red ferroviaria de la Capital Federal incluye líneas

de una, dos y cuatro vías, cuya extensión relativa es la siguiente:

1 vía	20,2 km.
2 vías	67,6 km.
4 vías	17,3 km.
	<hr/>
	105,1 km.

De donde se deduce que la longitud de vías principales dentro de la Capital es de unos 224,6 km.

La mayoría de la red férrea en cuestión, sirve a trenes de cargas y de pasajeros, y dentro de éstos, a trenes suburbanos y a trenes interurbanos:

—Líneas con trenes de pasajeros y trenes de carga	84,9 km.
—Líneas con trenes de cargas solamente	20,2 km.

De las líneas con trenes de pasajeros, la mayor parte es circulada por trenes de pasajeros suburbanos e interurbanos aunque existen algunos tramos donde los trenes interurbanos están ausentes.

En cuanto a las líneas para trenes de cargas solamente, son casi todas de vía única.

Varias de las líneas de la Capital Federal son electrificadas. La longitud

de líneas electrificadas es de 43,8 Km. o sea el 41,7 % del total. Se trata en todos los casos de electrificación de baja tensión en corriente continua (550 V y 830 V) por tercer riel, y los trenes que utilizan la tracción eléctrica son trenes suburbanos de pasajeros formados por unidades automotrices.

Sobre las mismas líneas circulan también trenes de pasajeros interurbanos y/o de cargas con tracción diesel. De acuerdo con la longitud de vías principales, se tiene:

Vías electrificadas	105,0 Km.
Vías no electrificadas	119,6 Km.
	<hr/>
	224,6 Km.

En cuanto al sistema de señales, la mayoría de la red dispone de sistemas de señales automáticas o semiautomáticas de variable grado de antigüedad. La longitud total de vías se clasifica aproximadamente como sigue:

Con señalización automática	168,0 Km.
Con señalización no automática	56,6 Km.
	<hr/>
	224,6 Km.

\* De ATEC S. A. de Asesoramiento Técnico.

## 2. TRÁFICO DE CARGAS Y PASAJEROS:

El tráfico ferroviario se canaliza a través de las estaciones, cuya ubicación se muestra en las Figs. 2 y 3. Estas se clasifican como sigue:

Estaciones de pasajeros .....	39
Estaciones de cargas .....	19
Total .....	58

De las estaciones de pasajeros, seis de ellas (Retiro Mitre, Retiro Belgrano, Retiro San Martín, Once, Federico Lacroze y Plaza Constitución) atienden tráfico de pasajeros interurbanos. De las restantes, varias se clasifican en rigor como "apeaderos" y no como estaciones, pero esta distinción no es significativa para lo que sigue.

El movimiento de cargas de las estaciones de la Capital Federal fue el siguiente en 1980:

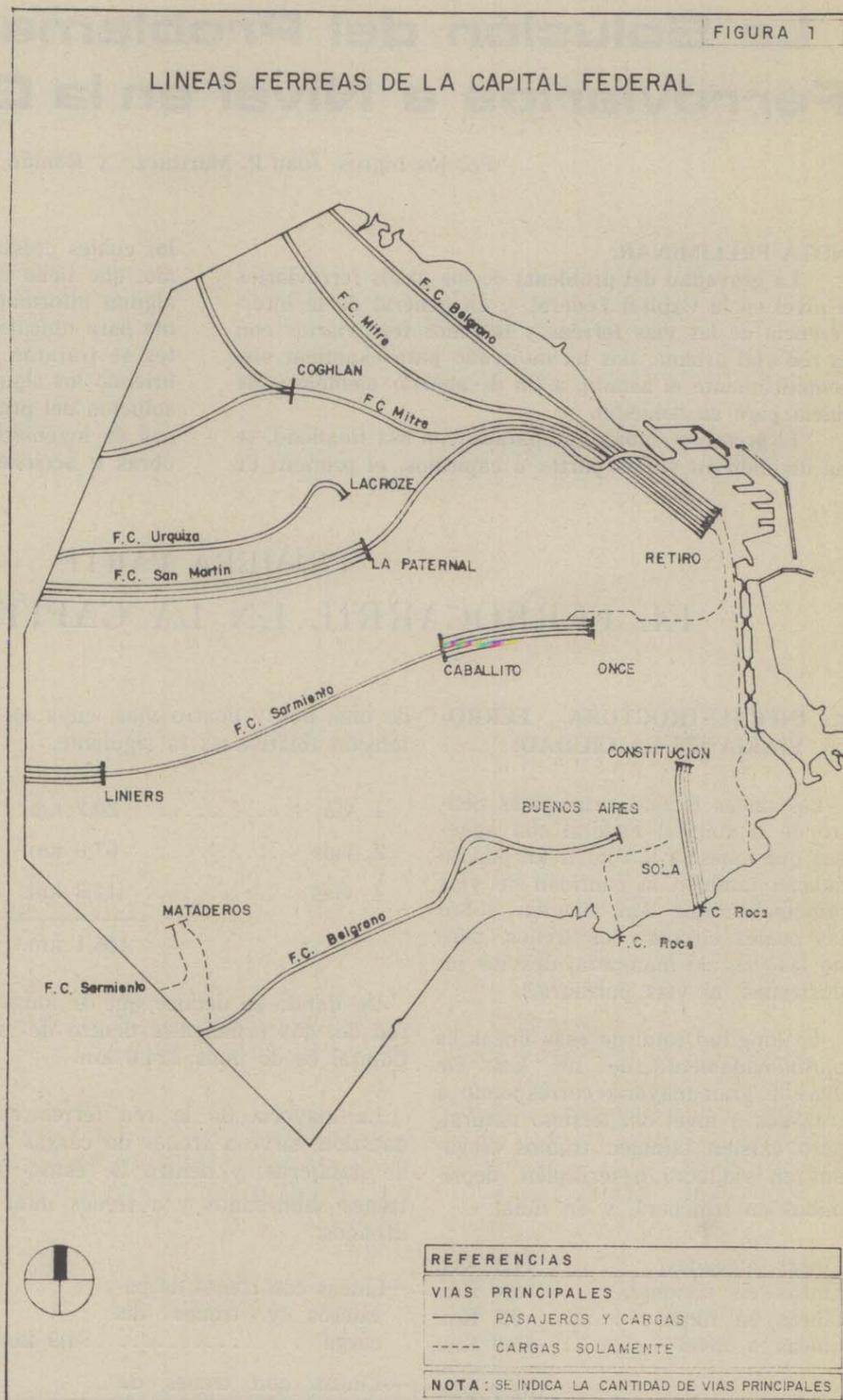
Cargas recibidas ....	2.816.000 tn.
Cargas despachadas ..	301.000 tn.
Total .....	3.117.000 tn.

Las 9 estaciones principales (en este orden: Sola, Pto. Madero, Retiro Belgrano, Caballito, Palermo, La Paternal, Buenos Aires, Federico Lacroze y Colegiales) concentraron el 91 % del volumen total de cargas.

En cuanto al tráfico de pasajeros, su componente mayoritario es el tráfico suburbano. Este consiste principalmente en el desplazamiento cotidiano de personas que tienen su empleo en la Capital Federal y que residen en las poblaciones circundantes, hasta una distancia entre 60 y 100 km. Este tráfico ascendió en 1980 a 382 millones de pasajeros según la contabilidad de Ferrocarriles Argentinos, lo que representa alrededor de 1.300.000 pasajeros en un día hábil promedio\*.

De este total de viajes, no todos entran o salen de la Capital Federal, estimándose que lo hacen unos 1.150.000 de pasajeros por día, que son el 87 % del total. Además, se estima que un 70 % de la cantidad anterior llega hasta, o sale de las siete terminales más próximas al

\* Por supuesto estas cifras no incluyen a los pasajeros que viajan sin boleto, cantidad variable según las líneas de que se trate y que conservativamente puede llegar al 10 % de la cifra oficial.



Microcentro, y esto es el 59 % del total transportado.

El tráfico total anual suburbano se distribuye entre las 6 administraciones de líneas ferroviarias, del modo siguiente (en 1980 y en millones de pasajeros):

F.C. Sarmiento ....	117,4
F.C. Roca .....	73,5
F.C. Mitre .....	71,5
F.C. San Martín ..	51,0
F.C. Belgrano .....	44,2
F.C. Urquiza .....	24,5

382,1

Estas cifras se refieren a la totalidad del tráfico, siendo el que circula dentro de la Capital Federal una proporción variable según de qué línea se trate. Debe además considerarse que en el caso de los Ferrocarriles Roca y Mitre, las cifras corresponden a redes con varios ramales cada una y en el Ferrocarril Belgrano a tres líneas diferentes, siendo las líneas Urquiza y San Martín las únicas carentes de ramales.

La estadística ferroviaria no permite deducir con facilidad el tráfico que circula sobre cada línea y ramal, razón por la cual, para dar idea de la importancia de cada una en la Fig. 4 se muestra indicada la cantidad total de trenes que diariamente circulan en ambos sentidos sobre cada línea. Como lo muestra la misma figura, la cantidad total se compone en forma predominante de trenes suburbanos\*. Por lo tanto la cantidad total de trenes suburbanos que cruzan el límite de la Capital Federal es del orden de 1.870 por día, y la cantidad total de circulaciones incluyendo los trenes interurbanos de pasajeros, los de carga, los trenes de coches vacíos y las locomotoras solas, llega a unos 2.200 por día.

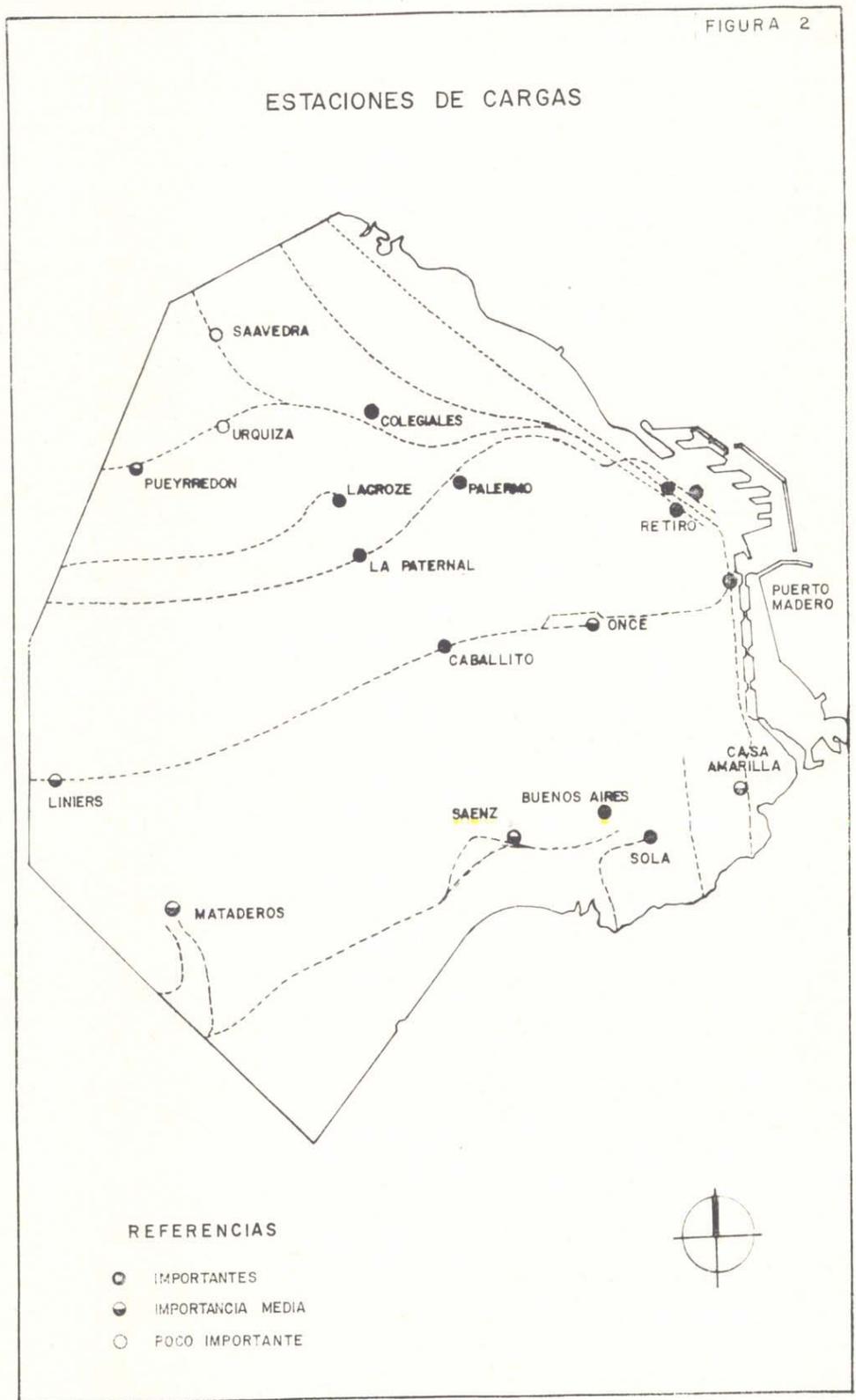
### 3. LOS PASOS A NIVEL:

La red ferroviaria de 105,1 km. interfería en 1970 con la red vial de la ciudad, en la siguiente forma:\*\*

Las aproximadamente 285 calles principales en la Capital Federal eran interceptadas por vías férreas en 571 puntos de conflicto, de las cuales 430 (el 75 %) eran interferencias permanentes en que la calle respectiva estaba cortada por las vías fé-

\* Las cifras consignadas son típicas de los últimos años, y varían de un año al siguiente al cambiar el ferrocarril sus horarios.

\*\* Guillermo D. Laura: "La Ciudad Arterial", Buenos Aires, 1970.



reas, y el reto, pasos a nivel, con barreras en su mayoría.

Cruces a desnivel ... 60  
Cruces a nivel ..... 134

Estas cifras fueron actualizadas en 1979 por la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, resultando:

Existiendo entre los segundos, 75 con barreras automáticas, 37 con barreras accionadas manualmente, y 22 cruces a nivel sin barreras. (Estos

últimos ubicados sobre las líneas que sólo tienen un **escaso** tráfico de trenes de carga).

La información existente sobre el tránsito vial que cruza los 104 pasos a nivel principales, que son los que soportan intensa circulación de trenes suburbanos, indica la siguiente distribución de pasos a nivel, en función del tránsito diario\*.

Tránsito medio diario 1980 Veh. / Día	Cantidad de pasos a nivel
Menos de 5.000	51
5.000 - 10.000	25
10.000 - 20.000	15
20.000 - 30.000	10
30.000 - 40.000	1
40.000 - 50.000	2
	104

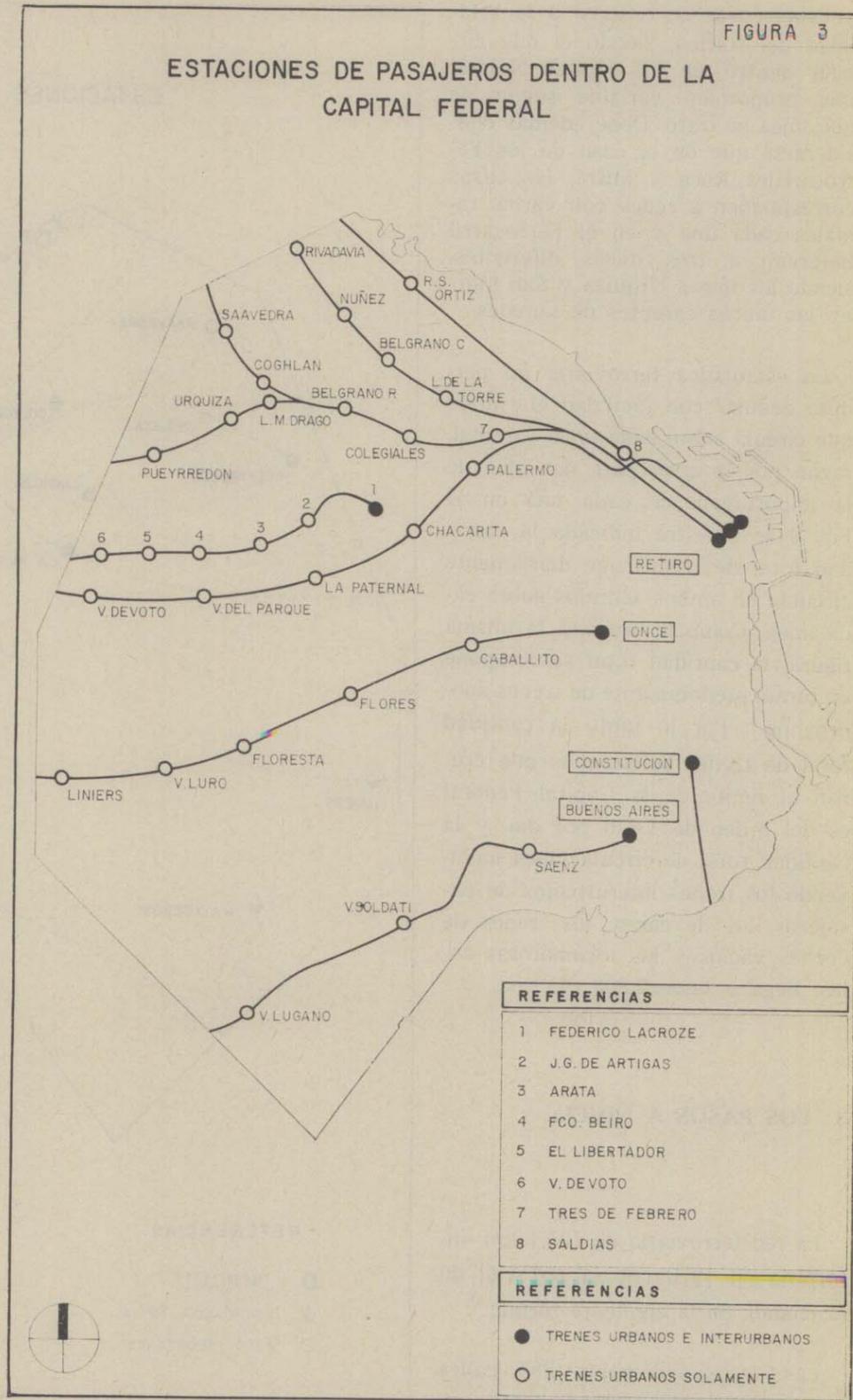
y en total, aproximadamente 1 millón de **vehículos diarios** cruzan las vías férreas dentro de la Capital Federal.

Además de los pasos a nivel habilitados al tránsito automotor, existe cierta cantidad de pasos exclusivamente peatonales. De éstos, algunos son antiguos pasos a nivel cerrados en forma permanente al tránsito, otros son pasos específicamente diseñados para los peatones y por último, hay algunos pasos peatonales "no oficiales" donde las personas cruzan aprovechando aberturas en las cercas o alambrados.

### 3.1. TERRENOS FERROVIARIOS:

Por estar indirectamente relacionados con el problema de pasos a nivel, es conveniente tomar nota de que Ferrocarriles Argentinos posee dentro de la Capital Federal una gran cantidad de terrenos, que incluyen los ocupados por las vías principales, los terrenos de las estaciones, las playas de maniobra, car-

\* Fuente: Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, Dirección de Tránsito y Obras Viales, 1981.



ga y descarga, los depósitos de locomotoras, talleres, subusinas, etc. Algunos de tales terrenos permanecen ociosos, o incluso los hay desconectados de las zonas de vías, y pertenecientes a ramales levantados hace muchos años.

La superficie ocupada por los terrenos del ferrocarril, excluidas las

vías principales, es del orden de 4.500.000 m<sup>2</sup>.

### 4. PERJUICIOS QUE OCASIONAN LAS VIAS FERREAS:

Los perjuicios que ocasionan las vías férreas a la ciudad son conocidos y su enumeración a continuación no significa desconocer que también

tienen como contrapartida los importantes beneficios que son resultado de la gran cantidad de pasajeros que utilizan servicios ferroviarios.

No entraremos en lo que sigue a tratar de establecer si los beneficios superan a los perjuicios, o viceversa, lo que en todo caso sería materia de estudios de gran complejidad. Este trabajo procura establecer cuál es la forma más racional de atenuar o eliminar los perjuicios más notorios que la ciudad sufre a causa de las vías férreas como consecuencia de la interferencia con la red de calles y avenidas.

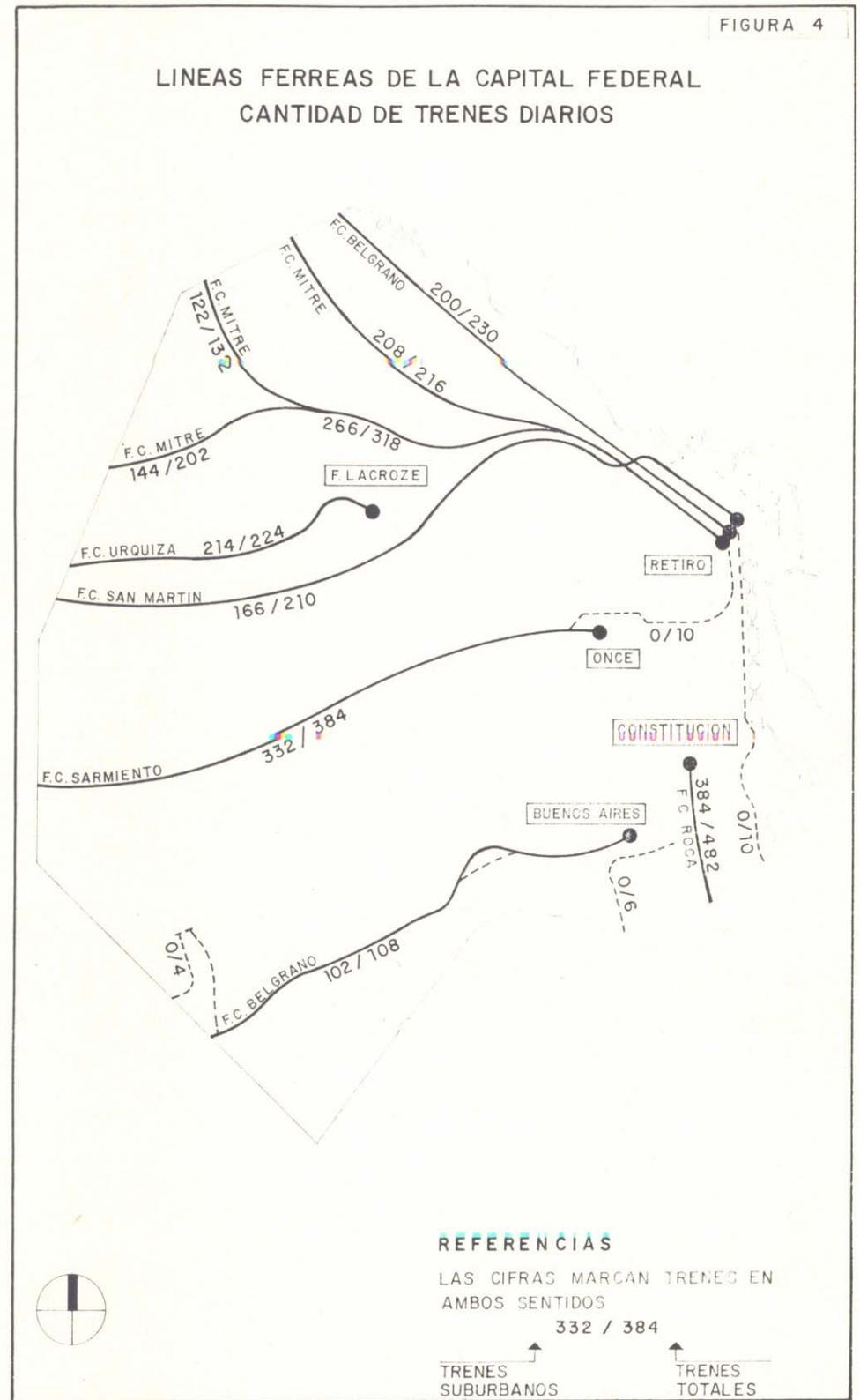
El problema de la interferencia se manifiesta en los pasos a nivel, de los cuales nos ocuparemos especialmente; aunque sin ignorar que también es una parte del problema el restante 75 % de calles sin paso a nivel ni a diferente nivel, a las cuales las vías interrumpen permanentemente.

Por cierto que la existencia de muchas calles cortadas por los ferrocarriles contribuye a aumentar la congestión manifestada en los pasos a nivel, a la vez que incrementa los recorridos y tiempos de viaje de muchos vehículos. Este aspecto será discutido más adelante. Centrando la atención en los pasos a nivel, los perjuicios que ellos producen son los siguientes:

#### 4.1. COSTO DE LOS VEHICULOS DETENIDOS:

Los vehículos detenidos frente a una barrera, representan un costo que soporta la comunidad, calculable en forma relativamente sencilla con las metodologías usuales en los estudios económicos de carreteras.

Una componente del costo se forma con el consumo de combustible del vehículo detenido con el motor en punto muerto. A esto se deben agregar los costos de lubricantes, de mantenimiento y de depreciación y otros computables a partir de relaciones con el consumo de combustible.



Al costo del vehículo detenido, debe adicionarse el de tener que recorrer cierta distancia a menor velocidad, durante el cruce en sí mismo.

En definitiva, todos estos costos incluyen los ítems conocidos como "costos de recorrido" del vehículo y la forma más directa de tratarlos

es a través de la definición de una distancia virtual equivalente al cruce a nivel.

Pero la parte más significativa es el costo de tiempo de los vehículos, esto para los vehículos comerciales: taxis, camionetas y camiones de reparto, colectivos y ómnibus. Los cos-

tos de tiempo de estos automotores incluyen el salario de los conductores y acompañantes, el interés sobre el capital, y los costos fijos del vehículo. Una pérdida de tiempo para ellos significa que para el mismo transporte útil serán necesarios más vehículos. Esto se ve claramente en el caso de una línea de colectivos que, como ejemplo, preste en la hora pico un servicio cada 3 minutos; si su recorrido cruza en una vuelta redonda 4 pasos a nivel, y cada vehículo pierde en promedio 1,5 minutos por cruce, el tiempo perdido en la vuelta de 6 minutos implica que la empresa deberá operar 2 coches más, sin por ello transportar más pasajeros.

Suponiendo que el millón de vehículos que cruza en un día hábil los pasos a nivel en la ciudad, pierde en promedio 36 segundos cada vez en espera o congestión, se perderán en un día unas 10.000 horas de vehículo/día o unos 3.000.000 de horas de vehículo/año.

#### 4.2. COSTO POR MAYOR RECORRIDO DE LOS VEHICULOS:

Cuando un paso a nivel está operando en condiciones críticas de congestión, los vehículos que se aproximan por la calle principal o por las transversales se desvían hacia otros cruces, efectuando mayores recorridos que los deseados.

Otros conductores conocedores de la situación crítica que a ciertas horas suele sufrir un paso a nivel, lo eluden sistemáticamente desviándose hacia otro cruce o hacia algún paso a diferente nivel.

Un caso especial es el de los pasos atendidos por guardabarreras, que el Ferrocarril retira durante horas de menor movimiento por razones de economía de la empresa ferroviaria. Otro caso es el de los pasos que se inhabilitan por varios días por causa de trabajos de mantenimiento.

El mayor recorrido de los vehículos por estas razones y el consiguiente mayor costo operativo y pérdida de tiempo, no deben ser insignificantes aunque no hay bases para estimarlo en este artículo.

#### 4.3. PERDIDA DE TIEMPO DE LAS PERSONAS:

Consiste principalmente en el tiempo perdido por las personas ocupantes de los vehículos que esperan ante barreras cerradas: ocupantes de automóviles y pasajeros de ómnibus. Esta pérdida de tiempo crece muy rápidamente a medida que lo hace el período de cierre de las barreras, y en la medida que este cierre es más irregular.

Esta pérdida de tiempo significa un costo indudable cuando las personas afectadas están en el desempeño de su jornada laboral, en cuyo caso debe valorizarse cada hora perdida como el salario horario medio de las personas afectadas; pero incluso si se trata de viajes hacia o desde el trabajo, o viajes por cualquier otro motivo, ese tiempo tiene valor económico, cuya cuantificación se hace adoptando una fracción del valor del tiempo aplicable al caso precedente.

Además, no sólo cuenta el valor del tiempo realmente perdido, sino la apreciación subjetiva que de él hacen los afectados. Los estudios de transporte urbano demuestran que las personas valorizan subjetivamente los tiempos de espera como de duración entre 2 y 2,8 veces la real. Aunque a los fines de una evaluación económica no parece lícito aplicar este multiplicador directamente a la valorización monetaria del tiempo perdido, su reconocida existencia explica la vehemencia de las quejas que el problema de los pasos a nivel origina en las personas afectadas.

Una valorización somera del tiempo de viaje de las personas perdido en pasos a nivel, lo sitúa en el orden de 30 millones de dólares anuales.

#### 4.4. COSTO POR ACCIDENTES:

Los accidentes en los pasos a nivel son cosa frecuente, y son de dos ti-

pos: peatones arrollados y vehículos embestidos. Casi siempre estos accidentes producen la muerte o heridas graves de las personas involucradas.

Los costos de los accidentes incluyen los daños materiales de los vehículos arrollados (casi siempre totales), los daños materiales de las instalaciones y material rodante del ferrocarril, los costos para la atención de las personas accidentadas, o los gastos de sepelio, y la valorización de la producción perdida por las personas accidentadas y muertas.

A lo anterior débese agregar que cada accidente de éstos altera la circulación de toda la línea férrea desde unos pocos minutos hasta varias horas, con la consiguiente pérdida de tiempo de los pasajeros del ferrocarril, costos operativos del mismo por recargos de su personal o relevos necesarios, y el efecto que dicha alteración produce sobre otros pasos a nivel, esto último muy grave cuando las barreras son de accionamiento automático.

No existen estadísticas detalladas de la cantidad de accidentes en los pasos a nivel, dentro de la Capital Federal. Algunas estimaciones pueden intentarse a partir de cifras parciales.

Hemos obtenido en Ferrocarriles Argentinos algunas cifras que creemos de interés presentar aquí para resaltar la importancia de la cuestión.

El Ferrocarril D. F. Sarmiento, tiene en la Capital Federal una línea principal de 11,9 km, con 22 pasos a nivel vehiculares, y registra:

	1977	1978	1979
Total de accidentes:	56	49	60
Automotores embestidos:	22	13	12
Peatones arrollados:	34	36	48
Personas muertas:	28	27	45
Personas heridas:	13	13	12

El Ferrocarril Mitre con tres líneas y 24,4 km con 29 pasos a nivel registra:

	1979	1980
Total accidentes:	60	41
Automóviles embestidos:	7	3
Peatones arrollados:	53	38

Una somera extrapolación de estas cifras a todas las líneas de la Capital Federal, conduce a las siguientes cantidades, que son solamente indicativas del orden de magnitud

Total de accidentes	203
Automotres embestidos	36
Peatones arrollados	167
Personas muertas	141
Personas heridas	56

A estas cifras deben adicionarse los accidentes en los pasos peatonales, de los cuales la única información disponible del Ferrocarril Sarmiento, registra para los años 1979 y 1980 un promedio anual de 16 casos, ocurridos en los 12 pasos peatonales de esa línea dentro de la Capital Federal.

Las cifras consignadas subestiman el número de muertos porque los registros califican a la víctima como tal sólo cuando ya perdió la vida en el momento de labrarse el acta del suceso, y no cuando muere más tarde, como sucede en muchos casos.

Las cifras anteriores muestran también la gravedad de los accidentes para la propia operación del ferrocarril.

El Ferrocarril Sarmiento, el más afectado, tiene en Capital Federal únicamente, un promedio de 70 accidentes anuales o sea 1 cada 5 días, cada uno de los cuales implica la pérdida de varios miles de horas por sus pasajeros.

#### 4.5. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO Y DE MANTENIMIENTO

Los pasos a nivel producen gastos al ferrocarril y también a la Municipalidad, en concepto de construcción, equipamiento, mantenimiento y funcionamiento. (Ley 2873; Decreto 903/74; Resolución SETOP N° 7/81).

La Resolución 7/81 impone al ferrocarril la ejecución y posterior mantenimiento de la calzada sobre las vías (entre extremos de durmientes) y de los elementos de protección activa (barreras y alarmas fonoluminosas); mientras que la Municipalidad debe construir y mantener el resto de la calzada dentro de la zona de vía, y colocar y mantener la protección pasiva (demarcación de la calzada y señalización vertical).

Con independencia de lo anterior, el Decreto 903/74 obliga a la Municipalidad a cargar con el costo de la construcción y mantenimiento de la calzada, y de la colocación de los elementos de protección; y al ferrocarril con el costo de los trabajos en la vía propiamente dicha y del funcionamiento y mantenimiento de la protección activa.

Tales disposiciones, aunque no se contradigan, dan lugar a confusión al ser aplicadas. En la práctica, es el ferrocarril quien suele ejecutar y cargar con el costo de la conservación de la calzada, pese a ser en teoría de responsabilidad municipal.

El ferrocarril ha procurado disminuir estos costos, particularmente en los pasos atendidos por guardabarreras, anulando el paso a nivel durante las horas nocturnas, de menor movimiento vial, o incluso clausurándola definitivamente.

En cuanto a la calzada en algunos pasos la conservación es deficiente, obligando a los automotores que cruzan a hacerlo muy lentamente. En ambos casos la economía obtenida por la empresa ferroviaria es a expensas del tránsito vial.

En algunos pasos a nivel muy críticos en que se ha requerido vigilancia policial especial, también ha correspondido al ferrocarril hacerse cargo del respectivo costo.

#### 4.6. CONDICIONES AMBIENTALES EN LA ZONA CONTIGUA

En los pasos a nivel muy congestionados se forman largas colas de vehículos, y es frecuente que las barreras vuelvan a bajar antes de que se haya diluido la cola originada en el cierre anterior. Los vehículos así detenidos en masa compacta generan gases tóxicos y ruidos, lo que contribuye al empeoramiento ambiental de la zona cercana al cruce.

Además, las alarmas fónicas que existen en los cruces protegidos por barreras automáticas, al sonar durante un lapso anterior a la pasada del tren que puede durar desde menos de un minuto hasta varios minutos, ha sido motivo de quejas por parte de los residentes cercanos a esos pasos a nivel. En estos casos la queja está totalmente justificada, pero resulta claro que es del todo imposible evitar la molestia. La alarma sonora se dirige no sólo a la protección de los automotores para avisar que la barrera va a bajar, sino para advertir a los peatones una vez que la barrera ha bajado.

#### 5. CONSECUENCIAS DE LARGO PLAZO SOBRE EL SERVICIO FERROVIARIO

La presencia de los pasos a nivel impide que pueda programarse más de 10 a 12 trenes por hora y por sentido, lo que impone un severo límite a la mejora de los servicios suburbanos, para los cuales una mayor frecuencia sería un elemento de atracción de pasajeros que a la vez permitiría sacar partido de la diagramación de trenes diferenciados: trenes ómnibus, semi-rápidos, rápidos, etcétera.

Esta limitación impone también severas restricciones a la circulación de trenes interurbanos y de cargas en las horas pico, ya que al limitarse las frecuencias la corrida de uno de tales trenes crea una discontinuidad en la oferta del servi-

cio suburbano, que llega a ser muy notable en algunos casos.

Puede decirse que cuando un paso a nivel permanece cerrado más de 30 minutos por hora debido al paso de trenes, las condiciones son tales que el lapso de cierre ya no puede ser aumentado, lo que implica que no podrá aumentarse el número de trenes. Se produce la saturación de la línea férrea por motivos ajenos totalmente a la circulación ferroviaria en sí misma. De hecho varias líneas férreas disponen de sistemas de señales relativamente modernos y aptos para permitir un intervalo mínimo entre trenes de 3 ó 4 minutos, sin que esa posibilidad pueda ser utilizada en la práctica en el servicio. Es decir, dos trenes pueden accidentalmente sucederse con el intervalo en cuestión, pero no podrá diagramarse un servicio con esa frecuencia sostenida durante las horas de pico, porque entonces la barrera no se abriría casi nunca. Igualmente queda limitada la utilización de la mayor capacidad existente en los tramos de vía cuádruple cuya subsistencia en semejantes condiciones es un contrasentido económico.

También ocurre que la frecuencia de toda una línea férrea puede quedar limitada por unos pocos pasos a nivel críticos o incluso por uno sólo de ellos, ya que es el paso crítico el que determinará durante cuánto minutos por hora es tolerable el cierre de la barrera.

## 6. LAS BARRERAS AUTOMÁTICAS: UNA SOLUCIÓN PARCIAL

La introducción de barreras automáticas provee economías de explotación para los ferrocarriles, pero tiene también inconvenientes. El principal es que la carencia de brazos que cierren totalmente el paso tienta a los conductores a pasar con las barreras bajas, siendo ésta la causa de muchos accidentes en la actualidad. Aunque no disponemos de datos concretos, no sería extraño que los pasos con barreras automáticas mostraran tasas de acciden-

tes mayores que los operados por guardabarreras.

Otro problema es que en el caso de alteraciones del servicio por algún accidente ferroviario u otra causa, los trenes detenidos en señales ocupando los circuitos de vías, bloquean los pasos a nivel adelante por períodos muy largos que virtualmente obligan a los automovilistas a pasar con las barreras bajas, lo que contribuye a su vez a que los conductores pierdan el respeto a la protección automática.

Las barreras automáticas son útiles allí donde circulan pocos trenes por día o en las áreas rurales, pero en la Capital Federal son sólo un paliativo.

## 7. NECESIDAD DE ENCARAR LA SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE LOS PASOS A NIVEL

Las pérdidas que anualmente sufre la comunidad por las demoras y accidentes en los pasos a nivel son cuantiosas, y ello exige que se encare alguna solución al problema.

Es de notar que al tratarse de la solución a los perjuicios que ocasiona el ferrocarril a la ciudad, se presentan dos órdenes diferentes de problemas que resultan ser en buena medida independientes entre sí.

Un primer problema, objeto específico de este trabajo, es la interendencia que la red férrea origina en el tránsito urbano por demoras en los pasos a nivel, accidentes y mayores recorridos por discontinuidad de la red vial urbana. Este problema es producido casi totalmente por la intensa circulación de trenes suburbanos.

Un segundo problema es el de la existencia en la ciudad de grandes terrenos propiedad de Ferrocarriles Argentinos, y afectados o no a servicios ferroviarios. Estos terrenos se ubican a veces en zonas ya muy valiosas, o bien en zonas que no siéndolo podrían aumentar en mucho su valorización al suprimirse las instalaciones ferroviarias y destinarse a otros usos. Este segundo problema se origina mayormente por la exis-

tencia de los tráficos interurbanos de pasajeros y de cargas.

Pueden plantearse diversos tipos de soluciones, que pueden agruparse según dos enfoques:

- 1) Las soluciones que implican suprimir en forma permanente todos o una parte de los servicios ferroviarios que se prestan dentro de la Capital Federal.
- 2) Las soluciones que implican mantener (incluso con la posibilidad de incrementarlos en el futuro), dichos servicios ferroviarios.

Surgen así cuatro soluciones, dos de las cuales corresponden al primer enfoque, y las otras dos al segundo.

**Solución A:** Eliminar una parte de los servicios ferroviarios en las líneas o estaciones de la Capital Federal. Existen de esta solución dos variantes: eliminar los trenes suburbanos o bien eliminar los servicios interurbanos de pasajeros y cargas.

**Solución B:** Eliminar todos los servicios ferroviarios de la Capital Federal, suprimiendo las vías férreas y estaciones dentro de la ciudad, y desplazando las terminales a distintos puntos del Gran Buenos Aires.

**Solución C:** Mantener los servicios ferroviarios, reconstruyendo las líneas a diferente nivel de terreno, para lo cual existen tres variantes: a) vías elevadas en terraplén o viaducto; b) vías en trinchera; y c) vías en túnel.

**Solución D:** Mantener los servicios ferroviarios sin alterar mayormente los trazados planialtimétricos, y salvando las vías con pasos viales a diferente nivel los que podrían ser elevados o subterráneos.

En la segunda parte de este trabajo se analizarán las ventajas, inconvenientes e implicancias de cada solución.

(Continuará)

# Situación Actual y Perspectivas de la Pavimentación en América Latina

Informe Correspondiente a la República Argentina Presentado al Primer Congreso Latinoamericano del Asfalto Realizado en Río de Janeiro, Brasil, entre el 6 y el 11 de diciembre último.

Por el Ing. Marcelo J. Alvarez \*

## I. CLASIFICACION DE LA RED VIAL ARGENTINA

La red vial argentina se clasifica en tres jurisdicciones de acuerdo a su régimen federal de gobierno, a saber:

—Red Nacional de Caminos, o caminos nacionales.

—Red Provincial, o caminos provinciales.

—Red Municipal (o comunal), caminos municipales.

Algunas veces se suele incluir en la tercera categoría a los caminos vecinales, construidos y atendidos por particulares organizados en consorcios. En opinión del autor expuesta en un trabajo presentado al VII Congreso Panamericano de Carreteras (1) sería del caso considerar a los caminos vecinales en una categoría aparte y dotarlos de un régimen jurídico y financiero especial.

Las longitudes de los caminos nacionales y provinciales argentinos, según su naturaleza en relación a las condiciones de transitabilidad, están dadas en el cuadro N° 1, donde se observa lo siguiente:

La longitud de los "caminos de todo tiempo" (all weather road), suma de las dos primeras columnas, es de 87.596 km representando el 40,6 % del total general. Mientras que la misma relación es de 79,6 % en la red nacional y del 32,2 % en la provincial.

En cuanto a los caminos pavimentados resultan el 24 % para el total de las dos redes (nacional y provincial), del 65,7 % en la red nacional y del 15,1 % en la red provincial.

De la red nacional un 73 % está calificado como "arterial" (grandes itinerarios con los mayores volúme-

CUADRO N° 1

Longitudes y clases de caminos (en km) — 1980

Sector	1 Pavimentados	2 Mejorados	3 Naturales	4 Totales	5 % = 1/4
Nacionales .....	24.797	5.237	7.708	37.742	65,7
Provinciales .....	26.928	30.634	120.660	178.222	15,1
Totales .....	51.725	35.871	128.368	215.964	24,0

nes de tránsito, 23 % "colectora" (viajes de media y corta distancia) y un 4 % como local (accesos a propiedades y baja movilidad).

## II. FONDOS VIALES

La fuente principal de los recursos que cuenta Argentina para financiar sus planes camineros es el impuesto a los combustibles líquidos establecido por la ley N° 17.597, que también provee fondos destinados a Rentas Generales de la Nación y otros usos específicos (2).

El Poder Ejecutivo Nacional fija el precio de venta al público y el valor de retención, de los combustibles. El valor de retención corresponde al conjunto de los costos de elaboración, transporte, distribución, gastos generales y beneficios de las empresas. La diferencia entre ambos valores (precio de venta menos valor de retención) es el impuesto a los combustibles.

Los combustibles afectados son:

—nafta común; nafta especial; kerosene; gasoil; dieseloil; fuloil; solventes; aguarrás.

En la figura N° 1 se representa la integración y distribución del impuesto a los combustibles actualizada a 1981.

Otros recursos para fondos viales, de mucha menor cuantía, provienen de las siguientes fuentes:

—un porcentaje sobre el precio de venta de los lubricantes, para el Fondo Nacional de Vialidad (ley N° 505);

—ídem sobre el precio de venta de las cubiertas;

—fondo complementario de la ley N° 15.274, para Vialidad Nacional y Vialidades Provinciales.

En cuanto al Fondo Nacional para Autopistas, equivalente al 7 % del precio de transferencia de vehículos, está transitoriamente suspendido hasta el 31-XII-81 en virtud de un acuerdo entre el Gobierno Nacional y los fabricantes de automotores.

Finalmente, el Fondo destinado al plan de Caminos de Fomento Agrícola ha sido anulado a partir de fines del año 1980.

Merece una mención aparte los recursos provenientes del peaje; la ley N° 17.520 instituyó la construcción de obras públicas a financiar por el régimen de concesión mediante el cobro de tarifas, o peaje, en el orden nacional.

En la actualidad se licitó por este procedimiento la construcción, explotación y conservación de las autopistas La Plata-Buenos Aires y Ribereña de la Capital Federal, incluyendo la ejecución de un nuevo puente sobre el Riachuelo, obras éstas próximas a contratar. Además, se licitará en el año próximo la construc-

\* Presidente de la Comisión Permanente del Asfalto.

ción, con el mismo régimen, de la Autopista Acceso Oeste a la Ciudad de Buenos Aires, entre empresas contituidas en consorcios, ya precalificadas.

La Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires licitó y construyó por concesión de peaje, las Autopistas 25 de Mayo y Perito Moreno, así como la Autopista 9 de Julio (sector Sur y Norte) actualmente en construcción.

El peaje se aplica también en obras muy importantes, ejecutadas con otros recursos, para pagar los gastos de mantenimiento principalmente. Entre éstas podemos citar:

—el complejo Zárate-Brazo Largo sobre el río Paraná;

—el túnel subfluvial "Hernandarias" en el mismo río;

—los puentes Chaco-Corrientes, Fray Bentos-Puerto Unzué y Colón-Paysandú, estos dos últimos en sociedad con la República del Uruguay;

—el túnel "Cristo Redentor" en el camino Mendoza-Chile.

La Provincia de Buenos Aires aplica el peaje en los caminos del circuito interbalneario destinado al pago de los gastos de mantenimiento de los mismos.

### III. PERSPECTIVAS

A través de los años los recursos viales han ido disminuyendo mientras aumentaba la proporción de fondos destinados a Rentas Generales, como se aprecia en la figura N° 2, donde se relacionan ambos recursos con el PBI (Producto Bruto Interno). También aumentó la participación de otros sectores (Energía, Ferrocarriles).

El aumento de los costos de construcción de caminos y la disminución relativa de los fondos viales hace que actualmente se construyan menos kilómetros de caminos que antes, influyendo también la necesidad de reconstruir y refrezar los pavimentos y el constante incremento de los gastos de mantenimiento.

En consecuencia ha sido necesario buscar recursos complementarios de otras fuentes financieras, tal los préstamos del Banco Mundial y del Banco Interamericano de Desarrollo. Actualmente se están ejecutando obras en la red nacional, especialmente de restauración y refuerzo de calzadas, financiadas parcialmente por estas entidades que habrán de terminar entre 1982 y 1983.

Resulta problemático esbozar una información acerca de los planes fu-

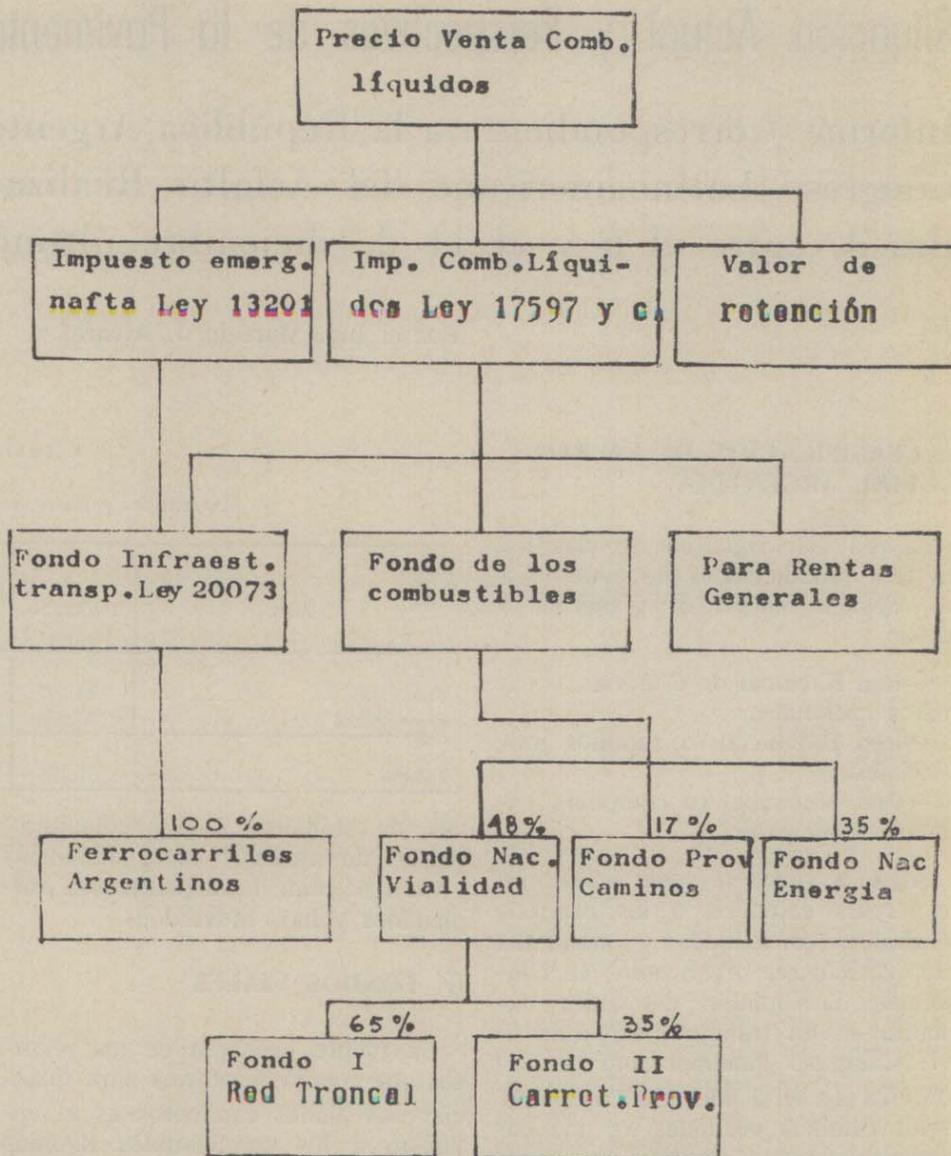


FIGURA N° 1

turos de la vialidad argentina especialmente en la presente ocasión que coincide con un período de dificultades económicas que han llevado a la necesidad de contener el gasto público, lo que repercute en la ejecución de obras nuevas especialmente.

Creemos que se pondrá mayor énfasis en terminar las grandes obras iniciadas y aquellas que repercuten en la vinculación con los países del área, o que corresponden a los itinerarios de mayor demanda, así como en perseverar en la conservación del patrimonio vial evitando mayores deterioros y una prematura destrucción.

### IV. INFRAESTRUCTURA VIAL DE FRONTERAS

Durante los últimos años Argentina prestó especial atención al estado de las comunicaciones con los países limítrofes llevando a cabo grandes obras que mejoraron notoria-

mente las posibilidades de circulación para los usuarios de ambos lados.

Así en el sector correspondiente a los países de la Cuenca del Plata, el autor señaló en un trabajo presentado a las Primeras Jornadas de Ingeniería Argentina, sobre dicha área, que a través de una longitud de 3.000 km de fronteras donde casi el 84 % está formado por ríos caudalosos, existían en aquel entonces (1968) ocho cruces habilitados, de los cuales la mitad se hacían con balsas automotoras de pequeña y mediana capacidad (3).

Hoy en día tal situación ha cambiado fundamentalmente, las balsas han sido reemplazadas por grandes puentes y además se está por iniciar la construcción de otros en muy breve plazo. Lo cual, unido a los pasos sobre los coronamientos de diques construidos o a construir, y al me-

## RELACION RECURSOS COMBUSTIBLES AL P.B.I.

Recursos/PBI (%)

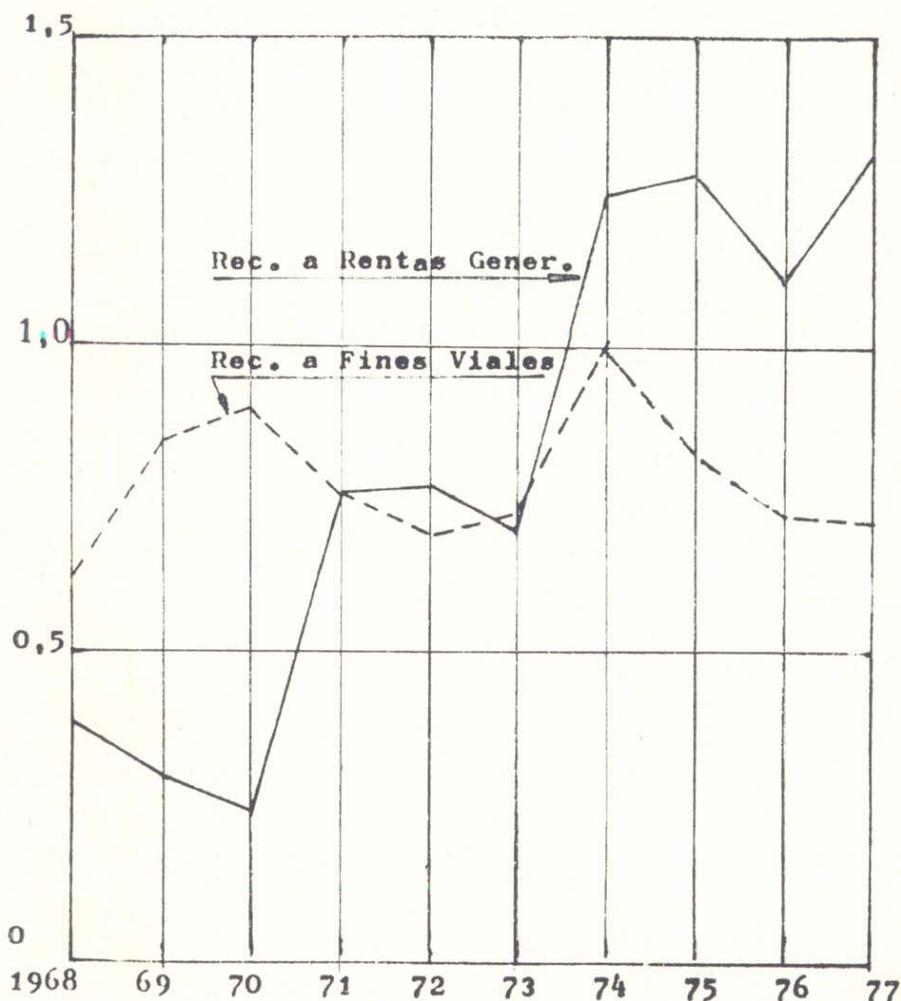


FIGURA N° 2

joramiento de las rutas de acceso a estas obras representa un considerable progreso para los países afectados por tales trabajos.

Es interesante dar a conocer suscitadamente los cruces actuales más importantes sobre la frontera argentina y el detalle de lo realizado y de algunas obras próximas a iniciar, sirviendo de referencia la figura N° 3.

### Vinculación con Uruguay

1) Puente Puerto Unzué-Fray Benitos, entre la Ruta Nacional 14 del lado argentino y la Ruta Principal N° 2 uruguaya.

2) Puente Colón-Paysandú, entre la Ruta Nacional N° 14 argentina y la Ruta Principal N° 3 uruguaya.

3) Presa de embalse Salto Grande, su coronamiento servirá próximamente para el tránsito carretero y ferroviario, en las cercanías de las ciudades de Concordia (Argentina) y Salto (Uruguay).

### Vinculación con Brasil

4) Puente Paso de los Libres-Uruguayana, unión entre estas dos ciudades situadas en Argentina y Brasil respectivamente.

5) Cruce terrestre B. de Irigoyen y D. Cerqueira.

6) Puente Puerto Meira-Puerto Iguazú, obra próxima a licitar entre empresas argentinas y brasileñas ya precalificadas. Ubicado cerca de las Cataratas del Iguazú este puente vinculará la Ruta Nacional N° 12 argentina con rutas brasileñas y paraguayas, utilizando en este último caso el puente sobre el río Paraná construido en las inmediaciones de las ciudades Foz do Iguacu y Presidente Stroessner (Paraguay).

### Vinculación con Paraguay

7) Puente Posadas-Encarnación, obra a construir en las proximidades de estas ciudades, unirá las rutas N° 12 argentina, con la ruta N° 1 paraguaya.

8) Presa hidroeléctrica Yaciretá-Apipé, obra a construir aguas abajo de la ciudad de Posadas, su coronamiento se utilizará en los cruces entre ambas orillas del río Paraná en dicho lugar, y la prolongación de las rutas cercanas.

9) Puente sobre el río Pilcomayo, cerca de la ciudad argentina de Clorinda, vincula la Ruta Nacional N° 11 y la Ruta paraguaya que accede a Villa Hayes. Argentina ha provisto un nuevo acceso a este puente en su territorio y además el camino desde la frontera hasta Villa Hayes (Paraguay) en

virtud de un convenio con el vecino país. Este camino unirá la red vial argentina con la Ruta Transchaco y con el puente en Remanso del Castillo, construido por el Paraguay cerca de la ciudad de Asunción.

10) Puente sobre el río Pilcomayo, entre Misión La Paz y Pozo Hondo. Obra proyectada y que será completada con el proyecto del camino entre Mariscal Estigarribia y Pozo Hondo del lado paraguayo. En suelo argentino ya está proyectado el camino entre Tartagal-Tonono-Misión La Paz. Cuando estas obras se ejecuten se habrá concretado la unión física entre la Ruta Nacional N° 34 argentina (Jujuy, Salta) y la Ruta Transchaco paraguaya que permitirá acceder a Asunción y Clorinda (RN número 11).

### Vinculación con Bolivia

11) Puente sobre la quebrada Yacuiba, obra existente entre esta localidad boliviana y Salvador Mazza

(Pocitos) en Argentina, uniendo la obra proyectada a Santa Cruz de la Sierra y con la Ruta Nacional N° 34 argentina.

12) Puente entre Aguas Blancas (Argentina) y Bermejo (Bolivia), que permite el tránsito hacia Padcaya y Tarija del lado boliviano y por la Ruta Nacional N° 50 y 34 hacia Jujuy y Salta.

13) Puente entre La Quiaca y Villazón (Bolivia) facilita la circulación hacia Tupiza, Potosí y La Paz (con ramal a Sucre) en Bolivia y por la Ruta Nacional N° 9 hacia Buenos Aires en el sector argentino.

### Vinculación con Chile

14) Paso Huaitiquina en la Provincia de Salta.

15) Paso Agua Negra en la Provincia de San Juan.

16) Túnel Cristo Redentor, habilitado hace poco para sustituir el túnel anterior; esta obra vincula la Ruta Nacional N° 7 en la provincia de

Mendoza, con el camino hacia Santiago del lado chileno.

17) Paso Pino Hachado en la Provincia de Neuquén, Ruta Nac. N° 22.

18) Paso Puyehue también en la misma provincia argentina.

Existen además otra serie de pasos menores a través del macizo andino que omitimos detallar.

Complementando las obras en la región mesopotámica argentina, se construyeron entre los años 1969 y 1978 una serie de emprendimientos para salvar el obstáculo representado por el gran río Paraná, especialmente en la circulación transversal, y que han representado una sensible mejoría para el movimiento comercial y turístico entre los países vecinos. Ellas son:

—el Puente Chaco-Corrientes (General M. Belgrano) entre las ciudades de Resistencia (Chaco) y Corrientes, unión de las rutas N° 11 y 12 nacionales;

—el túnel subfluvial "Hernandarias" entre las ciudades de Santa Fe y Paraná (Entre Ríos);

—el complejo Zárate-Brazo Largo, constituido por dos grandes puentes sobre los ríos Paraná Miní y Paraná Las Palmas con sus viaductos y unos 25 kms. de camino en las islas. Esta obra sirve al tránsito ferroviario y carretero con especial orientación hacia la ciudad de Buenos Aires y todo el sector industrial del Litoral argentino.

## V. CONSIDERACIONES FINALES

Argentina se encuentra trabajando también en otros campos vinculados de cerca al quehacer vial. El programa de evaluación de calzadas está en pleno desarrollo, apoyado por equipos modernos y una metodología adaptada a los requerimientos del país, va cumplimentando las etapas previstas y elaborando las bases racionales de la futura rehabilitación de la red vial.

En materia de seguridad vial se trabaja en distintos sectores, tanto oficiales como particulares, pero todos con el mismo propósito de mejorar las condiciones de la circulación en los caminos y calles con el mínimo posible de accidentes. Se pone especial énfasis en la educación vial a distintos niveles.

Finalmente se procura la sanción de la Ley Nacional de Tránsito que permitirá unificar normas relativas a los diferentes aspectos de la circulación rural y urbana.

## VINCULACION FRONTERIZA REPUBLICA ARGENTINA



Figura N° 3

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Marcelo J. Alvarez: Organización Permanente de los Caminos Vecinales - Carreteras N° 11 - 1956.
  - (2) Jaime Teitelboim: El aporte de los combustibles líquidos derivados del petróleo para fines viales y para Rentas Generales de la Nación - Carreteras N° 89 - 1979.
  - (3) Marcelo J. Alvarez: Problemas de la infraestructura vial en el sector argentino de la Cuenca del Plata - Carreteras N° 48 - 1968.
- Referencias del informe argentino en la Reunión Regional Interamericana de la IRF (1980), en la Dirección Nacional de Vialidad de Argentina y en el Consejo Vial Federal.

# VIALIDAD AMERICANA

## ACTUALIDAD INFORMATIVA

### DE ECUADOR

#### ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICA DE LA AUTOPISTA QUITO-GUAYAQUIL

El Ing. Nelson Jiménez, jefe del Departamento Evaluación del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Ecuador, informa que el Estudio de Factibilidad de la Autopista Quito - Guayaquil, constituye para ese Ministerio uno de sus instrumentos más importantes para la programación de sus obras, en el corredor de transportes Quito-Guayaquil. Este Estudio fue realizado por el Consorcio de Firms Hidroservice de Brasil y la Compañía Nacional ASTEC. Los resultados de la Primera Fase demostraron que para atender las futuras demandas en el corredor, se debía implantar, por etapas, la ruta Riobamba-Quito-Mindo-Sto. Domingo-Guayaquil-El Triunfo. Para llegar a esta conclusión se desarrollaron estudios económicos y de tráfico, estudios preliminares de ingeniería y análisis de varias alternativas que terminaron con la selección de la ruta indicada.

En la Segunda Fase del Estudio se realizaron básicamente los estudios preliminares de ingeniería y la evaluación económica de la ruta en los tramos Quito-Riobamba (168 km) y Quito-Mindo-Guayaquil (367 km). Dentro de estos estudios se efectuaron las siguientes tareas: estudios de trazado geológicos, sísmicos, hidráulicos, diseño geométrico, diseño de drenaje, cálculo de movimientos de tierra; diseño de pavimento, con una carpeta de espesor constante de 10 centímetros y espesor estructural del pavimento variable, para lo que se aplicó el "Método de Diseño de pavimentos flexibles" del Ing. de Souza, en base al CBR corregido en función del índice de grupo, para un período de 20 años; diseño de obras de arte mayores, a nivel preliminar, de unos 20 km de túneles, unos 2.700 m de puentes y unos 6.300 m de viaductos. Con estos datos se calcularon costos estimados de los diferentes tramos de la autopista, desarrollando análisis de los precios unitarios que se anexaron al informe del Estudio.

La Factibilidad económica de cada tramo aislado y en su conjunto, fue analizada mediante las relaciones Beneficios/Costos y de las Ta-

sas Internas de Retorno (TIR) considerando la magnitud de las inversiones, con el objeto de establecer el año de apertura de cada tramo. El criterio adoptado consistió en proceder a la construcción de un nuevo tramo, siempre que el existente estuviera saturado o en vías de saturarse. Esta hipótesis se consideró como la de implantación en ritmo normal de la autopista y se designó hipótesis A (Programa de 10 años). Sin embargo, en vista de los altos costos de implantación y con miras a dificultades presupuestarias, se formuló una hipótesis alternativa con un ritmo más lento de inversiones, para una ejecución en 18 años (alternativa B). El programa de mejoramientos propuesto se vio como plenamente factible, pues la hipótesis A tiene una relación beneficio-costos global de 3,75 y una tasa interna de retorno de 25,08.

El costo total de la autopista fue estimado en unos 26 mil millones de sucres (unos mil millones de dólares) mediante una ejecución en 10 a 18 años según la alternativa que se escoja. El estudio de financiamiento de este costo se hizo sobre las siguientes hipótesis: 1) El Gobierno del Ecuador aporta con el 30 % del costo de la construcción y el crédito externo cubre el 70 % restante; 2) el préstamo exterior tiene un período de gracia igual al de la implantación del tramo, con períodos de amortiza-

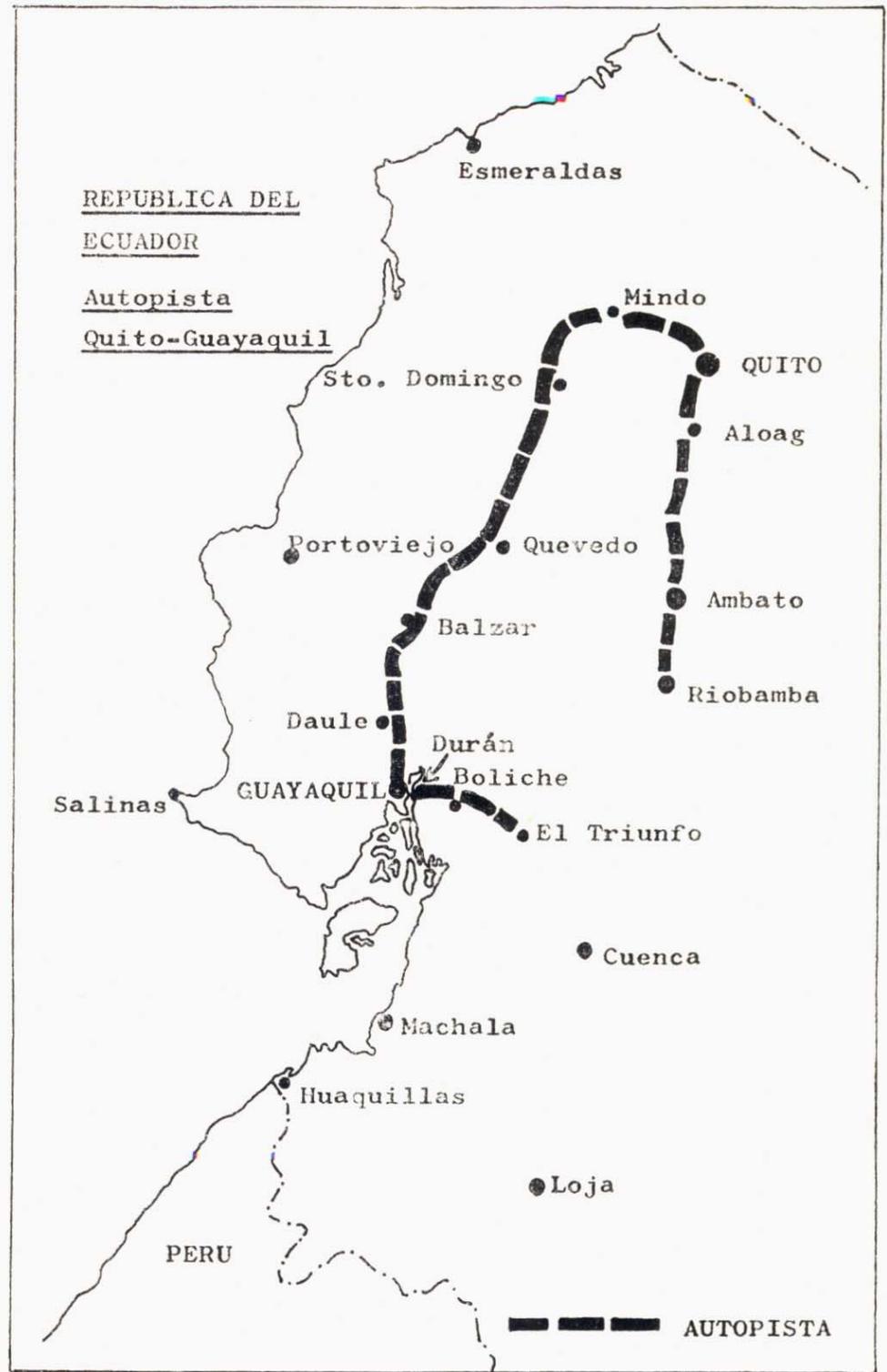
ción de 20 años; 3) la tasa de peaje adoptada es de 0,40 por vehículo-km para vehículos livianos y 0,80 vehículo-km para vehículos pesados. Con estas consideraciones se calculó el servicio de la deuda que sobrepasa los 23 mil millones de sucres.

La longitud total de la autopista propuesta es de 579,6 km, correspondiendo a los siguientes tramos: Quito-Guayaquil: 361,1 km; Quito-Riobamba: 168,5 km; Guayaquil-El Triunfo: 50,0 km. Resulta así, para el tramo Quito-Guayaquil, una reducción de 53 km en comparación con las carreteras existentes. En el tramo Quito-Riobamba esa reducción es de 18,5 km. Así se establece que Quito y Guayaquil no serán puntos extremos de la autopista sino puntos intermedios de una infraestructura vial más larga, pero indispensable: Riobamba - Ambato - Latacunga-Quito-Santo Domingo-Quevedo - Balzar - Daule - Guayaquil - Durán - El Triunfo.

El costo medio de la construcción, por kilómetro, asciende a la cantidad de 51 millones de sucres; aunque debe aclararse que el costo unitario para los diferentes tramos, ofrece amplia variación, dependiendo fundamentalmente de las características topográficas del tramo y del tipo de solución técnica elegida, para satisfacer las exigencias del trazado, en el mismo.

En la elaboración de los diseños preliminares de los diversos tramos de la autopista se adoptaron los conceptos más avanzados de ingeniería vial, tanto en lo que se refiere al diseño geométrico, pendientes, radios de curvatura, etc.; como lo referente a geología y geotécnica guiando la selección del trazado por las zonas más estables.

Además fueron ejecutados los diseños preliminares de las obras complementarias para dotar a la autopista con los más modernos dispositivos de seguridad, de características compatibles con el alto nivel que se pretende obtener en toda la obra. La evaluación económica demuestra que



todos los tramos son factibles y que en toda su extensión la obra presenta una relación Beneficio/Costo del 3,75 para una tasa de oportunidad del capital igual al 12 % anual.

La implantación aconsejada, por etapas para los distintos tramos de la obra, permiten prever una reducción en el costo total de transporte, en la red vial entre Quito y Guaya-

quil, que en el año 1995 se sitúa en los 16.000 millones de sucres.

Del punto de vista de la financiación de la construcción de las obras, se han previsto dos situaciones, para tomar en cuenta la capacidad financiera del país, de naturaleza esencialmente variable. Para ello se ha fijado un período de 10 años para la ejecución de las obras, con el cual

se evita entrar en los períodos de congestión y otro período de 18 años en que varios tramos operan en condiciones de congestión durante algunos años, en beneficio de una ejecución de obras en condiciones financieras más favorables.

El período de 10 años implica que la inversión media anual de la autopista representaría el 17 % de las inversiones totales del Ministerio de Obras Públicas en los próximos 5 años y el 60 % para el quinquenio subsiguiente, que dada la importancia de los tramos considerados y la exigencia de cubrir una demanda de transporte creciente, es financieramente viable.

El programa financiero de 18 años, hasta 1995, que implica que varios tramos tendrían que operar congestionados por algunos años y difiere la obtención de los beneficios del proyecto, permite establecer que las inversiones de la autopista representaría el 21 % de las inversiones del MOP, en el período 1978-81 y el 35 % en el quinquenio subsiguiente lo cual reforzaría aún más la posibilidad real de ejecutar las obras.

Como prioridad del programa de implantación gradual de la autopista, ya se construye el tramo Durán-Boliche (contratistas: Cía. Coinca, Tramesa y Cía. Colisa) y se ha llamado a la Precalificación de firmas para la construcción de los tramos Quito-Aloag-Jambelí y Guayaquil-Daule.

Como la autopista tendrá un efecto de colector, desde el punto de vista vial es necesario prever también un programa de mantenimiento, que abarque la red vial existente en la zona de influencia de la autopista; por otra parte, el programa de la construcción por etapas surge de la necesidad de atender la demanda de transporte terrestre, en la hipótesis de la permanencia de un sistema que permite a cada individuo la libertad de escoger el medio de transporte que más le conviene. La no realización de las obras planeadas implicaría el deterioro de la calidad del servicio, uso irracional de recursos, aumento de los costos de circulación de bienes y de personas, congestiones, accidentes y estancamiento de la producción y del intercambio regional.

## DE PERU

### TOLERANCIA DE LOS PUENTES

El 70 % de los puentes ubicados en toda la red vial peruana tiene capacidad para soportar vehículos que oscilan entre 27 y 36 toneladas métricas; sin embargo, los camiones que circulan por esos caminos transportan entre 50 y 65 toneladas de carga. Esto ha determinado el alto grado de deterioro del sistema, que se complica porque del parque automotor nacional —calculado en el orden de los 500.000 vehículos— alrededor de 10.000 unidades son camiones para el transporte pesado.

### LA RED VIAL Y EL PATRIMONIO ARQUEOLOGICO

El Instituto Nacional de Cultura ha solicitado que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones autorice la construcción o ampliación de carreteras con el asesoramiento de ese organismo en cuanto dicha acción puede afectar las superficies que sirven de asiento a los vestigios del rico pasado cultural peruano originando la destrucción de muchos lugares arqueológicos y facilitando la acción depredadora de los buscadores de huacos y objetos indígenas. Según la información del Instituto, en algunos sitios se habrían producido deterioro del patrimonio arqueológico por la manipulación de maquinaria y la circulación de vehículos pesados. Se cita lo ocurrido durante la ampliación de la carretera Catac-Chavín donde la maniobra de un tractorista causó la destrucción de la esquina sur del templo de Chavín que también sufre las vibraciones que producen los vehículos pesados, haciendo peligrar sus galerías subterráneas y los canales de drenaje.

## DE BOLIVIA

### ACTUALIDAD DE LA RED VIAL BOLIVIANA

La red caminera de Bolivia tiene una longitud de 39.649 km clasificada en tres redes: Red Fundamental con 5.692 km; Red Complementaria con 4.921 km; Red Vecinal con 29.036 km. Estas tres redes se hallan interconectadas entre sí con excepción de algunos caminos del NE que tienen su conexión al sistema a través de la red fluvial. La red boliviana tiene su conexión con la red argentina en dos puntos, con la peruana en un punto con la chilena en un punto y no tiene conexión con la red paraguaya ni brasileña.

En este sistema carretero tiene prioridad completar el eje Este-Oeste de Santa Cruz-La Paz con una carretera de primer orden en toda su longitud con sus dos ramales al Pacífico: La Paz-Desaguadero hacia el Perú y La Paz-Tambo Quemado hacia Chile. Si bien el sistema existe, faltan por ejecutar 360 km de pavimento. Luego de la terminación de esta prioritaria obra, el criterio es que el desarrollo socioeconómico de las diferentes regiones del país determinarán, según su importancia, cuáles son los caminos a pavimentar, cuáles a mejorar y cuáles a construir.

La estructura de los pavimentos es variada: 1.126 km pavimentados con tratamientos superficiales asfálticos, 250 km. con concreto asfáltico, 20 km. con concreto de cemento; 7.975 km tienen la superficie de rodadura estabilizada con grava natural o materiales triturados; y 30.278 km son caminos de tierra. A pesar de la grave situación económica del país se piensa que durante los próximos diez años se tendrá un avance del orden de los 80 km por año de carreteras asfaltadas.

# INFORMACIONES DE VIALIDADES PROVINCIALES

## DIRECCION DE VIALIDAD DE MISIONES

La planificación de la infraestructura vial en la provincia de Misiones se orienta a promover la ocupación del espacio provincial, de acuerdo con los usos dominantes, actuales y/o esperados y de su capacidad para sustentarla.

La idea central consiste en la ocupación inicial de toda la frontera provincial, con actividades dinámicas (Industrias), que sean lo suficientemente aptas como para generar riqueza y captar el mercado ubicado frente a ellos, asegurando la "presencia argentina" dentro de su área de influencia.

Así en el Norte el Complejo Turístico Cataratas y Puerto Iguazú.

En el Noreste la Colonización Andresito y la localidad de Bernardo de Irigoyen, frontera seca con el Brasil.

En el Centro-Este desde la localidad de El Soberbio hasta Alba Posse, la evolución de la red destinada a tránsito permanente no ha guardado relación con el aumento de la actividad económica, ni con el crecimiento registrado en el parque automotor, ni con el sistema vial regional para su integración con Porto Alegre en el Brasil, a tan sólo 583 km de Alba Posse.

En el Sudeste desde la localidad de Panambí hasta San Javier, es necesario romper el aislamiento interno, estimulando su integración al sistema vial nacional y regional,

puesto que generar el desarrollo regional supone la existencia de vínculos entre las partes, cualquiera sea la escala de análisis que se adopte.

Es necesario destacar en general, que el **área de frontera Bernardo de Irigoyen**, constituida por los Departamentos: 25 de Mayo, Guaraní, San Pedro, General Manuel Belgrano y el de Iguazú al norte del río Uruguay, tienen preferencia porque dan apoyo a las actividades tendientes a consolidar la Soberanía Nacional.

La infraestructura en ejecución que responde a los requerimientos del Centro de Colonización Andresito por surgir y la vitalización del Complejo Turístico Cataratas son:

**Obra N° 0766/77:** Restauración, Mejoramiento y Conservación de caminos de acceso de Ruta Nacional N° 101 a río San Antonio, formando las Rutas Provinciales Nos. 23, 24 y 25.

La puesta en producción de los montes nativos desde la localidad de Bernardo de Irigoyen hasta El Soberbio, en los Departamentos Gral. Manuel Belgrano, San Pedro y Guaraní es derivado por la Ruta Provincial N° 17, ya pavimentada desde hace varios años, y la infraestructura en ejecución que responde a dichos requerimientos son:

**Obra N° 0746/76:** Construcción Obras Básicas, Puente de Hormigón Armado y Pavimento de la Ruta

Provincial N° 20 — Tramo: Gramado-Pozo Azul.

**Obra N° 0746/76:** Modificación N° 1. Construcción Obras Básicas y Pavimento de Ruta Provincial N° 20 — Tramo: Gramado - Pozo Azul (Convenio con la Dirección Nacional de Vialidad — Sección 01: Ruta Nacional N° 14 desde Gramado a San Pedro).

**Obra N° 0763/79:** Restauración, Mejoramiento y Conservación de Ruta Provincial N° 22 — Tramo: Cruce Caballero - Rosales.

**Obra N° 0762/77:** Restauración, Mejoramiento y Conservación de Ruta Provincial N° 16 - Tramo: Palmera Boca - La Gruta.

**Obra N° 0786/79:** Mejoramiento y Conservación de Ruta Provincial número 16 - Tramo: Ruta Nacional número 12 (km 6) - Ruta Nacional N° 14 (San Pedro).

Todas estas obras en ejecución para el sector Noreste, forman parte de un programa de obras de infraestructura de vinculación transversal de la Red Primaria Provincial que tiende a promover el comercio y el turismo, rompiendo el aislamiento, comunicándola con la Red Troncal Nacional y en particular la Ruta Nacional N° 101 que corre en la parte Norte de la Provincia con rumbo Este a Oeste y la Ruta Nacional N° 14 columna dorsal del territorio misionero, que corre desde la localidad de San José al Sur hasta Bernardo de Irigoyen al Norte

con una longitud de 365 km.

Esta Ruta une doce centros urbanos, situada sobre la dorsal serrana, constituyendo la línea divisoria de las aguas.

**La pavimentación de esta Ruta** Troncal Nacional y en particular cada uno de los diferentes tramos que constituyen la Ruta Nacional N° 14, que es esencialmente de carácter turístico, ha sido demorada en su proceso de pavimentación; por tal motivo la Dirección Provincial de Vialidad, debió hacerse cargo por Convenio con la Dirección Nacional de Vialidad de su ejecución promoviendo su financiación.

La ejecución de Obras Básicas, Puente y Pavimento en la Ruta Nacional N° 14, forma parte de un programa en ejecución, según las siguientes:

**Obra N° 0782/78:** Construcción Obras Básicas y Pavimento de la Ruta Nacional N° 14 - Tramo: Dos de Mayo - San Vicente y acceso.

**Obra N° 0783/78:** Construcción Obras Básicas y Pavimento de la Ruta Nacional N° 14 - Tramo: San Vicente - Fracran.

**Obra N° 0800/79:** Construcción Obras Básicas y Pavimento de la Ruta Nacional N° 14 - Tramo: Fracran - San Pedro.

Estos tramos vinculan los centros de mayor actividad económica y cumple la función de "Colectora-Distribuidora" de los flujos vehiculares de carga y/o transporte que se dirigen a la zona Oriental de la Provincia. Dado las variaciones alimétricas de esta carretera, constituye una **Ruta Panorámica**, debido a que en algunos puntos el paisaje es de gran belleza, penetrando profundamente en el **Area de Frontera**.

La ejecución de cada tramo está sujeto a la aprobación por Convenio con la Dirección Nacional de Vialidad, en lo concerniente a parámetros de diseño y fuente de financiación.

En el sector Centro-Este desde la localidad de El Soberbio hasta Alba Posse, la Ruta Nacional N° 14 representa un colector en potencia para los cinco cruces que se producen con las Rutas Provinciales transversales:

- 1) En Paraíso con la Ruta Provincial N° 21.
- 2) En San Vicente con la Ruta Provincial N° 212.
- 3) En Km. 218 con la Ruta Provincial N° 219.
- 4) En Campo Grande con la Ruta Provincial N° 8.
- 5) En Oberá con la Ruta Troncal Nacional N° 105.

Estas dos últimas las conectan con Alba Posse y la segunda con El Soberbio, ubicadas estratégicamente para evacuar la producción de la zona sud del Area de Frontera constituido por los Dptos. de 25 de Mayo y Guaraní.

La infraestructura en ejecución que responde a dichos requerimientos lo constituye:

**Obra N° 0807/79:** Ejecución Obras Básicas y Pavimento de la Ruta Provincial N° 212 - Tramo: San Vicente-El Soberbio - Sección 01: San Vicente-Km 25 (Las Mercedes).

La producción y comercialización de aceites esenciales constituye el más importante rubro de la actividad económica, tanto del mercado interno como externo:

Así el mercado de esencias aromáticas tales como:

- a) Esencia de Citronella produce entre 200 y 300 (Tn/año).
- b) Esencia de Lemmon Grass produce entre 40 y 90 (Tn/año).
- c) Esencia de Menta Japonesa produce entre 20 y 30 (Tn/año).

Se produce en su totalidad en la zona de influencia de El Soberbio, exportándose en un 70 % a Estados Unidos de América.

Finalmente, en el sector **Sudeste** desde la localidad de Panambí a San Javier, la infraestructura vial que responde al programa de vinculación transversal de la Red Primaria Provincial, comunicándola con la Red Troncal Nacional, la constituye:

**Obra N° 0748/76:** Construcción Obras Básicas y Pavimento de la Ruta Provincial N° 5 - Tramo: Panambí-A° Tacuara - Sección 01: Panambí-Oberá.

**Obra N° 0833/80:** Repavimentación y Mejoramiento de banquetas

de la Ruta Provincial N° 4 - Tramo: Puerto Santa Ana-San Javier.

**Obra N° 0832/80:** Mejoramiento de caminos de acceso a Paso de la Barca desde San Javier.

Completando el panorama con obras de mejoramiento y conservación dentro de los Departamentos Capital y Candelaria lo constituyen:

**Obra N° 0836/80:** Repavimentación y Mejoramiento de banquetas de las localidades de Candelaria y Garupá.

**Obra N° 0835/80:** Mejoramiento calzada Ruta Provincial N° 213 desde el Aeroclub (Prog. 3000) a limite con la Provincia de Corrientes (Progresiva 19.000).

**Obra N° 0808/79:** Pavimentación avenida Redemacher entre Trincheras de San José y Avenida Tierra del Fuego —obra que se ejecuta para vincular con Ruta Nacional N° 12, a través de Avda. Tierra del Fuego, con lo que se busca alivianar el volumen de tránsito existente en Avenidas Lavalle y Uruguay, que en la actualidad son las únicas pavimentadas que constituyen arterias de entrada y salida a la ciudad de Posadas.

En general, la ejecución de la infraestructura vial, por el accidentado declive, el número considerable de ríos y arroyos con caudales torrenciales en ciertas épocas del año, hacen costosas las obras y su conservación si las comparamos con otras obras similares en ejecución en otros puntos del país.

Finalmente, se agregan otras obras licitadas últimamente, que son:

**Obra N° 0883/81:** Construcción Obras Básicas y Pavimento Ruta Provincial N° 212 - Tramo: San Vicente-El Soberbio - Sección 02; Km 23 (Las Mercedes)-El Soberbio.

**Obra N° 0882/81:** Construcción Obras Básicas y Pavimento Ruta Provincial N° 19 - Tramo: A° Uruguai-Deseado (2ª Sección).

**Obra N° 0840/81:** Construcción de Puente de Hormigón Armado sobre arroyo El Soberbio.

# DIRECCION DE VIALIDAD DE SAN LUIS

Ampliando la información publicada en nuestro número del mes de septiembre último, a continuación se transcribe el detalle de las obras realizadas, en ejecución y proyectadas por la Dirección Provincial de Vialidad de San Luis desde el mes de octubre de 1981 a enero del corriente año.

## DIRECCION DE PROYECTOS OBRAS EN EJECUCION

Obra: En Ruta Nac. N° 7 y 148 — Anteproyecto construcción Puente Acceso a la Ciudad de Villa Mercedes — Dpto. Pederñera — San Luis.

## OBRAS EN PROYECTO

Obra: Ruta Provincial N° 14; Tramo: San Justo Daract-Límite con Córdoba en una longitud de 22 Hm. Se realizan trabajos de obras básica, obra de arte, pavimento y banquina estabilizada.

## DIRECCION DE CONSTRUCCIONES DEPARTAMENTO OBRAS POR ADMINISTRACION

### OBRAS REALIZADAS

Obra: Dos guardaganados sobre Ruta Provincial s/N°, Tramo: Pozo del Tala-Villa General Roca-Dpto. Belgrano.

Obra: Alcantarillas de caños de 0,80 cm de diámetro y muro de defensa en Ruta Provincial en el lugar denominado Cazador Viejo-Dpto. La Capital.

Obra: Construcción de 2 Alcantarillas tipo ABMCO s/Ruta Provincial N° 49, Tramo: Puente La Horqueta-Navia.

Obra: Construcción de alambrado Olímpico Perimetral en la Escuela N° 126 en la localidad de Paso del Rey, Dpto. Pringles, en una longitud de 225 metros.

Obra: Construcción de Pavimento de Hormigón en Acceso a la Gruta de Inti-Huasi, 100 m de largo por 6 m de ancho por 0,20 m de espesor, construcción de Alcantarilla de caño de 0,80 m de diámetro en 10 m de ancho de calzado, construcción de guardagano de 6 m de ancho de calzada.

## OBRAS EN EJECUCION

Obra: Pavimentación Urbana en la localidad de El Trapiche, Dpto. Pringles, base estabilizada de 0,15 m de espesor tratamiento vituminoso superficial tipo simple.

Obra: En Ruta Nacional N° 146, Tramo: Nueva Galia-Arizona, base de tosca, riego de imprimación, construcción de alambrado delimitador, obra de arte menores.

Obra: Iluminación de la "Rotonda Cruz de Piedra" distante 12 km de la ciudad de San Luis, hacia el Este donde se inicia el Circuito Serrano de Turismo o Circuito Chico.

## DEPARTAMENTO OBRAS POR CONTRATO OBRAS EN EJECUCION

Obra: Ruta Provincial N° 1, Tramo: Merlo-Papagayos; Sección: Cortaderas - Papagayos y Acceso a la localidad de Villa Larca en una longitud de 18 Km por 6,70 m de ancho de calzada.

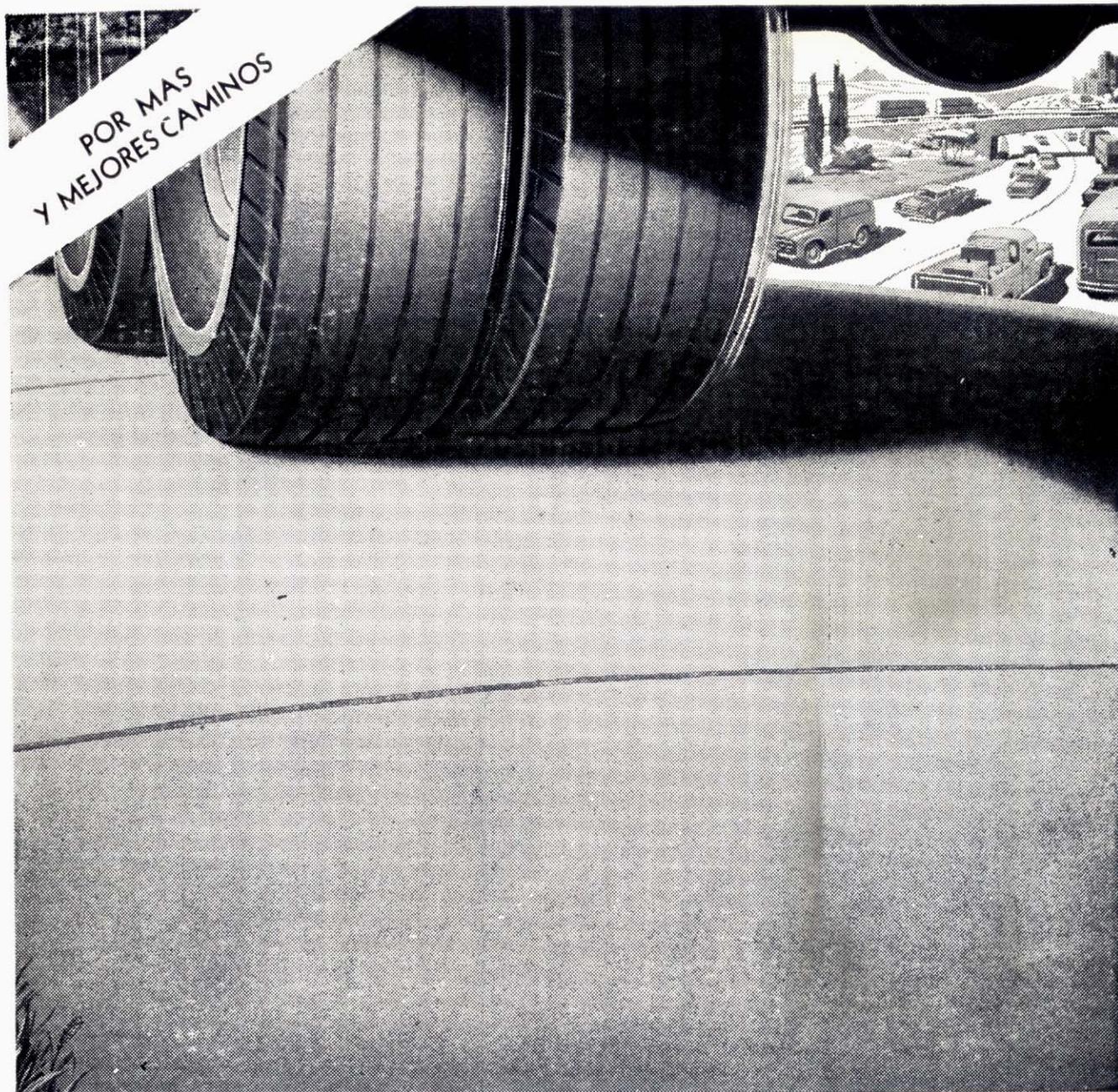
Obra: Ruta Provincial N° 10, Tramo: La Toma-La Punilla, Sección: Empalme Ruta Nacional N° 148-La Esquina (Km 19.350), pavimentos flexible tipo Carpeta asfáltica en una longitud de 19 Km por 7,50 m de ancho.

## DIRECCION DE CONSERVACION OBRAS EN EJECUCION

Obra: Ruta Provincial N° 49, Tramo: Puente La Horqueta-Navia. Construcción de Terraplenes, desmonte, destronque y limpieza.

Obra: Praderización de banquetas, taludes y contraludes en Rutas 9, 20 y 5 en los Tramos: Santa Rosa-Merlo; San Roque-El Volcán y El Volcán-La Toma.

Obra: Conservación anual de las Rutas Provinciales números 22, 1, 33, 17 y 10. Obras cuyos trabajos se realizan por contrato con Empresas.



POR MAS  
Y MEJORES CAMINOS

# Pavimentos de Hormigón DURACION A TODA PRUEBA

**INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO**

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



**Empresa Lider  
en desarrollar y producir:**

- Las Alcantarillas de chapa Ondulada "Tipo Encajable"
- Las Estructuras "MULTI-PLATE" - Las Chapas "TUNNEL LINER"
- Las Defensas Metálicas "FLEX-BEAM"



**Anuncia ahora la fabricación  
en ARGENTINA de las Estructuras  
"SUPER SPAN"  
que permiten salvar luces de hasta  
15 metros**

Para información adicional:  
ARMCO ARGENTINA S. A.  
División Productos para la Construcción  
Corrientes 330 (1378) Bs. As.  
Tel. 311-6215

Sucursales:  
Arturo M. Bas 22 - P. 3 - of. 2  
Tel. 46718 (5000) Córdoba  
Sarmiento 859 - p. 2 - of. 12  
Galería Rosario - Tel. 217434  
(2000) Rosario

**ARMCO ARGENTINA S.A.**