

Revista **de** **Ciencias Económicas**

**PUBLICACION DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
CENTRO DE ESTUDIANTES Y COLEGIO
DE GRADUADOS**

DIRECTORES

Juan Bayetto
Por la Facultad

Horacio B. Ferro
Por el Centro de Estudiantes

Juan José Guaresti (h.)
Por el Colegio de Graduados

SECRETARIO DE REDACCION

Carlos E. Daverio

REDACTORES

Andrés Devoto
José Rodríguez Tarditi
Por el Colegio de Graduados

Vito N. Petrera
Silvio Pascale
Por la Facultad

José D. Mestorino
Por el Centro de Estudiantes

AÑO XXI

NOVIEMBRE DE 1933

SERIE II, N° 148

**DIRECCION Y ADMINISTRACION
CALLE CHARCAS 1835
BUENOS AIRES**

La dirección no se responsabiliza de las afirmaciones, los juicios y las doctrinas que aparezcan en esta Revista, en trabajos suscritos por sus redactores o colaboradores.

de T. Sánchez de Bustamante

La vialidad en la República Argentina. Su evolución y estado actual

C A P I T U L O I

INTRODUCCIÓN. NOCIONES DE TÉCNICA Y ECONOMÍA VIAL NECESARIAS PARA EL ESTUDIO GENERAL DE LAS CUESTIONES VIALES

Nos ocuparemos en este estudio de los caminos terrestres ordinarios exclusivamente. Por razones de brevedad y siguiendo el uso de nuestro país designaremos a estas vías con la palabra caminos, simplemente.

En el estudio de las cuestiones viales, conviene considerar los hechos o fenómenos en el orden que se producen.

Las necesidades relativas a ciertos transportes terrestres determinan la construcción de caminos. La primera realidad a considerar es, por lo tanto, el camino mismo. Esta consideración objetiva de la obra, de lo que constituye un camino, implica un estudio, aunque sea elemental, de carácter técnico.

La construcción, mantenimiento y uso de un camino ocasionan gastos. A la consideración del aspecto técnico, sigue, pues, de inmediato, la del aspecto económico.

Para arbitrar los recursos destinados a la construcción y conservación de caminos y asegurar su funcionamiento se impone la acción del Estado. Aparecen, entonces, los aspectos políticos, legales, financieros y administrativos de estos problemas.

Para el estudio de estos últimos aspectos son necesarias nociones de técnica y economía vial, algunas de las cuales, como introducción expondremos en seguida, ilustrándolas con datos y cifras de la realidad argentina.

1.—Principales obras que constituyen un camino

Construir un camino significa determinar sobre el territorio de un país una faja de terreno, destinada a la circulación, y sustituir en esa faja la superficie del terreno natural, mediante la ejecución de obras, por otra superficie, que sea apta para la circulación de vehículos en cualquier época del año.

La determinación o elección de la faja de terreno para destinarla a la circulación, constituye la determinación o elección del trazado del camino.

Las obras de sustitución de la superficie del terreno natural son de dos categorías:

- a) Obras de infraestructura, u obras básicas;
- b) Obras de superestructura, o de pavimentación, o de formación de la calzada.

2.—Obras de infraestructura

Están constituidas por terraplenes, cortes o desmontes, alcantarillas, puentes, etc., y tienen como principales objetos: servir de base al pavimento o materiales que forman la calzada; poner a esta última a cubierto de inundaciones producidas por lluvias o crecientes; y suavizar las pendientes del camino en su sentido longitudinal.

3.—Obras de superestructura

Son las destinadas a formar la calzada del camino. Se pueden distinguir dos casos:

- a) La calzada está formada por los mismos materiales que constituyen el terreno natural, (tierra, roca, etcétera), y, en este caso, los trabajos de superestructura consisten, simplemente, en dar a la superficie del camino una forma abovedada para facilitar la circulación de los vehículos y el escurrimiento de las aguas pluviales;
- b) Se mejoran los materiales que constituyen el terreno natural, agregando sustancias adecuadas, (arena, arcilla, materiales bituminosos, etc., según las circunstancias), o se construye sobre la infraestructura un pavimento firme, (macadam, hormigón armado, adoquinado, asfaltado, etc.)

4.—Costos comparados de ambas clases de obras

El costo de las obras de infraestructura depende, principalmente, del relieve o configuración del terreno. Este costo es relativamente bajo en llanura; aumenta en terrenos ondulados y puede alcanzar valores de importancia en regiones montañosas. Como costos medios, por kilómetro, de la infraestructura de un camino de 6 metros de ancho, en las tres zonas (llana, ondulada y montañosa) del país, daremos los siguientes:

En llanura	\$ 4.000
En región ondulada	„ 9.000
En montaña	„ 17.000

En los caminos afirmados la superestructura constituye generalmente, desde el punto de vista económico, el rubro más importante de las obras.

Así, por ejemplo, un camino con pavimento de hormigón armado, de seis metros de ancho, en la región llana de nuestro país, cuesta, aproximadamente, en condiciones medias:

Por kilómetro de infraestructura .	\$ 4.000
Por kilómetro de superestructura .	„ 60.000
Total	<u>\$ 64.000</u>

Obsérvese que, en este caso, el costo del pavimento representa el 94 % del costo total de las obras. Este porcentaje disminuye en regiones onduladas o montañosas, por cuanto, en ellas, aumenta la importancia de las obras básicas: terraplenes, desmontes, etc.

Un camino de tierra, (o sea obras de infraestructura, solamente, complementadas con el abovedamiento de la calzada), en llanura, cuesta, en condiciones medias, \$ 5.000 por kilómetro.

Considerando estas cifras, nótese la gran diferencia que existe, desde el punto de vista económico, entre construir caminos con calzada no mejorada (de tierra o materiales del terreno natural) y construir caminos con pavimentos firmes, o sea caminos afirmados.

5.—Tipos principales de pavimentos

Según los materiales que forman la calzada, se pueden distinguir los siguientes tipos principales de pavimentos:

- a) De tierra o materiales del terreno natural;
- b) De tierra mejorada;
- e) De ripio (enripiados);**
- d) De macadam al agua o hidráulico (waterbound);
- e) De macadam bituminoso;
- f) De hormigón sin armar;
- g) De hormigón armado;**
- h) Carpetas asfálticas sobre bases firmes;
- i) Adoquinados de granito;
- j) Enmaderados.

Se considera a los caminos a) y b) como caminos de tipo inferior; a los caminos c), d) y e), como de tipo intermedio, y a los caminos f), g), h), i) y j), como de tipo superior.

6.—Elección del tipo de pavimento más conveniente

La elección del tipo de pavimento más conveniente para un camino dado debe hacerse teniendo en cuenta:

- a) Las características técnicas de cada clase de pavimento;
- b) Las consecuencias de orden económico que se derivan de la adopción de uno u otro tipo de pavimento;
- c) Otras circunstancias de índole especial (política, militar, turística, etc.)

Trataremos, a continuación, estos factores que condicionan la elección del tipo de pavimento más conveniente en cada caso.

7.—Evolución técnica de los pavimentos y descripción de sus principales tipos

Al exponer las principales características técnicas de los diversos tipos de pavimentos presentaremos a éstos en orden de importancia o perfeccionamiento técnico creciente y señalaremos, a la vez, los procesos evolutivos que han determinado la aparición de nuevos tipos de estas construcciones.

Caminos de tierra

Un camino nuevo, en una zona de escaso tráfico, se construye inicialmente, por lo general, con calzada o pavi-

mento de tierra o de los materiales que forman el terreno natural.

Se obtiene la calzada de estos caminos dando una forma convexa a la superficie de las obras básicas: terraplenes, desmontes, etc.

Las calzadas de tierra común dan buenos resultados en caminos de tráfico poco intenso (hasta 300 vehículos por día, más o menos), cuando los principales elementos que constituyen la tierra, o sean la arena y la arcilla, entran en proporciones adecuadas.

Si predomina la arena, en épocas de sequía, este material, suelto por la falta de cimentación que produce la arcilla, dificulta grandemente la circulación.

Si predomina la arcilla, el camino se conserva regularmente mientras no se produzcan extremos de humedad o sequía. Si hay mucha humedad, la arcilla se vuelve plástica; se forman barriales y las ruedas de los vehículos penetran profundamente en el fango. En tiempos de sequía, el terreno se desmenuza bajo la acción del tráfico y una capa espesa de polvo finísimo dificulta la circulación.

Se subsanan estos inconvenientes, debidos al predominio de la arena o de arcilla, mejorando las calzadas con el agregado de otras sustancias.

Caminos de tierra mejorada

Un procedimiento consiste en obtener artificialmente las proporciones convenientes de arena y arcilla. A la tierra, removida, del terreno donde se construye el camino, se le agrega arena o arcilla, según cual sea el elemento faltante y se mezclan estos materiales. Los norteamericanos denominan "**sand-clay**" (arena-arcilla) al pavimento así obtenido.

Otras veces se recubre o reviste el terreno natural con tierra, proveniente de otros parajes, en que la arena y la arcilla se encuentren en las proporciones debidas, (recubrimientos denominados de "**top-soil**").

Se obtienen, también, calzadas lisas y consistentes si a los terrenos arcillosos se agrega, en vez de arena, **granza**, o sea material pétreo de reducidas dimensiones, (hasta de 3 centímetros en su mayor dimensión), proveniente de lechos de ríos o arroyos (gravilla o arena gruesa), o de rocas o mantos pétreos que se desintegran fácilmente y que se desmenuzan con el manipuleo.

La aglutinación de los materiales térreos para formar la calzada puede obtenerse, también, mezclándolos sobre el terreno, con sustancias bituminosas provenientes de la destilación del petróleo, (procedimiento denominado "**mix in place**").

Enripiados

Se construyen cilindrando una mezcla de cantos rodados y arena (ripio), proveniente de playas de ríos, depósitos aluvionales, etc.

Este material debe tener cierta cantidad de arcilla o calcáreos, pues, en caso contrario, no se conglomeraría suficientemente bajo la presión del rodillo compresor.

Macadam al agua o hidráulico (waterbound)

Si en vez de cantos rodados y arena se cilindra piedra quebrada, limpia, dura, resistente a los golpes y al desgaste por uso o fricción, se obtiene el macadam común, o macadam al agua o hidráulico (waterbound).

La colocación del material pétreo se hace en dos capas, por lo menos, cilindradas, y se agrega, finalmente, material de relleno, que también se cilindra. Para que el material de relleno (recebo o **filler**, consistente en desperdicios de la trituración de la piedra, cuando ésta es cementicia, etc.), penetre mejor y se obtenga una estructura más compacta, se riega con agua el pavimento al cilindrarse. El empleo del agua determina el nombre de esta construcción.

Macadam bituminoso

Los enripiados y el macadam hidráulico constituían tipos convenientes de pavimentos, para caminos muy transitados, antes de la aparición del automóvil.

Actualmente, estos pavimentos resultan antieconómicos en caminos de intensa circulación, a causa de que el tráfico automotor disgrega y dispersa rápidamente los elementos constitutivos de la calzada y origina así una costosa reparación y conservación de estas superestructuras.

Un modo de evitar la disgregación y dispersión del material pétreo, consiste en ligar las partículas de piedra con petróleo, o productos de la destilación del mismo (fuel oil, roadoil, etc.), o con asfaltos o betunes naturales, o alquitranes, etc.

Aplicando estos productos se obtienen los macadamizados bituminosos.

La substancia bituminosa puede ser aplicada de dos maneras:

- a) Mediante tratamientos superficiales;
- b) Mediante tratamientos a penetración.

Los tratamientos superficiales son aplicables, no sólo a pavimentos de macadam, sino también, a enripiados. Se barre la superficie del pavimento, que deberá estar completamente seco, y se aplica el material ligante. Según cuál sea éste, la aplicación se hará en frío o en caliente. Finalmente se recubre el pavimento con una capa de detritus de piedra o arena y se cilindra.

Los tratamientos a penetración se efectúan al construir la última capa del macadam, de 5 a 8 centímetros de espesor, y consisten en la impregnación de esta última capa con material ligante. No se agrega, en estos casos material pétreo de relleno o filler.

Al construir pavimentos de esta clase se debe prestar especial cuidado al drenaje de las aguas debajo del firme, pues, si no hay drenaje, la base del firme se mantiene húmeda y blanda, a causa de la impermeabilidad del pavimento, y ello ocasiona hundimientos y deformaciones de la calzada.

Pavimentos de hormigón sin armar

Mezclando, en proporciones adecuadas, piedra, arena, cemento portland y agua, se obtiene, después del tiempo necesario para el **fragüe** de esta mezcla (o sea el endurecimiento de la misma, subsiguiente a reacciones químicas), un bloque duro, compacto y resistente, llamado **hormigón** o **concreto**.

Si se mezcla, solamente, arena, cemento portland y agua, se obtiene el **mortero**, o sea la sustancia cementicia, (argamasa, mezcla) empleada en las construcciones de albañilería.

Un pavimento de hormigón se puede asimilar, por lo tanto, a un macadam o enripiado en que la disgregación y dispersión del material pétreo es evitada por el mortero que envuelve y une a las piedras constituyentes.

El espesor de estos pavimentos varía entre 15 y 25 centímetros y se determina, teniendo en cuenta, principalmente: la estabilidad del terreno sobre el cual se construyen; el peso, velocidad, naturaleza y cantidad del tráfi-

co; y, también, el ancho de la calzada. Conviene aumentar el espesor en los costados del pavimento.

Las ventajas principales de ese tipo de pavimento son:

- a) Reducido valor del coeficiente de tracción de los vehículos. Es menor que el correspondiente a los pavimentos de concreto asfáltico, adoquinado de granito, etc. Por lo tanto, los gastos de tracción, sobre este pavimento, también son menores;
- b) Superficie impermeable, higiénica, poco resbaladiza, (apta para pendientes elevadas: en climas húmedos hasta el 5 %; en regiones secas hasta el 10 %).

El inconveniente principal de esta clase de pavimentos consiste en la formación de grietas y fisuras. El tráfico destruye los bordes de las grietas y ensancha, así, a éstas. Para reparar estos desperfectos, se quita el material suelto de las grietas y se rellena el espacio vacío con mortero bituminoso.

Las grietas y fisuras se originan, principalmente, por los cambios de temperatura. Pueden producirse, también: por asentamientos desiguales del terreno de fundación; por choques de cargas excesivas; y por defectuosa confección del hormigón. La primera de estas causas es la más importante.

Para disminuir la cantidad e importancia de las grietas se recomienda:

1º — Construir estos pavimentos solamente sobre terrenos de fundación muy firmes (no deberán ejecutarse sobre terraplenes recientemente construídos);

2º — El hormigón debe ser rico en cemento portland, (proporciones de cemento, arena y piedra, en volumen: 1 :1.5 :3 ó 1 :2 :3) y su construcción debe ser refectuada cuidadosamente;

3º — Armar la losa y construir juntas de dilatación.

Pavimentos de hormigón armado

Mediante la colocación de armaduras metálicas, dentro de la masa del hormigón, al construir éste, en los sitios que indica la técnica, se reduce el número e importancia de las grietas, (lo que significa una economía en los gastos de conservación del pavimento), y es posible reducir el espesor de la losa.

Las juntas de dilatación pueden ser:

- a) Transversales al camino. Se construyen a distancias de 12 metros, más o menos.
- b) Longitudinales, coincidiendo con el eje del camino, o paralelas a éste. Conviene construir estas juntas cuando el ancho de la calzada es de 5,50 metros o mayor. Estas juntas dividen el pavimento en fajas. Es ventajoso, en algunos casos, construir estas fajas en épocas diferentes, a fin de no interrumpir el tráfico durante la construcción. La junta es, en estos casos, a la vez, de dilatación y de construcción.

El pavimento de hormigón, (sin armar o armado), en las ciudades presenta el inconveniente de que se presta poco para ser abierto con el objeto de colocar cañerías, cables, etc., y luego cerrado nuevamente.

Carpetas asfálticas sobre bases firmes

El **asfalto** es una mezcla semi-sólida o sólida, pegajosa, de hidro-carburos. Se encuentra en la naturaleza o puede ser obtenido artificialmente.

En la naturaleza se presenta en yacimientos lacustres (asfaltos de Trinidad, de Bermúdez, etc.), o impregnando rocas areniscas o calcáreas, (asfaltos de San Valentino, etc.)

Artificialmente se obtiene el asfalto como producto o residuo de la refinación del petróleo.

Por **betún** o **cemento asfáltico** se entiende la parte del asfalto o petróleo que se disuelve completamente en bisulfuro de carbono.

Con el nombre de carpetas asfálticas se designan a todos aquellos pavimentos en que el asfalto, o el betún, o cemento asfáltico, forman parte constituyente de una capa o cubierta (carpeta), sobre la cual se realiza el tráfico, y que se construye encima de una base firme, denominada contrapiso.

Estas carpetas protegen a la base de la calzada y se desgastan bajo la acción del tráfico, por lo que deben ser restauradas o renovadas periódicamente.

Las principales cubiertas asfálticas de desgaste son las siguientes:

Asfaltados urbanos

Distínguense dos tipos

- a) **Natural o europeo.** Se pulveriza la roca asfáltica natural, (roca impregnada naturalmente con asfalto), se aplica en caliente y se comprime sobre un contrapiso de hormigón, formando una carpeta de 5 centímetros de espesor.
- b) **Artificial o norteamericano.** Consta de dos capas de 4 centímetros de espesor cada una: la inferior, llamada **binder**, y la superior o cubierta asfáltica propiamente dicha.

La capa inferior (binder), intermediaria entre la cubierta asfáltica y el contrapiso de fundación, está compuesta por pedregullo, arena y cemento asfáltico y sirve para evitar que la cubierta asfáltica, bajo la acción del tráfico, se escurra o reparta desigualmente sobre la fundación, formándose baches y ondulaciones.

La capa superior, (cubierta asfáltica), se compone de arena, material de relleno, (filler), entre los intersticios de las partículas de arena, que puede ser cemento portland o polvo de roca calcárea, y cemento asfáltico.

Los asfaltados de este tipo se construyen sobre hormigón, macadamizados hidráulicos, pavimentos de hormigón desgastados por el tráfico, hormigón asfáltico (denominado también "base negra" y que consiste en un conglomerado de piedra, arena y cemento asfáltico), etc.

Concreto asfáltico

Está formado por pedregullo, arena, material de relleno (filler: consistente en cemento portland o polvo de piedra calcárea) y cemento asfáltico.

Se construye, con estos materiales, una carpeta de 5 centímetros de espesor, directamente sobre la fundación, sin capa intermedia. Se puede decir que esta carpeta resulta de mezclar en una sola capa, reduciendo su espesor a 5 centímetros, las dos capas que constituyen el asfaltado de tipo norteamericano.

El contrapiso puede ser, como en los casos anteriores, de hormigón, macadam, enripiados, etc.

Otras carpetas de desgaste

Se construyen, además, sobre bases firmes, otras carpetas de desgaste, constituidas por material pétreo (piedra triturada, pedregullo, arena, etc.), y un material ligante bituminoso (betunes asfálticos o alquitranes).

Estas carpetas tienen, generalmente, de 5 a 8 centímetros de espesor y el material ligante se aplica, en frío o en caliente, según su naturaleza, durante la construcción de la carpeta, de modo que penetre entre los espacios o vacíos del material pétreo.

Como materiales ligantes se emplean, también, emulsiones bituminosas o sean productos líquidos ofrecidos en el comercio, en los que una cantidad de betún asfáltico está finamente dispersada y suspendida en un medio acuoso al cual se le ha añadido un agente emulsivo adecuado. Estas emulsiones se aplican en frío: al evaporarse el medio acuoso queda el betún asfáltico como sustancia ligante. Ejemplo: producto "Colas" (cold asphalt).

También se emplean materiales ligantes provenientes de la destilación del carbón de piedra (alquitranes). Ejemplos: productos "Tarvia", "Tarliga", etc.

Adoquinados de granito

Constan de:

- a) Un contrapiso que, en general, es de hormigón, de 12 centímetros de espesor;
- b) Sobre este contrapiso, una capa de arena, de grano grueso, cuyo espesor, una vez terminado el pavimento, es de 8 centímetros;
- c) Sobre la capa de arena, los adoquines de piedra granítica, de 18 a 22 centímetros de largo, por 10 a 13 centímetros de ancho y 14 a 16 centímetros de alto. Las juntas no deben tener más de medio centímetro de ancho y se llenan con arena, salvo en los sitios donde las aguas pueden arrastrar la arena. En estas partes se llenan las juntas con mortero o asfalto hasta una profundidad de 3 centímetros.

Enmaderados

Constan de:

- a) Contrapiso impermeable, de hormigón de cemento portland, de 12 centímetros de espesor;

- b) Una capa intermedia de mortero de cemento portland, de medio centímetro de espesor;
- c) Tarugos de algarrobo, de 15 centímetros de largo, por 6 centímetros de ancho y 10 centímetros de alto.

Las juntas tienen 6 milímetros de ancho y se llenan con mortero de cemento portland hasta tres centímetros de profundidad. Sobre el enmaderado se aplica asfalto puro, en caliente; se desparrama, en seguida, arena medianamente fina, caliente; y se cilindra con un rodillo liviano. Se forma así una fina carpeta asfáltica, que penetra en las juntas y da a los enmaderados el aspecto de asfaltados. Este tratamiento evita la penetración de la humedad y la acción de agentes microbianos.

8.—Costo anual de explotación de un camino; términos que lo integran: gastos correspondientes a la construcción; gastos de conservación y gastos de transporte; mínimo de esta suma

En el estudio, desde el punto de vista económico, de la elección del tipo de pavimento más conveniente, se debe considerar el costo de explotación, o sea de funcionamiento del camino.

Este costo comprende gastos de tres clases:

- a) Gastos correspondientes a la construcción;
- b) Gastos correspondientes a la conservación;
- c) Gastos de transporte.

Para precisar y simplificar estos conceptos y a título de ejemplo, consideraremos solamente un kilómetro del camino y un período de un año. Supondremos, además, para mayor sencillez, que la cantidad de tráfico no varíe, cualquiera que sea el tipo de pavimento elegido y que la construcción de la obra se realice, como ocurre frecuentemente, con fondos provenientes de un empréstito.

Emplearemos, por razones de brevedad, las siguientes notaciones:

K , capital empleado en la construcción de un kilómetro de camino.

i , tanto unitario del servicio del empréstito, (interés y amortización del capital);

U , gasto anual de conservación del kilómetro de camino considerado;

T , número de toneladas de tráfico que pasan, durante el año, por el mismo kilómetro de camino;

f , costo unitario del transporte, o sea costo de la traslación o desplazamiento de una tonelada de tráfico sobre el camino;

S , costo anual de explotación del camino.

El valor de S estará dado, por la siguiente expresión:

$$S = K_i + U + T f$$

El término K_i es el gasto anual correspondiente a la **construcción** del camino. Su importancia depende, principalmente, del tipo de pavimento elegido. Este gasto corre, ordinariamente, a cargo del Estado.

El término U es el gasto anual correspondiente a la **conservación** del camino. Su valor depende, no solamente del tipo de pavimento elegido, sino, también, de las características e intensidad del tráfico. Este gasto, como el anterior, se realiza ordinariamente, por cuenta del Estado.

El término $T f$ representa los **gastos de transporte**, o sean los correspondientes a la traslación de los vehículos sobre el camino. Estos gastos, (nafta, lubricantes, etc.), son sufragados por quienes utilizan el camino. La importancia de este término depende de la cantidad del tráfico, T , y del costo unitario, f , de realización de una unidad de tráfico. El valor de f depende de la naturaleza de la calzada, (dureza, elasticidad, pulimento, etc.), y decrece a medida que se perfecciona el tipo de pavimento.

Desde el punto de vista económico, se debe elegir el tipo de pavimento que ocasione un menor gasto de explotación del camino (valor mínimo de S).

Nótese que, a mayor capital invertido (mayor valor de K_i ; pavimentos de tipo superior), corresponden menor costo unitario de transporte, (menor valor de f y, por lo tanto, menor valor de $T f$ si el tráfico es constante), y, en general, **menor costo de conservación** (menor valor de U). Pero, para que, económicamente, se justifique o convenga un incremento del término K_i , la cantidad de tráfico, T , debe ser tal que la disminución de la suma $U + T f$ sea mayor, o por lo menos igual, en valor absoluto, al incremento de K_i .

Aplicando estos conceptos al estudio de los tipos comunes de pavimentos se llega a los resultados medios siguientes:

Caminos ordinarios de tierra: convienen siempre que el tráfico no exceda de 300 vehículos diarios;

Caminos de tierra mejorados con tratamientos bituminosos: convienen para tráficos comprendidos entre 300 y 700 vehículos diarios.

Caminos de macadam bituminoso, hormigón armado, adoquinados, etc.; son aconsejables para tráficos superiores a 700 vehículos diarios.

9.—Datos numéricos sobre costos de construcción, de conservación y de transporte

Estos costos varían, según las épocas y regiones del país, entre límites bastante alejados.

No obstante, con el propósito de dar una idea sobre la magnitud de estos costos y relaciones entre ellos, consignaremos los siguientes importes medios relativos a caminos con calzadas de 6 metros de ancho:

a) Costos de construcción

Obras de infraestructura, por kilómetro de camino

En llanura	\$ 4.000
En región ondulada	„ 9.000
En montaña	„ 17.000

Los valores que preceden incluyen obras de arte (alcantarillas, puentes, etc.), sobre arroyos y son de escasa importancia.

Los puentes carreteros se construyen, preferentemente, de hormigón armado o de acero. Su costo, por metro lineal de luz, depende de numerosas circunstancias, siendo las principales: ancho de la calzada, altura del puente, naturaleza del terreno de fundación de los estribos y pilares, obras de defensa y encauzamiento del río necesarias, etc. En condiciones medias, un puente carretero, con calzada de 6 metros de ancho, cuesta alrededor de \$ 1.300, por metro lineal de luz.

Obras de superestructura

Caminos de tierra: el abovedamiento de la calzada, perfilado de cunetas, cuesta de \$ 0,10 a \$ 0,45 por metro lineal de camino.

Los pavimentos de tierra mejorada y enripiados, cuando se dispone, cerca de las obras, de los materiales de construcción, importan de \$ 0,50 a \$ 2.00 por metro cuadrado de superficie pavimentada.

El costo de macadam común o hidráulico varía de pesos 4.00 a \$ 6.00 por metro cuadrado, según la distancia a las fuentes de provisión de la piedra.

El precio de los pavimentos de macadam bituminoso oscila entre \$ 5.00 y \$ 7.00 por metro cuadrado.

Los pavimentos de hormigón armado cuestan, según las localidades, clase y espesor de los firmes, etc., de pesos 9.00 a \$ 11.00 por metro cuadrado.

La construcción de carpetas asfálticas sobre bases firmes, importa, incluyendo éstas, de \$ 9.00 a \$ 10.00 por metro cuadrado.

En la ciudad de Buenos Aires, los precios medios de los asfaltados, pavimentos de concreto asfáltico, adoquinados de granito y enmaderados son de \$ 15.00, \$ 11.00, \$ 17.00 y \$ 18.00 por metro cuadrado.

b) Costos de conservación

El costo de conservación es influenciado notablemente por la clase e intensidad del tráfico, principalmente en los casos de caminos de tierra, enripiados y macadamizados hidráulicos sin tratamientos bituminosos. Puede variar, en estos casos, para caminos de 6 metros de ancho sometidos a un uso racional, entre \$ 120 y \$ 1.500 por kilómetro y por año. Un tráfico excesivo obliga a costosas reparaciones que elevan considerablemente estas cifras.

La conservación de los pavimentos de macadam bituminoso origina un gasto anual comprendido entre \$ 400 y \$ 1.200 por kilómetro-año (caminos de 6 metros de ancho).

El mantenimiento, en buenas condiciones, de los caminos de tipo superior (hormigón, adoquinados de granito, etcétera), de 6 metros de ancho, ocasiona gastos comprendidos entre \$ 130 y \$ 300 por kilómetro-año.

c) Costos de transporte

Muy difícil, también, es fijar, para estudios económicos de carácter general, valores numéricos del costo de transporte. Se estudia o trata de determinar, en estos casos, el costo

de realización de una tonelada-kilómetro, o sea el costo del transporte de una tonelada, sobre el camino, a un kilómetro de distancia.

La diversidad de circunstancias en que los distintos usuarios de un camino realizan sus transportes, hacen variar grandemente los costos unitarios de estas operaciones.

Para fijar ideas daremos, a pesar de ello, los siguientes costos medios:

Costo de la tonelada-kilómetro sobre calzadas de:

Tierra	\$ 0,25
Macadam bituminoso	„ 0,20
Hormigón armado	„ 0,17

Cuando la importancia del tráfico es muy grande y se construye un pavimento de tipo superior, la economía que se obtiene, en este renglón —gastos de transporte— compensa por sí sola, ampliamente, el mayor costo de construcción del pavimento.

10.—Otras circunstancias que deben considerarse al elegir el tipo de pavimento

Las características técnicas, propias de cada clase de pavimento, determinan, en ciertos casos, la elección del tipo de pavimento. Por ejemplo, si se debe construir un camino para el tráfico de vehículos muy pesados sobre un terreno húmedo y blando convendrá, probablemente, construir un pavimento de hormigón armado, aunque la intensidad o frecuencia del tráfico no sea suficiente para justificar, por sí sola, la adopción de este tipo de obra.

Hay, además de las circunstancias técnicas y económicas, otras circunstancias especiales, de otros órdenes, que deben considerarse en ciertos casos y que pueden justificar un apartamiento de las normas económicas en la elección del tipo de pavimento. Nos referimos a los factores de orden político, militar, turístico, etc, que pueden imponer la adopción de un pavimento de tipo superior, en regiones de tráfico relativamente escaso.

Observemos, finalmente, que la construcción de un camino difiere, casi siempre, de la de obras públicas, en lo siguiente: el camino, en la mayoría de los casos, no debe ser construído, originariamente, completo y definitivo como se construye un edificio o un monumento público. El camino nace, y debe desarrollarse luego, siguiendo un ritmo

paralelo al del progreso de su zona de influencia. De tierra, en un principio; con calzada mejorada o pavimento de tipo intermedio cuando el incremento del tráfico lo justifique, el camino debe seguir por grados, o etapas de mejoramiento progresivo, el desarrollo de su zona tributaria.

C A P I T U L O I I

RED DE CAMINOS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

Nos proponemos, en este capítulo, dar ligeras ideas sobre las dificultades naturales que se han opuesto, en la República Argentina, a la construcción de caminos; sobre los procesos de formación de la red actual y la evolución del rol de los caminos en las diferentes regiones del país; y sobre las características y funciones de la red actual en las diversas zonas de la República.

1.—Fisonomía física del territorio: llanuras, montañas, bosques, ríos, etc., Dificultades naturales que se oponen a la construcción de caminos en las diferentes regiones del país.

Los obstáculos naturales a la apertura y conservación de los caminos aparecen íntimamente ligados a la fisonomía física del territorio y han influido y siguen influyendo en la formación de la red vial argentina.

La llanura, sin árboles, de la zona pampásica facilita el trazado de caminos en cualquier dirección. Ello ha contribuido para que en el litoral se forme una densa red, constituida por tramos de caminos rectilíneos, orientados en múltiples direcciones, según las variadas circunstancias que dieron nacimiento a estas rutas: necesidad de dar acceso a las estaciones ferroviarias; fraccionamiento de la propiedad rural; etc.

Sin embargo, esta región del país no es, como podría creerse, una región ideal para la construcción de carreteras. Falta, en casi toda ella, la piedra, elemento primordial para la construcción de la mayoría de los pavimentos de tipo superior.

El bosque ha dificultado la apertura de rutas en diversas extensiones de la República, (región chaqueña, por ejemplo), y la montaña ha determinado, en otras partes, el

trazado de la red, (por ejemplo: entre la ciudad de Jujuy y el altiplano boliviano, el camino sigue el único trazado económicamente posible, o sea el de la quebrada o valle de Humahuaca).

Citaremos, finalmente, como obstáculos naturales que han influido en la formación de la red vial, los ríos no vadeables por vehículos, (Paraná, Uruguay, etc.), las salinas y salitrales ("Salinas Grandes" de Córdoba, salitrales de la Puna de Atacama, etc.), los médanos y arenales ("travesías" de San Luis, Mendoza, San Juan, etc.), las ciénagas y lagunas (Iberá, Mar Chiquita, etc.), etc.

2.—Procesos de formación de la red actual. Épocas: prehispánica, preferroviaria, preautomovilística, actual. Evolución de la función del camino en las distintas épocas

En la formación de la actual red de caminos de la República Argentina, se pueden distinguir varias épocas, separadas entre sí por hechos de importancia técnica y económica, que determinaron cambios en la función y en el desarrollo de los caminos.

Estas épocas son las siguientes:

- a) Prehispánica;
- b) Desde la conquista hasta la construcción de los ferrocarriles;
- c) Desde la construcción de los ferrocarriles hasta la aparición del automóvil;
- d) Epoca actual.

A continuación trataremos, someramente, los rasgos salientes de cada una de estas épocas.

Epoca prehispánica

Los indígenas no conocían el caballo ni el empleo de la rueda como elemento de transporte. Realizaban sus servicios de correos por medio de "chasquis" (individuos portadores de noticias o mensajes que recorrían, a pie, grandes distancias).

No obstante, las administraciones indígenas construyeron algunos puentes y caminos y de ellos se conservan vestigios en las provincias andinas. (caminos llamados "del Inca").

Época preferroviaria: desde la conquista hasta la construcción de los ferrocarriles

“La conquista pretendía ocupar todos los territorios descubiertos, sin tener recursos bastantes de dominación, —dice el doctor Ramón J. Cárcano, en su “Historia de los medios de comunicación y transporte en la República Argentina”— y procurando llenar este propósito fundaba ciudades separadas por distancias enormes, y que luego quedaban como perdidas en la soledad y desamparo de la campaña.”

Los conquistadores abandonaron los caminos construídos por los indígenas y, con la introducción del ganado, modificaron los medios de transporte, e iniciaron el tráfico de árrias y de carretas tiradas por bueyes.

El tráfico mismo, de árrias y carretas, formaba los caminos entre las ciudades. En esta forma se habilitaron los caminos indispensables. “La mano del hombre se limitaba en raras ocasiones —prosigue el historiador citado— a componer algunos pasos que por el uso y la lluvia se hacían intransitables”. Y más adelante agrega: “No podía pensarse en cuidar de los caminos cuando se carecía de medios para garantizar la vida y los intereses de su tránsito.”

Se establecieron así los siguientes caminos principales:

Camino de Buenos Aires a Luján, Areco, Arrecifes, Pergamino, Arroyo del Medio, Cabeza del Tigre, Tío Pujio, Córdoba, Jesús María, Tulumba, Río Seco, Santiago del Estero, Tucumán, Salta, Jujuy, La Quiaca, y su prolongación hasta Lima;

Camino de Cruz Alta o Pergamino a Río Cuarto, Morro, San Luis, Mendoza y Chile;

Camino de Arroyo del Medio a Carcarañá, Santa Fe, Bajada del Paraná, Hernandarias, Feliciano, Santa Lucía, Corrientes, Misiones y Paraguay;

Camino de Tucumán a Famaillá, Graneros, San Ignacio, La Viña, Paclín, Santa Cruz, Catamarca, Chumbicha, La Rioja, Valle Fértil, San Juan y Mendoza.

Esta situación no se modificó fundamentalmente hasta después de Caseros. Durante el virreinato se concretaron algunos esfuerzos e iniciativas, pero sus resultados fueron escasos por falta de recursos o incapacidad de los gobiernos coloniales. Más tarde, la guerra de la independencia y las luchas de la anarquía no permitieron esfuerzos de importancia para facilitar la vialidad.

La construcción y mantenimiento de puentes y caminos, como función de gobierno, se inició, puede decirse, en el año 1855, por el Congreso de Paraná.

La acción de los gobiernos, hasta el advenimiento de los ferrocarriles amplió y mejoró la red de caminos legada por la colonia, pero no modificó substancialmente las características y funciones de esa red.

En esta época, anterior a los ferrocarriles, los caminos desempeñaban funciones que, posteriormente, asumieron aquéllos. Eran, rutas primarias, de grandes longitudes, que servían, principalmente, para unir a las ciudades y poblaciones del interior.

Técnicamente, estos caminos eran deficientes, pero bastaban, aunque con dificultades, para el tráfico a sangre que entonces se desarrollaba.

Epoca comprendida entre la construcción de los ferrocarriles y la aparición del automóvil

La construcción de los ferrocarriles revolucionó en una extensa zona del país los medios de transporte ⁽¹⁾.

Se superpusieron estas nuevas vías, en esas zonas, a los antiguos caminos; reemplazaron a muchos de éstos; anularon en los restantes el tráfico a larga distancia; se originó el tráfico de acceso a las estaciones ferroviarias y, como consecuencia de todos estos cambios, el antiguo sistema de caminos se deformó y desapareció en trechos, surgiendo una nueva red vial, más densa, complementaria del ferrocarril.

En las regiones carentes de vías férreas, la red caminera siguió conservando sus antiguas características y funciones.

Desde la aparición del automóvil al presente. Epoca actual

La incorporación del automóvil a los medios de transporte es un hecho de importancia económica considerable y que ha producido importantes transformaciones en el régimen de las comunicaciones terrestres.

(1) El primer ferrocarril se inauguró el 30 de agosto de 1857.

Diversos aspectos de estas transformaciones han sido reflejados en el informe que la Delegación de los Estados Unidos de Norte América presentó al Primer Congreso Panamericano de Carreteras, reunido en Buenos Aires, en 1925, sobre el desarrollo de la vialidad en ese país. Las conclusiones inferidas de ese informe y que aprobó el citado Congreso, fueron las siguientes:

- “1ª El automóvil (de pasajeros y cargas), constituye uno de los principales factores actuales de la evolución económica social de los pueblos. A causa de la novedad relativa de este medio de transporte y de que su difusión extraordinaria es un hecho reciente, la importancia considerable de los transportes automotores no ha sido aún apercibida suficientemente por la sociedad contemporánea. No se debe considerar al automóvil como un artículo suntuario sino como un elemento de progreso cuya difusión conviene estimular.
- “2ª Para que los vehículos automotores llenen la función económica y social que le compete, es necesario dotar a los Estados de carreteras modernas. Los beneficios que se obtienen construyendo o mejorando carreteras, según un plan adecuado, cubren con exceso los gastos realizados.
- “3ª La aparición del automóvil ha magnificado el problema de la vialidad rural, llevándolo a jurisdicciones más amplias. El establecimiento, construcción y conservación de carreteras son tareas que por su magnitud e importancia corresponden hoy a todas las subdivisiones políticas del Estado (Estado general y sus componentes, provincias o departamentos, municipalidades, etc.)
- “4ª Para cada país y para cada época del desarrollo de sus carreteras se debe fijar especialmente, en base a un estudio particular de las circunstancias locales, las fuentes de los recursos y las cantidades de éstos a invertir en la construcción de obras. Con fondos provenientes de empréstitos sólo deberán hacerse mejoras de carácter permanente.
- “5ª La magnitud de los transportes automotores y la amplitud y la velocidad con que se realizan hacen necesaria la implantación de nuevas normas de policía del tráfico y del camino. Conviene que estas

normas sean uniformes, no sólo entre las subdivisiones políticas del Estado, sino también entre Estados.

“6ª A las carreteras y a los vehículos automotores que circulan por ellas les corresponde un papel perfectamente definido en el régimen general de los transportes. La implantación de transportes automotores por carreteras determina, a veces, un período transitorio de competencias y rivalidades con otros medios de transporte (ferrocarriles, tranvías, etc.) Estas competencias y rivalidades son antieconómicas y perjudiciales; se debe aceptar el vehículo automotor como un factor de transporte definido, inevitable, y reajustar la distribución del tráfico por medidas prudentes de coordinación, dando a cada forma de transporte la tarea de cooperación que le corresponde en el sistema general de los transportes.

“7ª La política vial de la Nación y de los Estados o subdivisiones que la constituyen debe descansar en un conocimiento completo, por parte del pueblo, de las necesidades sociales relacionadas con la vialidad y de la forma de subvenir a esas necesidades. Este conocimiento debe ser difundido por medio de publicaciones, institutos, conferencias, asociaciones, etcétera. Es necesario, además, para obtener económicamente un sistema adecuado de carreteras, que la ejecución y el control de las obras se lleve a cabo por técnicos especialistas en la materia y de que se estimulen, con el apoyo del Estado, las investigaciones y estudios relacionados con el perfeccionamiento de los sistemas y métodos de construcción.”

La transformación, causada por el automóvil, no ha terminado; continúa operándose, aunque con menor rapidez actualmente, a causa de la depresión económica mundial, del descenso en la producción de automóviles y de la menor importación de estos vehículos al país.

No trataremos aquí todos los aspectos económicos, sociales, políticos, legales y financieros de esta transformación. Señalaremos, únicamente, en forma sucinta, las modificaciones causadas en la red caminera argentina y en las funciones de ésta por la difusión de este nuevo medio de transporte.

El automóvil ha devuelto al camino, en parte, la importancia, para las comunicaciones a larga distancia, que el ferrocarril le había quitado. Nuevamente se solicita la construcción de caminos interprovinciales, internacionales y de vinculación entre localidades alejadas. El automóvil, abaratando y acelerando los transportes, ha extendido, en algunas regiones del país, las zonas de influencias de los ferrocarriles, ha contribuido al progreso de esas zonas y ha originado la apertura de nuevos caminos de acceso a las vías férreas y el perfeccionamiento o la amplificación de los existentes. En otras regiones, el automóvil, operando un proceso inverso, ha quitado parte de su tráfico al ferrocarril.

Pero el automóvil necesita caminos más perfectos, técnicamente, y, por lo tanto, más caros que los utilizados antes de la construcción de los ferrocarriles. De manera que, si bien algunos caminos recobran funciones que tenían en la época preferroviaria, este retorno está acondicionado por un perfeccionamiento técnico previo de estas rutas que exige la inversión de importantes sumas.

Con las exigencias de perfeccionamiento técnico de los caminos se ha iniciado, en el país, la construcción de vías de esta clase con pavimentos de tipo superior. Las principales obras de esta índole, construídas ya o en ejecución, en la República, son las siguientes:

En el camino de Buenos Aires a Rosario se han construído los tramos: Buenos Aires-Pilar, Pergamino-San Nicolás y Villa Constitución-Arroyo Seco. Están en ejecución los tramos Arrecifes-Pergamino, San Nicolás-Villa Constitución y Arroyo Seco-Rosario.

En el camino de Rosario a Córdoba, se construye actualmente el tramo Toledo-Ferreira.

En el camino de Rosario a Santa Fe, se han terminado los tramos: Rosario-Monje y Desvío Arijón-Santa Fe. En ejecución, el tramo Monje-Desvío Arijón.

En el camino de Buenos Aires a Chile, están terminadas las secciones: Morón-Luján y Rodeo del Medio-Mendoza.

En el camino de Mendoza a Neuquén se ha construído el tramo Mendoza-Luján de Cuyo.

El camino de Paraná a Villaguay y Concordia ha sido pavimentado entre Paraná y Arroyo de las Tunas.

Citaremos, también, como obras ejecutadas, los siguien-

tes caminos de acceso a la Capital Federal o de vinculación de poblaciones suburbanas de la misma:

Camino de Rivadavia a Olivos.

Camino de Témperley a Cañuelas.

Camino de Campo de Mayo a San Fernando.

Camino de José C. Paz a Pacheco.

En las zonas rurales, servidas por ferrocarriles y tributarias de éstos, los efectos de la difusión del automóvil han consistido en la amplificación de la red caminera de acceso al ferrocarril y en el perfeccionamiento técnico de ésta.

La difusión del automóvil ha motivado, en las regiones sin ferrocarriles del país, el mejoramiento y la expansión de la red vial y ha hecho innecesaria, en algunos casos, la construcción de nuevas líneas férreas.

3.—Características y funciones de la red actual en las diversas zonas de la República

Los principales factores que determinan las características y funciones de la red actual en las diversas zonas de la República, son:

- 1º—La existencia o carencia, en ellas, de ferrocarriles;
- 2º—La proximidad a los grandes centros de población y de consumo o de exportación;
- 3º—La riqueza y población de la zona y la división de la propiedad rural;
- 4º—La naturaleza del suelo y los accidentes topográficos locales.

En las zonas servidas por ferrocarriles, la característica principal, al presente, de la red caminera argentina, es la de ser tributaria o complementaria de la red férrea, y ello se debe, principalmente, a la falta de buenos caminos.

La mayoría de las ciudades y localidades de importancia están unidas por ferrocarriles y estas rutas absorben, casi íntegramente, el tráfico de larga distancia. La red caminera vincula también a esas ciudades y localidades; hay caminos que comunican a las capitales de provincias y gobernaciones y a la Nación con el exterior; pero estas vías son actualmente, en largos trechos, huellas escasamente transitadas o sucesiones de tramos de nuevos caminos, abier-

tos para el tráfico entre localidades intermedias. Considerando, por ejemplo, el camino de Mendoza a Buenos Aires, se observa que: entre Mendoza y Desaguadero sirve, casi exclusivamente, para las comunicaciones dentro de la provincia de Mendoza; entre Desaguadero y San Luis es, en su mayor parte, una huella en pésimas condiciones, escasamente transitada (travesía de San Luis); entre San Luis y Mercedes (de San Luis), el tráfico principal es de intercambio entre estas dos ciudades de esa provincia, etc. Se puede afirmar que, actualmente, el camino de Buenos Aires a Mendoza carece de personalidad como tal. Y algo análogo puede decirse de otros de los caminos que ligan capitales de provincias o que comunican con las naciones vecinas.

Esta situación tiende a cambiar. Al presente, con las obras de perfeccionamiento que se realizan en estos caminos, con la difusión del automóvil, con el incremento del turismo, etc., empieza a modificarse el carácter de estos caminos; aumenta en ellos el tráfico de largo recorrido y se atenúa la dependencia de la red caminera a la red férrea, especialmente en las proximidades de los grandes centros de población y de consumo o de exportación (ciudades o puertos). El camino absorbe, en estas zonas, una importante parte de su tráfico al ferrocarril.

En las regiones carentes de ferrocarriles, el camino, única vía de transporte terrestre, desempeña funciones similares a las que tenía en la época preferroviaria, pero aumentadas en su alcance y eficiencia por el empleo de vehículos automotores.

En la Patagonia, por ejemplo, casi desprovista de líneas férreas, los caminos forman una red primaria, de escasa densidad, y se utilizan para recorrer enormes distancias, a pesar de estar constituídos, en su mayor parte, por simples sendas o huellas sinuosas.

A mayor riqueza y población de la zona y subdivisión de la propiedad rural corresponde, en general, mayor densidad de la red vial. Contribuyen a ello las servidumbres de caminos públicos, impuestas por las leyes. El código rural de la provincia de Córdoba, por ejemplo, establece la obligación de dejar espacios libres para caminos en los deslindes de las propiedades.

A determinar la densidad de la red contribuyen, también, como hemos visto, los accidentes topográficos, (montañas, ríos, etc.)

Las características físico-químicas del suelo definen, de manera preponderante, el aspecto y condiciones de vialidad de la red en las diversas regiones del país. La superestructura de la mayoría de nuestros caminos está formada por los mismos materiales que constituyen el terreno natural, (sin el agregado de sustancias que aumenten su estabilidad), y, como consecuencia, estos caminos son buenos, regulares o malos, según la composición de los suelos y los estados del tiempo, (lluvias, sequías, vientos, etc.)

(Continuará)