

BOLETIN *de* CAMINOS

Revista Nacional
dedicada
a la Técnica del Camino
y a la Educación Vial

PUBLICACION MENSUAL

ÓRGANO OFICIAL DEL DEPARTAMENTO DE CAMINOS

VOLUMEN 2

Enero a Diciembre de 1928



Santiago de Chile.

RESUMEN

Indice del "Boletín de Caminos"

Del año 1928

Sección Editorial

	Pág.
Dos palabras, por F. E. B.	87
Don Luis Armijo Serre	274
El señor Ministro de Fomento Don Luis Schmidt Quezada	225
El nuevo Profesor de la Cátedra de Caminos de la Universidad de Chile, Director del Dept. de Caminos, Ing. Don Carlos Alliende Arrau, por F. E. B.	299
El nuevo empréstito para trabajos de puentes carreteros, por F. E. B.	301
El Día del Camino	401
El Día del Camino	584
El Segundo Congreso Pan-Americano de Carreteras	581
Ferrocarriles y Caminos	153
Labor Caminera durante el año último, por el Ingeniero Don Francisco Solar N.	2
La cooperación particular en el problema caminero por F. E. B.	443
Los caminos modernos y la carretera	669
¿Medios de transporte o regadío? por F. E. B.	507
Nuestro Director, por el Ingeniero Jefe, Don Francisco Escobar B.	1
Nuestra Memoria	227
Señalización caminera	751
Un año de vida, por F. S. N.	5

Sección Técnica

Algunas ideas sobre la formación de un plan de construcción de caminos para Chile, por Don Carlos Alliende Arrau	303
Caminos de hormigón, por Isaías Muñoz	155
Caminos en el Norte de Chile, por el Ingeniero Don J. Carabantes, S. R.	445
Caminos de Valdivia a La Unión, por Otto Haverbek	451
Caminos de grava y aceite, por el Ingeniero Abraham Alcaino	756
Camino de Iquique a Paso Almonte, por el Cond. de Obras Don Enrique Ibarra Marín	771
Cartilla de Divulgación Caminera para el Agricultor, por Delfín González Pérez	453
Cómo subvencionar un sistema nacional de carreteras, por E. W. Jones	101
Construcción de pavimento de grava para ensayo en el camino a Melipilla, por el Ing. Don F. G. Leighton	89

	Pág.
Construcción de Caminos en los Desiertos de Chile	319
Conceptos erróneos, debido a ideas trasplantadas, por el Ing. Visitador, Don Carlos Concha Fernández	530
Construcción de Caminos en Chile, (Creación de un "Fondo Acumulativo de Caminos"), por el Ingeniero Sr. Isaías Muñoz	585
Construcción y Reparación de Caminos, Provincia de Antofagasta, por el Ing. de Provincia Sr. Juan Carabantes San Román	694
Cuándo es oportuno construir un Ferrocarril, por Don Carlos Concha Fernández, Ing. Visitador del Departamento de Caminos	675
Cuba principió su Carretera Central, por el Sr. E. Ruiz Williams	778
El Caminero, por el Ing. Visitador, Don Carlos Concha Fernández	113
El Caminero, por el Ing. Visitador, Don Carlos Concha Fernández	174
El Caminero (Señalización), por el Ing. Visitador, Don Carlos Concha Fernández. (Conclusión)	323
El Problema Caminero en Chile, por el Ingeniero Don Isaías Muñoz	403
El Problema Caminero en Chile, por Fernando Mardones Restat	448
El concreto de cemento Portland, por Pedro J. Larrañaga	518
El Territorio de Aysen, por el Ing. Visitador, Don Carlos Concha Fernández	527
El Túnel Holland, Maravilla del Mundo, por el Ing. Abraham Alcaino	753
Estacado de curvas circulares por el método de sub-tangentes sucesivas, por el Ingeniero Don Adolfo Drien	331
Empréstitos para caminos, por el Ingeniero Don Francisco Mardones	512
Educación y Propaganda Vial por el Sr. Leoncio Arce, Ex-Delegado al Primer Congreso Pan-Americano de Carreteras	775
Ensayo de la aplicación de la fórmula del Profesor Colson al Control de los Costos de la construcción de los pavimentos, por el Sr. Aurelio Puelma	532
Influencia de las Leyes Sociales en las obras de puentes que se ejecutan por contratos, por el Ingeniero Jefe Don Carlos Ponce de León	125
Influencia de las Leyes Sociales, en los Contratos de Obras Públicas, por el Ing. Jefe, Don Carlos Ponce de León	194
Informe presentado al Departamento de Caminos por los Ings. Alejandro Lacalle y Gmo. Guzmán sobre carreteras argentinas y de acceso a la ciudad de Montevideo	679
La vialidad en la ex-Provincia de Malleco, por el Ing. Don Carlos Pedraza	543
La calzada elástica de Concreto Armado.—Traducción de la Rewie Generale de Routes, por el Ing. Jefe de Caminos, Sr. Alfredo Silva	688
La organización de las faenas en la construcción del camino	

	Pág.
pavimentado de Valparaíso a Casablanca, por el Ing. Don Aurelio Puelma	760
Los Pavimentos de Ladrillos, traducido por el Ing. Jefe, Don Francisco Escobar B.	45
Los Progresos Camineros del Brasil (La nueva Carretera Río-Petrópolis) por el Sr. Leoncio Arce, Ex-Delegado Oficial al Primer Congreso Pan-Americano de Carreteras	699
Marcos rígidos para Puentes, por J. I. L.	50
Materiales para la construcción de caminos de concreto, por R. A. B. Smith	40
Materiales de construcción, por Gustavo Coliez	158
Material requerido por unidad de volumen de concreto (de la Revista Road and Streets del mes de Agosto de 1928)	596
Métodos modernos para la conservación de caminos	32
Métodos para la conservación de caminos de tierra en Estados Unidos	191
Pavimentos de clase superior, por E. W. James	22
Pliegos de normas chilenas para el cálculo y construcción de obras de hormigón armado	129
Pliegos de normas chilenas para el cálculo y construcción de obras de hormigón armado	165
Pliegos de normas chilenas para el cálculo y construcción de obras de hormigón armado. (Conclusión)	284
Progreso de las investigaciones sobre el subsuelo, por Frank H. Eno	6
Pruebas comparativas del Hormigón de piedra picada y grava en New Jersey del Boletín de Obras Públicas de Abril y Marzo de 1928 de Cuba, Humberto Lamar, Ing. 1. ^a clase	603
Puentes carreteros Havre de Grace de doble tablero	189
Relaciones entre los Ingenieros fiscales y los contratistas, por el Ing. Civil Sr. Ismael de la Barra (extracto del artículo de Mr. Igree S. Bell de la Revista Road and Streets)	592
Razones que justifican la supresión de las Juntas de Caminos	549
Tratamiento superficial de calzadas de Macadam y Grava, por John N. Mackall	34
Tratamiento superficial en caminos de grava con aceites asfálticos	475
Ultimas novedades en el desarrollo caminero de Estados Unidos, por Benjamín H. Petty	306
Un trazado de camino moderno hecho en Chile hace 63 años, por Fermín León	540

Sección Labor de la Oficina

Camino en construcción	53
Camino en construcción	201
Cantidades de obras	555
Conservación de caminos	210

	Pág.
Construcción de Puentes	212
Construcción y Conservación de Puentes	213
Conservación de Puentes	214
Construcciones de Caminos varios	706
Estudios de Caminos	54
Estudios de Caminos de Melipilla a San Antonio y Cartagena	136
Estudios de Caminos	209
Estudios de Puentes	211
Estudios de Caminos desde Tacna a Chiloé	795
Investigaciones sobre tráfico en los Caminos, por el Ingeniero Sr. Enrique Matte	784
Memoria anual del Departamento de Caminos correspondiente al año 1927	230
Movimiento de Fondos de Caminos y Puentes en el Primer Semestre de 1928	552
Movimiento de Fondos y Obras de Puentes por contrato	553
Noticias de Puentes	59
Obras de Caminos por contrato	551
Sección Conservación de Caminos	341
Sección Construcción de Caminos	354
Sección Estudios de Caminos	364
Sección Construcción y Conservación de Puentes	384
Sección Estudios de Puentes	395
Varios gráficos sobre obras e inversiones de fondos del Departamento de Caminos	
Varios gráficos	

Informaciones Oficiales

Camino de Concepción a Talcahuano	62
Clase del pavimento de los caminos de Chile en 1927	179
Decretos de Caminos, Puentes y otros del Departamento de Caminos	137
Decretos varios del Departamento de Caminos	215
Decretos varios del Departamento de Caminos	428
Decretos varios del Departamento de Caminos	489
Decretos varios del Departamento de Caminos	559
Decretos varios	628
Decretos varios	726
Decretos varios	803
Departamento de Caminos.—Petición de Propuesta	427
Departamento de Caminos.—Petición de Propuesta	487
Departamento de Caminos.—Petición de Propuestas Pública	556
Departamento de Caminos.—Sección Puentes	557
Departamento de Caminos.—Petición de Propuestas Públicas para Puentes	621
Departamento de Caminos.—Actas de apertura de propuesta	624
Departamento de Caminos.—Recepciones de Puentes hechas en el presente mes	625
Departamento de Caminos.—Petición de Propuestas, Recepción e inauguración	714

	Pág.
Departamento de Caminos.—Petición de Propuestas.—Acta de Aperturas de Propuestas del Puente Chagres	802
Distribución de los fondos provenientes de la Ley de Caminos	222
El proyecto de empréstito por 80 millones de pesos para construcción y mejoramiento de caminos	409
Kilometraje de los Caminos de Chile	480
Longitud de los Caminos mejorados de Chile en 1927	485
Nombramiento del personal del Departamento de Caminos	60
Pavimentación Av. José Pedro Alessandri	65
Propuestas para la construcción del camino de Santiago a Melipilla abiertas el 10 de Agosto de 1928	488
Puentes terminados	478
Puentes existentes en Chile en 1927	486
Recepción de Puentes	558
Recepción definitiva	478
Resumen del kilometraje por Provincia de los caminos de Chile en 1927	484

Sección Informaciones Generales

Aspecto financiero de la Ley de Caminos y Puentes	436
Características Camineras de las Provincias de Chile	76
Cartas dirigidas al Director del "Boletín de Caminos"	78
1.ª Parte: El Desarrollo y Control de las Carreteras del Estado de Connecticut, Contribución a la Educación Caminera Chilena	739
Continuación sobre el Desarrollo y Control de las Carreteras del Estado de Connecticut, Contribución a la Educación Caminera Chilena	816
Ecos de la manifestación ofrecida a Don Francisco Solar N.	149
Ecos del fallecimiento de Don Luis Armijo Serre	745
"El Caminero"	78
El Brasil constituye el último eslabón de una carretera de 1930 kilómetros	746
Ferrocarriles contra autocamiones para pasajeros	813
Mínuta del informe sobre prueba de camiones	149
Presupuesto de Puentes para 1928	75
Programa de trabajo de Puentes para el año 1928	71
Prueba de autocamiones	78
Recaudación de la Ley de Caminos en el país durante el primer semestre del presente año	501
Recaudación de la Ley de Puentes en el primer semestre del presente año en las Tesorerías provinciales del país	502
Resolución conjunta autorizando la ayuda de los Estados Unidos en la construcción de una carretera interamericana en el Hemisferio Occidental, por James G. Blain	
Segundo Congreso Panamericano de Carreteras	647

Sección Prensa Técnica

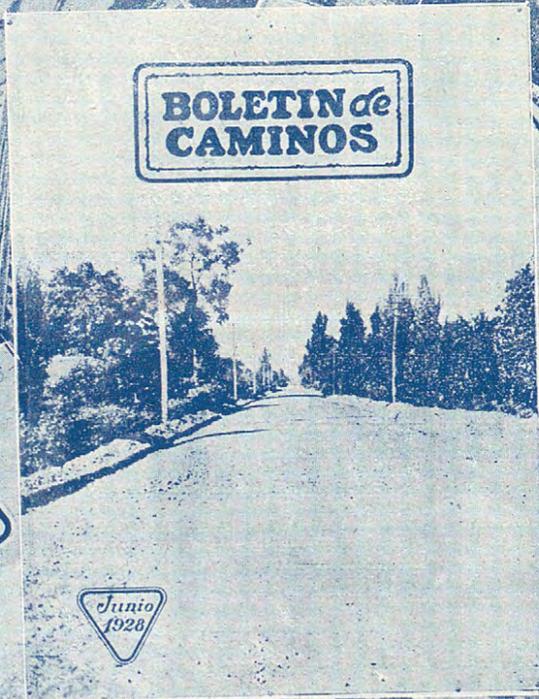
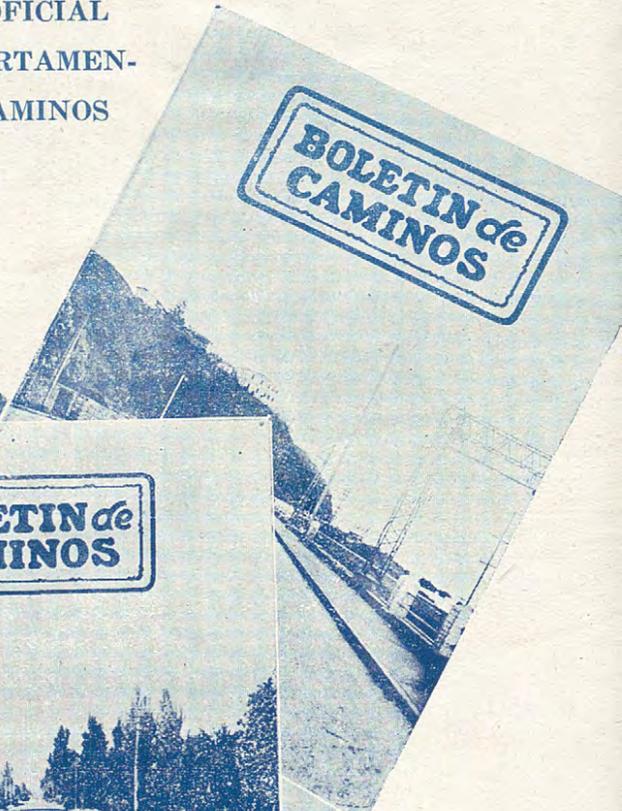
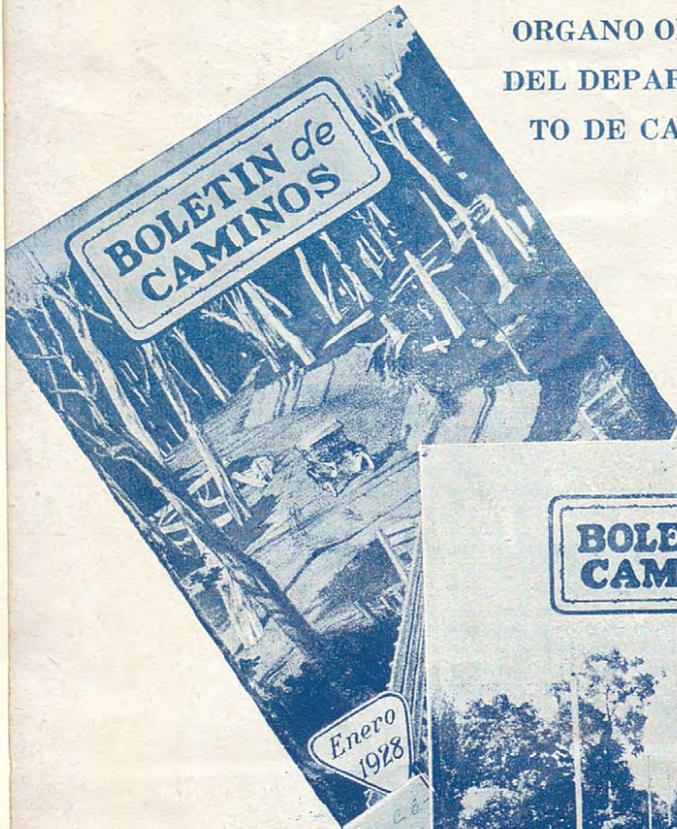
Comentarios de artículos aparecidos en otras Revistas Técnicas	151
--	-----

	Pág.
Comentarios de artículos aparecidos en otras Revistas Técnicas	224
Comentarios de artículos aparecidos en otras Revistas Técnicas	397
Comentarios de artículos aparecidos en otras Revistas Técnicas	439
Comentarios de artículos aparecidos en otras Revistas Técnicas	503
Comentarios de artículos aparecidos en otras Revistas Técnicas	580
Comentarios de artículos aparecidos en otras Revistas Técnicas	665
Comentarios de artículos aparecidos en otras Revistas Técnicas	748
Las fuerzas destructoras de los revestimientos	829
Libros técnicos que han aparecido últimamente	85

Sección Bibliografía

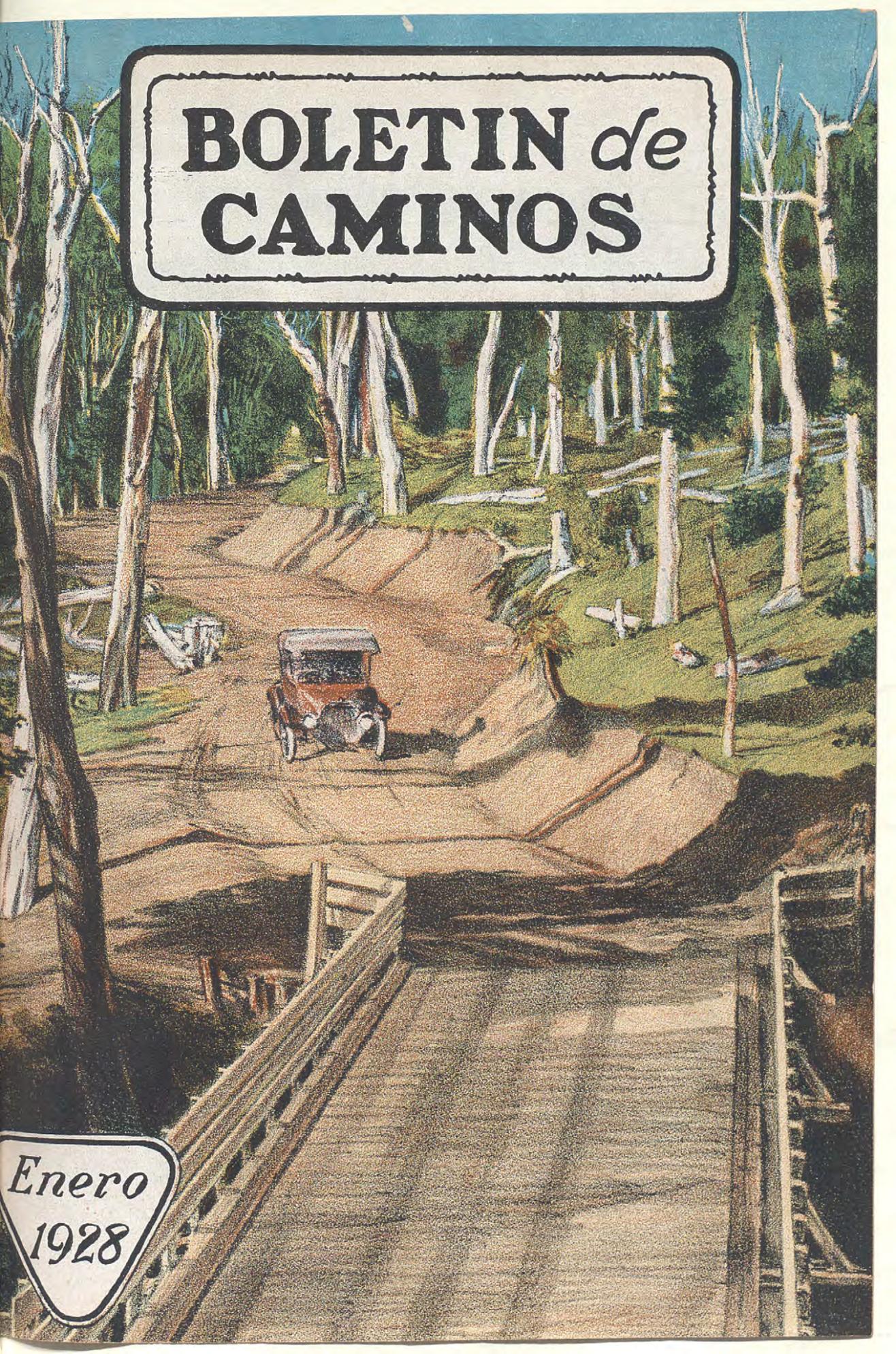
Obras recientemente publicadas	150
Obras recientemente publicadas	223
Obras recientemente publicadas	398
Obras recientemente publicadas	440
Obras recientemente publicadas	504
Obras recientemente publicadas	581
Obras recientemente publicadas	660
Obras recientemente publicadas	749
Obras recientemente publicadas	830
Sobre trabajos publicados, clasificación, etc., y Organización del trabajo en la Dirección General de las Empresas y en la Oficina	84

ORGANO OFICIAL
DEL DEPARTAMEN-
TO DE CAMINOS



BOLETIN *de* CAMINOS

Enero
1928



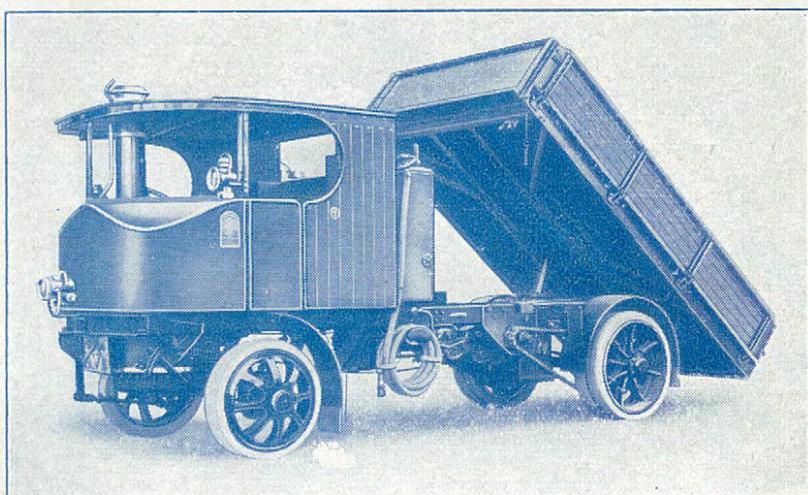
Los Camiones Ingleses a Vapor

Super "Sentinel"

CONSUMEN COMBUSTIBLES CHILENOS
LEÑA - COKE - CARBON VEGETAL Y DE PIEDRA

Son muy
Econó-
micos.

Son de
Larga
Duración.



ALGUNOS DE LOS VENDIDOS

MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO—Santiago, 5
CÍA. MINERA E INDUSTRIAL DE CHILE—Valparaíso, 6
EMPRESA TEZANOS PINTO—Valparaíso, 2
EDMUNDO CRIGHTON—Valparaíso, 2
EXPRESO ANGLO AMERICANO—Santiago, 1
VIÑA ARIZTÍA—Melipilla, 1
ATILIO SALINAS—Puente Alto, 1
VALDÉS HERMANOS—(Molino) Cunaco, 1
CÍA. MINAS DE GATICO—Valparaíso, 1
S. BAFFREY—Valparaíso, 1
D. THEODULOZ—(Molino) Rengo, 1
D. MENICHETTI—Santiago, 1
ENRIQUE FIGUEROA—Santiago, 1
ETC., ETC., ETC.

POR DATOS Y PORMENORES DIRIGIRSE A:

GRAHAM, ROWE & Co.

Huérfanos 1133 - Casilla 88-D - Santiago

El fundador del "Boletín de Caminos"



Ingeniero Jefe del Departamento de Caminos, a quien el Supremo Gobierno acaba de nombrar Intendente de Aduanas.



BOLETIN DE CAMINOS

ORGANO OFICIAL DEL DEPARTAMENTO DE CAMINOS

PUBLICACION MENSUAL

ING. FRANCISCO ESCOBAR B.
Director.

Sr. MARTIN STONE N.
Administrador.

CASILLA 153. - SANTIAGO DE CHILE

Año II

Santiago de Chile, Enero de 1928

N.º 1

EDITORIAL

Nuestro Director

Don Francisco Solar Neyra, fundador y Director de esta Revista que dirigiera con tanto acierto durante un año, ha sido nombrado por el Supremo Gobierno, Intendente de Aduanas.

El Gobierno ha sabido apreciar las dotes de inteligencia del señor Solar, para encomendarle un puesto de responsabilidad y de alta figuración en la Administración Pública.

No dudamos de que el señor Solar corresponderá a la confianza que el Gobierno ha depositado en él desarrollando en sus nuevas actividades el mismo entusiasmo y sano criterio y las mismas iniciativas que le son propias.

El Departamento de Caminos, en donde el señor Solar era Jefe de la Sección Construcción de Caminos pierde un funcionario difícil de reemplazar. Ingeniero distinguido, profesor universitario el señor Solar era para el Departamento de Caminos un colaborador de especial preparación.

Delegado chileno al Primer Congreso Panamericano de carreteras celebrado en Buenos Aires en Octubre de 1925, presentó trabajos sobre Educación Vial y Propaganda Financiera que merecieron los honores de la publicación y las conclusiones patrocinadas, recomendadas especialmente por las Comisiones respectivas, fueron aprobadas en la sesión plenaria. El trabajo sobre Política Financiera mereció los aplausos del relator y las felicitaciones de la Comisión de Legislación y Finanzas.

En el año 1926 organizó la primera reunión de Ingenieros de Provincia, reuniones éstas de gran importancia para uniformar métodos y comparar resultados. Fijó los temas y dirigió como relator general, la reunión que fué un éxito y de resultados efectivos.

El BOLETÍN DE CAMINOS es acaso la mejor muestra de su iniciativa. El lo fundó, él le dió rumbos y lo dirigió con entusiasmo y con cariño durante su primer año de vida. El Boletín le ha valido numerosas felicitaciones dentro y fuera del país. Sabemos que el señor Solar abandona este hogar literario que él fundara, con el dolor propio de las grandes separaciones.

Nos consta que el señor Solar vaciló hasta lo último en aceptar la ventajosa proposición que le hiciera el Supremo Gobierno porque los Ingenieros (bien lo sabemos todos) somos un tanto caballeros de lo ideal; vamos quijotesicamente ejerciendo nuestra profesión, con el desinterés, con el cariño y el entusiasmo de un verdadero apostolado.

El BOLETÍN DE CAMINOS hace votos porque este alejamiento del señor Solar de la Dirección de la Revista no signifique la privación para ella de su inteligente colaboración. Sus páginas le quedan abiertas.

FRANCISCO ESCOBAR B.

Labor caminera durante el año último

El año 1927 ha tenido una característica bien determinada en la política caminera del país: la campaña iniciada hace ya algunos años, la labor educadora e inteligente de la prensa y el progreso de la locomoción motorizada, han llevado al convencimiento público la necesidad de emprender un programa de mejoramiento de los principales caminos y cuya realización se lleve a cabo en corto plazo.

Esta política se ha cristalizado en una serie de proyectos de empréstitos, tendientes a disponer desde luego de sumas apreciables de dinero, o sea con el objeto de aproximarse a la idea tantas veces sustentada, de «la gran suma inicial» indispensable, para los países nuevos como el nuestro, en que casi todo lo relativo a carreteras está por ejecutarse.

El financiamiento de estos empréstitos se basa, en parte, en la propia renta de caminos que proporciona la ley respectiva, y en otra, en cobro a los usuarios en forma de peaje, y a los vecinos colindante por medio de contribuciones adicionales sobre sus predios.

Hemos visto, así, nacer el proyecto de los 27 millones para el mejoramiento de 256 kms. de caminos de la Provincia de Santiago que sigue en estos momento los últimos trámites en el Congreso. Y como proyectos aislados, aprobados o en vías de aprobarse, el de Punta Arenas a Puerto Natales por dos millones trescientos mil pesos, el de Concepción

a Talcahuano por un millón y setecientos mil pesos y el longitudinal del Maipo al Cachapoal por cuatro millones.

Se ha confeccionado también, un proyecto de conjunto para los principales caminos del país, con un empréstito de 150 millones de pesos, cuya discusión no ha avanzado por consideraciones de la política financiera general del Gobierno, en relación con los otros compromisos del Estado.

Por otra parte, el Departamento de Caminos ha respondido a la política de fomento, del Supremo Gobierno, de entregar a la explotación y a la riqueza nacional, la región austral, parte de ella desconocida, o inexplorada, como el nuevo territorio del Aysen, con la confección de un plan general de caminos para las provincias de Cautín, Valdivia, Llanquihue y Territorio del Aysen. En esas provincias se propone la apertura y construcción de una red de caminos, con una inversión de 70 millones de pesos y a cargo del plan general de Obras Públicas presentado a la consideración del Congreso por el Ministerio de Hacienda.

En reparaciones y conservación de caminos se invirtió el año último de acuerdo con la ley, lo recaudado el año 1926, o sea poco más de 15 millones de pesos, que sumados a las erogaciones y cuotas fiscales, enteran 18 millones. De fondos de presupuestos, para arreglos urgentes y construcción y mejoramiento de los Trasandinos de Uspallata y Bariloche se han invertido dos millones. Hemos llegado así a 20 millones de inversión anual, de los cuales 18 se han empleado en trabajos de conservación y algunas reparaciones de importancia, pero resalta siempre el problema de la escasez de fondos, que no permite avanzar con las rentas ordinarias en trabajos de carácter definitivo.

Los trabajos de los Trasandinos de Bariloche y de Uspallata, darán lugar, principalmente el primero, a un intenso intercambio comercial con la República Argentina con beneficiosos resultados para ambos países.

El camino de Bariloche creará también sin duda, una intensa corriente de turistas que irán a admirar las bellezas sin parangón de nuestra zona austral.

* * *

Los estudios de caminos se han efectuado, de acuerdo con el plan de construcciones ya esbozado. En la antigua provincia de Maule tan escasa en vías de comunicación se practican los estudios del camino de Cauquenes a Chanco y al Puerto de Constitución, y en combinación con las comunicaciones de la ciudad de Linares, los de Linares a San Javier y Constitución.

Están terminados los estudios de Santiago a Melipilla y Concepción a Bulnes y en el terreno se practican los de Melipilla a San Antonio, Trasandino de Uspallata y Puerto Aysen a Cohaique. Se confeccionan además los planos del mejoramiento de las Cuestas de Lo Prado y Zapata en el camino de Santiago a Valparaíso.

* * *

En los dos únicos caminos que se construyen por contrato, los de Valparaíso a Casablanca y Santiago a San Bernardo, se puede decir que se encuentran dominadas las dificultades mayores y que las faenas se desarrollan con regularidad.

* * *

Las obras de Puentes han seguido su desarrollo ordinario y hoy día tiene el Departamento de Caminos 35 contratos que suman alrededor de 20 millones de pesos.

Se han terminado durante el año algunas grandes obras entre las que merecen citación especial, los puentes de Limarí en Ovalle, Claro en Talca y Río Bueno en Río Bueno y se ha continuado la construcción de los puentes Traiguén en Traiguén, Chimbarongo en Quinta, y Rafael en Rafael, y se ha iniciado la del Maipo en la línea férrea, Cachapoal en Rancagua y Lebu cerca de Lebu.

La construcción de puentes menores se ha seguido atendiendo como de ordinario con inversiones anuales de \$ 500,000, más o menos.

Nuestros tipos de puentes de hormigón armado se han ido mejorando con la experiencia de las construcciones realizadas y con obtención de economías. En lo que se refiere a los puentes para los ríos de la zona Sur, en el tipo colgante, que se ha empleado con éxito, se ha llegado a luces hasta 105 metros, como es el caso del Pilmaiquén.

* * *

En resumen, la labor desarrollada ha sido intensa y marca un jalón de avanzada efectiva en nuestro progreso caminero. La adquisición de maquinarias modernas de transporte, de conservación y construcción de caminos comenzada el año último, nos permitirá obtener mayores rendimientos y economías.

Se multiplican las cartas que llegan a nuestra Oficina, después de recorridos de importancia, recalcando el progreso experimentado en los caminos y en la que se anotan también las deficiencias más notables. Aceptamos gustosos toda indicación que signifique cooperación: con la ayuda de todos podremos seguramente, dentro de los recursos de que disponemos, presentar un cuadro más brillante al final del presente año.

FRANCISCO SOLAR N.



SR. MARTIN STONE N.
Administrador del «Boletín de Caminos».

Un año de vida!

Nuestra Revista ha enterado un año de existencia y podemos tener la satisfacción de contemplar la obra realizada con espíritu optimista ya que sin duda, desde el primer número hasta el presente, nuestra publicación ha hecho un progreso efectivo, puede comprobarse tanto en la obra material como en sus artículos técnicos. Nuestro «Boletín», en efecto, reproduce lo mejor que se escribe sobre materias camineras en países que tienen mayores progresos y experiencias; no quiere decir esto, que no demos cabida también a las colaboraciones nacionales, pero es preciso recalcar que la originalidad tiene una importancia secundaria en publicaciones técnicas.

Hemos tenido a este efecto la satisfacción de recibir alentadores estímulos de colegas nacionales y extranjeros, que han aprobado nuestro programa.

Podemos declarar, no sin cierto orgullo, que somos la única Oficina de la América Latina que publica una Revista especialmente dedicada a caminos. Hemos querido seguir así el ejemplo de las Oficinas Norteamericanas que siempre hacen conocer sus actividades con la publicación de una Revista que aúna métodos y divulga las experiencias realizadas, y en una palabra, educa tanto al personal técnico, como al público en general,

Debemos dar en este número nuestros agradecimientos efusivos a todos los que nos han ayudado; muy especialmente a las Juntas de Caminos y a nuestros suscriptores.

Nuestros mayores deseos son progresar día a día, en forma tal, que nuestra Revista sea el exponente que merece tener la Oficina que se dedica a una de las actividades más importantes, cual es la construcción, mejoramiento y conservación de Caminos.

F. S. N.

Progreso de las investigaciones sobre el subsuelo

Reseña de los estudios efectuados en laboratorios y en campos de experimentación, presentada el 13 de Enero de 1927, ante la 24.^a Convención anual de la Asociación Americana de Constructores de Caminos.

Por FRANK H. ENO

Prof. de Ingeniería Urbana de la
Universidad del Estado de Ohio.

Desde que comenzó en este país la construcción de caminos, los ingenieros nacionales han podido constatar que, tanto el drenaje superficial, como el lateral y subterráneo constituyen uno de los factores esenciales para la duración y utilización de un pavimento. El drenaje superficial y el drenaje lateral han sido comprendidos muy bien, por lo tanto han sido aplicados en forma apropiada. Pero el drenaje subterráneo, tanto debajo del pavimento como a lo largo de sus costados, aún no ha sido comprendido en su verdadera importancia y ha sido aplicado con menos perfección.

Fuera de los depósitos de margas o lugares cubiertos con turba o plantas vegetales existen por cierto muy pocos suelos que no presenten una buena resistencia para caminos con un tráfico razonable, siempre que se mantengan libres de una cantidad excesiva de agua. Aunque en realidad los ingenieros no han obtenido resultados perfectos del drenaje subterráneo, por otra parte ellos no han pensado en qué es preciso tener un conocimiento mejor de los suelos para obtener un drenaje más eficiente.

Sólo en los últimos seis o siete años se ha venido a emprender un estudio mejor orientado y mas constante sobre los subsuelos con el fin de mejorar el drenaje y

resistencia del suelo de los caminos o subrasantes.

Unificación de los estudios sobre subsuelos

En este país prácticamente todos los conocimientos especializados relativos a los suelos, estaban confiados a los miembros de la Oficina de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, excepto algunas experiencias sobre resistencia de ellos, efectuadas por ingenieros para determinar la superficie de fundación de estructuras estáticas y de un extenso estudio hecho por el profesor C. M. Strahan de la Universidad de Georgia. Este estudio se relaciona con la determinación de las características del suelo para obtener las mejores mezclas de arcilla y arena para los caminos de este tipo. El profesor Strahan comenzó su trabajo en 1907, habiendo publicado los resultados obtenidos en Junio de 1922. En el Boletín Editado por la Universidad de Georgia, titulado: «Investigaciones sobre suelos cascajosos, suelos superficiales, arcillo-arenosos y otros materiales para la construcción de caminos en Georgia».

Uno de los artículos más interesantes so-

bre el efecto de la humedad en los subsuelos se publicó en «Public Roads» en Julio de 1918 por E. W. James, Inspector General de la Oficina de Caminos Públicos, bajo el título de «El drenaje se hace cada vez de más vital importancia».

El señor James discute en dicho artículo las siguientes materias: capilaridad, humedad de los subsuelos; la necesidad de drenes sistema francés; colocación de la subrasante a un nivel superior de las aguas; cambio de la sección transversal de los pavimentos de acuerdo con las condiciones del subsuelo y otras cuestiones pertinentes.

La Oficina Federal de Caminos empezó algunas investigaciones sobre suelos en 1919 referentes a la distribución de las presiones a través del suelo, pero sólo en 1920 comenzó la gran actividad sobre investigaciones del subsuelo iniciadas por el Consejo Federal de Caminos en su reunión de Filadelfia en Febrero del 24. Dicho Consejo designó un comité para el estudio de los subsuelos, su relación con los afirmados y tráfico. Integraba este comité Coleman Du Pont como presidente.

El trabajo de este comité fué tomado a su cargo más tarde por Comisiones del Highway Research Board del National Research.

Comienzo de las actividades de la Oficina Federal de Caminos

La revista Public Roads correspondiente a Abril de 1920 marca el comienzo de las actividades actuales de investigaciones sobre subsuelos de la Oficina Federal de Caminos para determinar las características y clases correspondientes. Más tarde en Julio de 1920 dicha Oficina Federal se unió a la Comisión de Caminos del Estado de California para hacer una investigación completa de los caminos de ese Estado. De tal investigación se recogieron informaciones valiosas en relación con el mal resultado de los caminos fundados sobre el suelo llamado «adobe» y sobre arcillas muy pesadas.

Se encontró que alrededor del 70% de una longitud de 157 millas de pavimento de concreto fundado sobre suelo de adobe, había experimentado una deterioración muy seria.

En las investigaciones inauguradas por la Federación en Pro de los Buenos Caminos del Estado de Ohio se hicieron tres importantes investigaciones acerca de los suelos.

Líneas generales del trabajo

En la primera reunión del comité primitivo se encontró que lo primero que había que hacer era el formular una clasificación de los suelos de manera que los investigadores e ingenieros de caminos que se interesaban por los subsuelos de fundación pudiera tener un punto común para entenderse mutuamente. El sistema de clasificación empleado por los europeos fué desarrollado con el objeto de clasificar los caminos desde el punto de vista agrícola y no era lo bastante definido para usarlo en la ingeniería de caminos.

Algunos clasificaban los suelos desde el punto de vista químico tal como suelos silíceos, de carbonatos y sulfatos, con sus diferentes subdivisiones. Otros, clasificaban los suelos como residuales y aluviales con sus subdivisiones de acuerdo con su origen ya sea graníticos, basálticos, etc.

Otros usaban para clasificarlos su estructura tal como la Oficina Federal de suelos que los divide en arena, tierra arenosa, tierra arcillosa, etc. Pero sus subdivisiones se han referido a la cualidad de cada suelo para la producción de cereales tal como la clasificación de suelos ricos para trigos; suelos fuertes, pobres y delgados o análogamente, suelos para avena y cebada.

El ruso Glinka propone dividir los suelos en seis clases. Esta clasificación se basa sobre su formación bajo ciertas condiciones de humedad. En seguida propone una subdivisión de acuerdo con su color, composición o colocación dentro de la capa terrestre. Sus clases generales son: Suelos desarrollados en condiciones de humedad excesiva; media, moderada insuficiente y después subdividió en Laterito, Terra Rosa, Podsol, o suelos cenicientos, etc.

El método empleado por la Oficina Federal de Suelos consiste en clasificarlos de acuerdo con las distintas regiones y zonas climáticas tales como suelos del Plateau de Piedmont o suelos de la planicie de la

costa del Atlántico o del desierto de sud-este o del valle del Limestone o de las Uplands.

Estos suelos en seguida se clasifican en series de acuerdo con el punto donde fueron primeramente estudiados tales como los de la serie de Wooster, Trumbull o de Miami. La clasificación final está basada sobre la estructura respectiva tal como arena, tierra arenosa, arcilla fangosa o suelos arcillosos. Así, un suelo puede llamarse, digamos, tierra arcillosa de Yredell de la planicie de la costa del Atlántico y puede encontrarse en cualquiera parte desde Maryland Alabama y teniendo siempre las mismas características.

Escaso valor de las clasificaciones anteriores

Al comienzo se creyó por los ingenieros de caminos e investigadores que los métodos de clasificación desarrollados anteriormente serían de poca utilidad y que una clasificación granulométrica podría ser más simple para el ingeniero ya que este sistema se podía comparar al análisis mecánico de la arena y piedra. Por consiguiente hasta principios del año 1926 se trató de desarrollar el análisis mecánico de los suelos en los laboratorios. Durante el Otoño de 1926 el Dr. Charles Terzaghi del Instituto Tecnológico de Massachusetts sugirió el empleo, para una clasificación preliminar, del líquido de Atterberg y los límites de plasticidad conjuntamente con los límites de contracción y posiblemente los equivalentes de humedad y los ensayos de cambio de volumen de la Oficina Federal de Caminos. El mismo señor sugirió más tarde que una clasificación final debía basarse en ensayos detallados que podrían dar los módulos de compresión y dilatación y el coeficiente de permeabilidad del suelo. La última decisión de las personas ocupadas en investigaciones sobre suelos para caminos es la de adoptar la clasificación de la Oficina Federal de Suelos, con el objeto de aprovechar el trabajo considerable efectuado por esta oficina y para aprovechar también sus análisis de suelos, mapas y demás datos interesantes. Con fines puramente camineros serán adoptados a los métodos preliminar y final sugeridos por el

señor Terzaghi, salvo que no sean satisfactorios; y un estudio completo de los resultados obtenidos por los tres laboratorios que actualmente están dedicados a esta clase de investigaciones, los cuales son el Laboratorio de la Oficina Federal de Caminos Públicos, los dos laboratorios de suelos del Instituto Tecnológico de Massachusetts y el de la Universidad del Estado de Ohio.

La perspectiva ofrecida por estas investigaciones es por demás halagadora y se esperan obtener resultados positivos para una clasificación definida de buenos y malos suelos para la fundación de caminos.

¿Cuáles son las características que significan una dificultad?

El segundo paso en la investigación es encontrar cuáles son las características de los suelos que causan el daño de los caminos. Es la dilatación y contracción de los suelos la que causa dicho daño en los caminos; o es la capacidad de absorción de agua, o la propiedad de retener humedad la que hace que el suelo sea de tal modo plástico que no pueda soportar el peso del pavimento con tráfico; o son las condiciones de temperatura o climáticas las que atraen un exceso de agua debajo del pavimento y la cual causa la plasticidad que hace que el suelo no tenga resistencia? ¿De qué manera alcanza un exceso de agua la parte inferior de un pavimento impermeable? ¿Penetra esta agua por filtración, por capilaridad o bien por condensación vapor de agua que queda en el subsuelo de fundación y que más tarde se condensa debido a temperaturas más frías? ¿O la causa obedece a una disposición y construcción deficiente del sistema de desagües?

Al suscrito le ha tocado encontrar muchos caminos que han fracasado por esta última causa.

Medios de solucionar la dificultad

El tercer problema que los investigadores han tenido ante sí, es el de determinar el tratamiento más satisfactorio y económico para los subsuelos de fundación. La solución puede buscarse considerando diversos aspectos tales como el tratamiento

directo del subsuelo por medio de aplicaciones químicas como aplicaciones de calces, aceites y otras sustancias análogas o bien mezclando con los suelos cal apagada, cemento Portland, arenas u otras sustancias granulares.

Otra solución puede consistir en hacer bajar el nivel de la napa subterránea por drenaje directo.

Otro medio consiste en elevar la subrasante separándola del nivel de la napa por medio de terraplenes de mayor altura o por medio de cortes de menor profundidad. La interposición de bases de estructura granular, las cuales suprimen la humedad capilar, procuran más circulación de aire y consecuentemente una evaporación y además proporcionan un drenaje adecuado para el agua condensada o que se haya filtrado debajo del pavimento y finalmente ofrecen un material adicional que hace que las cargas se repartan sobre mayor área en la superficie del subsuelo impidiendo por esta causa una fatiga excesiva del suelo resblandecido. Otra solución consiste en reforzar el pavimento a fin de reducir su deflexión dándole mayor resistencia para soportar las cargas sobre suelos de poca resistencia.

Una parte de este trabajo de investigación debe hacerse en el laboratorio y otra parte en el campo mismo. Los descubrimientos que se vayan haciendo en el laboratorio deben experimentarse prácticamente en el terreno para probar que puede ser en realidad un perfeccionamiento introducido en los actuales métodos ya bastante perfeccionados de construcción de caminos.

Dificultades encontradas

Los investigadores han encontrado varias dificultades. Ya hemos aludido a las que se refieren a las clasificaciones. La clasificación debe ser simple y fácil de comprender debe ser al mismo tiempo definida y debe siempre clasificar un suelo como bueno, malo o de condiciones satisfactorias.

Así ningún ensayo o grupo de ensayos simples ha separado de una manera positiva los suelos buenos, malos o dudosos. En general, dos o tres de los ensayos han separado los suelos en grupos buenos, ma-

los y dudosos pero en cada uno de esos grupos generalmente hay algunos suelos que las condiciones del mismo camino o las indicaciones de otros ensayos demuestran que deben clasificarse en otro grupo. En otras palabras los ensayos referidos no muestran una completa correlación de los suelos con las condiciones de los caminos ni tampoco concuerdan ellos mismos con los caracteres de los suelos ensayados. Otra dificultad que no ha sido solucionada es la de encontrar un método de ensayo en el laboratorio que represente verdaderamente un rumbo fijo para proceder en el terreno que puede ser completamente diferente a la muestra sacada para remitirla al laboratorio. También el suelo que se encuentra inmediatamente debajo de un pavimento generalmente posee cualidades muy distintas del suelo de la misma clase que se encuentra a 12 o 15 metros de distancia de la calzada. Cuando la subrasante se nivela para darle la sección transversal correspondiente, se rodilla o se consolida por medio del tráfico de camiones que acarrea el material que formará el pavimento que se colocará sobre ella, tiene que experimentar un cambio completo de su carácter original comparado con el mismo suelo que forman los lugares adyacentes.

Estudios de los suelos

Cuando el suelo se lleva al laboratorio debe ser secado y debe extraérsele el material grueso que contenga para poder hacer los ensayos correspondientes: ¿De qué modo este material grueso tiene influencia en las propiedades del suelo en su sitio en el terreno?

Cuando el suelo se ensaya en el laboratorio, cambian todas las propiedades como ser las siguientes: su estructura, su composición física, la porosidad, las capas, las condiciones amorfas o de resistencias parciales en su yacimiento natural. Se modifican también todas las condiciones de drenajes que proporcionan los pequeños canales formados por las grietas de dilatación, por los gusanos, por las raíces o por las aguas o sales disueltas. También asimismo la porosidad debida al hielo y deshielo. ¿Qué diferencia existe entre el procedimiento de secar un suelo con horno o el

proceso de secamiento del mismo suelo en la atmósfera natural? ¿Cómo pueden pulverizarse suelos arcillosos sin quebrar partículas parcialmente descompuestas?

¿A qué grado de fineza debe hacerse la molienda para obtener los resultados más uniformes en el laboratorio? Una serie de objeciones semejantes a las mencionadas se presentan a la mente del investigador.

En el laboratorio puede agregarse una substancia química o una mezcla y obtener resultados determinados pero hay que considerar que en este caso el operador tiene perfecto control sobre la temperatura, humedad, métodos de mezcla, condiciones fijas para el desarrollo del proceso y por lo tanto puede contralar muy bien los resultados.

¿Se trabajará en las mismas condiciones en el terreno bajo el efecto de las lluvias, de los rayos solares, del efecto de batido del tráfico o con un suelo arcilloso tan compacto que no pueda romperse con arado, rastra, picota o disco.

Métodos más practicables

No se puede decir cual método es el más practicable. Tomemos por ejemplo una mezcla de cemento o de cal con el suelo de subrasante para un pavimento rígido. Supongamos que el contratista tiene que construir un cierto camino de ladrillo o de concreto debiéndolo terminar en una fecha determinada o debiendo pagar una multa en caso de atraso.

El suelo que se tiene es una arcilla gruesa y las condiciones del contrato exigen que se mezclen 8 a 10% de cal en una capa de 15 cm. de profundidad del suelo de la subrasante.

En estas circunstancias viene una época seca de 6 u 8 semanas. En tales condiciones no es posible obtener una mezcla razonable de la cal con el suelo arcilloso. ¿Qué puede hacer en este caso el contratista? ¿Qué procedimientos puede permitir la oficina de caminos? ¿Qué resultados se obtendrían aplicando un método deficiente? Dichas mezclas se deben hacer, para obtener éxito, escogiendo la época del año en los caminos de tierra de modo que permita efectuar la obra sin serios inconvenientes. Pero para caminos importantes tales

como los de pavimento rígido no se puede aceptar tales procedimientos.

El análisis mecánico de las arenas o de la grava se puede hacer fácilmente pero cuando se hace el análisis de un suelo se puede encontrar muy diferente. En este caso debe extraerse primeramente las partes de arcilla por medio de un lavado, enseguida debe secarse el residuo y separarse en los diversos grados de arena y fango. Después la arcilla se determina evaporando el agua, o una porción de esta substancia debe someterse a la acción centrifuga con el fin de separar la arcilla gruesa de las partículas finas.

Labor efectuada

En el análisis mecánico se han usado los standards de la Oficina Federal de Suelos. Estos Standard fijan en 1 mm. de diámetro la separación entre grava y arena.

Los granos de arena alcanzan de 1 mm. a 0,05 mm. de diámetro, el fango alcanza de 0,05 mm. a 0,005 mm. de diámetro, llamándose arcilla todas las partículas menores de 0,005 mm. Todas las partículas finas en extremo que no pueden separarse por medio de la acción de la fuerza centrifuga equivalente a 500 veces la gravedad se llama arcilla ultra fina o arcilla suspendida. Esta arcilla ultra fina parece ser el material que causa la dilatación y contracción de suelo e indudablemente es el material que evita el escurrimiento de agua a través del suelo y de los drenes que se colocan en esta clase de suelo para su drenaje. Este material es la que hace que dicha sustancia sea pegajosa en estado húmedo. Si la aseveración anterior fuera cierta se tendría el caso de que una sustancia adulterante que coagulase o hiciese agruparse estas partículas finas en masas granulares se facilitarían gradualmente el drenaje haciendo al mismo tiempo los suelos menos plásticos. Se ha encontrado que la cal apagada tiene precisamente esta cualidad. El agua puede moverse más libremente a través de los suelos tratados con cal apagada lo que ha asegurado un drenaje mejor. La resistencia del escurrimiento bajo presión ha ido incrementando considerablemente teniéndose así una mayor resistencia del suelo. Posiblemente otras sustancias análogo-

gas, electrolíticas, pueden tener la misma propiedad descrita. La cuestión reside en hacer un tratamiento al suelo en una forma práctica de manera que no se perturbe la construcción del pavimento.

El poder de resistencia ha sido estudiado por A. T. Goldbeck habiéndose deducido *que para una unidad dada de carga aplicada a un suelo en áreas de diversa magnitud la profundidad de penetración varía directamente proporcional a la raíz cuadrada del área cargada.*

Así, si una carga unitaria que produzca una penetración de 0,10 pulgadas, sobre un área de 9 pies cuadrados, la penetración producida en otra área diferente por la misma carga unitaria se obtiene por medio de la ecuación.

$$Y = 900 \cdot X^2$$

En que

Y = área en pies cuadrados
X = penetración en pulgadas.

Esto demuestra que mientras menor es el área, menor será la penetración para una determinada carga unitaria o sea que para una área de 1 pie cuadrado, la penetración será de $\frac{1}{30}$ de pulgada para la misma carga unitaria obrando sobre el área de 9 pies cuadrados ántes mencionada.

La mayoría de los suelos presentan una buena resistencia

De acuerdo con lo mencionado anteriormente la mayoría de los suelos que se encuentran en la construcción de caminos procuran una excelente fundación para los pavimentos cuando no contienen demasiada humedad.

El aumento de volumen debido a la dilatación de un suelo, la expansión experimentada cuando se hiela, y la plasticidad o condición fluída de un suelo son todas debidas a un exceso de humedad. Por lo tanto las investigaciones han tendido a determinar donde comienza el punto peligroso para la resistencia, averiguar cómo el agua se introduce en el suelo y qué tratamiento es el más adecuada para estabilizar

el suelo de fundación. Consideramos aquí los diferentes experimentos efectuados para determinar las características anteriores y los resultados obtenidos.

El agua es contenida por el suelo en tres diversas condiciones: libre, en estado capilar y en forma de vapor. El agua en estado libre puede removerse más bien fácilmente en suelos porosos colocando cunetas abiertas o drenes subterráneos o por drenes sistema francés o por tubos longitudinales colocados a lo largo de cada costado del camino.

Insistamos uná vez más, sobre la fase de este drenaje. Sólo se puede obtener un perfecto desagüe superficial y drenaje subterráneo del agua en estado libre ejerciendo una vigilancia constante. Se debe prestar la requerida atención a la permeabilidad del suelo para ver si el agua puede filtrar fácilmente hacia los desagües o drenes. Las cunetas deben conservarse limpias y libres de obstrucciones de depósitos de materiales que no pueden ser transportados por el agua. Se deben mantener completamente libres todas las salidas de aguas, deben rellenarse completamente las grietas que se produzcan en el pavimento como asimismo las huellas y grietas que se produzcan en los bordes.

Todas las vertientes que se encuentren a lo largo del trazado del camino deben desviarse fuera de la faja.

Cuando la subrasante corte la línea de separación entre una capa de suelo permeable y otra impermeable debe colocarse allí un dren transversal debajo del pavimento para librar la base del excurrimiento de las aguas subterráneas. Unicamente cuando se observa una atención esmerada tanto en la construcción como en el mantenimiento se evitan los perjuicios ocasionados por el agua en estado libre. Cuando se observa la atención anterior a lo menos la mitad o probablemente una de la mitad de las fallas de la subrasante pueden eliminarse. A pesar de todos los cuidados anteriores el agua capilar no ha sido reducida en proporción apreciable.

Investigaciones sobre la capilaridad

Los físicos enseñan que la capilaridad depende de la presión de un líquido. La

temperatura y viscosidad de un líquido afectan el gasto.

La altura que puede subir el agua en los tubos capilares es inversamente proporcional a su diámetro interior. También afectan la acción capilar las impurezas que contiene el líquido. Se ve entonces que la acción capilar del agua en los suelos depende considerablemente de la fineza de sus partículas. También depende en grado relativamente considerable de las temperaturas del agua y del suelo. Las sustancias alcalinas y otras impurezas solubles tienen también influencia en el gasto y altura que pueda alcanzar el agua en el suelo. La cantidad de agua capilar contenida en el suelo depende de la forma y tamaño de sus partículas.

La cantidad de agua capilar encontrada en el suelo de Ohio ha sido de 20% a 95% del peso del suelo seco.

El señor Y. B. Mullis establece en los *Proceeding* de la Quinta reunión Anual del Highway Research Board basado en las experiencias efectuadas que *el porcentaje de agua capilar contenida en una columna de suelo homogéneo y compacto libre de la evaporación, decrece a medida que la altura sobre el nivel de la napa subterránea aumenta.*

El porcentaje de humedad mantenido por el efecto capilar disminuye a medida que la temperatura se incrementa.

El señor Mullis ha expuesto humedades capilares de 33% a 37% en varios suelos a alturas que alcanzan de 24 a 39 pies sobre el nivel de la napa de agua.

En los mismos suelos constató un aumento posible de la altura capilar de 50 a 231 pies.

Investigaciones de M. Laughlin

El señor W. W. Mc. Laughlin expone algunos datos muy interesantes sobre observaciones de capilaridad en suelos del oeste en la edición de *Public Roads* correspondiente a Mayo de 1921.

En dicha exposición hace notar que el aumento de capilaridad es muy rápido en las primeras 24 a 28 horas y que gradualmente decrece a medida que el tiempo transcurre.

Un suelo ceniciento de lava alcanza a 16½ pulgadas en 24 horas, pero demora 30

días para alcanzar, 54,5 pulgadas. Este mismo suelo impulso 1,8 pulgadas de agua a 5 pies del nivel de la napa de agua en un año y 3,3 pulgadas de agua a 4 en el mismo periodo.

El señor Mc. Laughlin llegó a la conclusión que es inútil tratar de conservar una humedad capilar alta debajo del camino cuando las cunetas laterales o los drenes subterráneos están próximos al nivel de la subrasante.

La tabla 1 que se expone a continuación muestra las alturas en centímetros alcanzadas por agua capilar en suelos de Ohio.

TABLA N.º 1

CAPILARIDAD DE LOS SUELOS

Número de los suelos:	182—74—126—34—21 y 67.
Porcentaje arcilla en:	22—2—3,93—45,5—59,9—77,1—96,1.
Porcentaje de fangos:	39,0—31,3—37,0—33,6—11,1—3,0.
Porcentaje de agua capilar:	29,6—30,2—27,2—34,2—24,0—39,4.

ALTURA CAPILAR EN CENTÍMETROS

Alcanzada en 15 días:	120—67—41—60—36—23.
-----------------------	---------------------

Una notable diferencia entre los suelos se pudo evidenciar en este ensayo entre el suelo N.º 182 y el suelo N.º 126. En el primero se tuvieron sólo 15 días para que el agua atravesara 120 cm. de hielo, mientras que en el segundo el agua demoró 103 días en atravesar 80 cm.

El agua en estado libre se debe a dos acciones

Probablemente el agua en estado libre que se encuentra debajo del pavimento en el comienzo de la primavera se debe a dos acciones: 1.º A la condensación de los vapores que suben a través del suelo debajo del pavimento y que se condensan cuando se pone en contacto con él al enfriarse durante la noche o con una caída brusca de la temperatura. 2.º Por el agua capilar que sube en gran cantidad debido al efecto que

tiene el frío para producir una presión considerable. Esta mayor cantidad de agua capilar se mantiene ahí helada y las partículas de hielo se ven siempre forzadas a salir por el poder de capilaridad que aumenta detrás de ellas hasta que el agua sube por los conductos del vapor existiendo por esta causa un exceso de agua que forma una mezcla plástica con el subsuelo de fundación.

Un suelo grueso, arenoso evita el inconveniente anterior primero, porque la capilaridad es mucho menor; segundo, por que drenaje se puede verificar en mejores condiciones y cualquier cantidad de agua libre que llegue debajo del pavimento por cualquier camino es drenada rápidamente.

El señor Mullis encontró en sus experimentos efectuados en la Estación de Arlington, según publicación hecha en la Revista Public Roads en Octubre de 1921, que el empleo de 3 a 6 pulgadas de grava sobre la subrasante debajo del pavimento impide la acción capilar en esa altura debajo del pavimento permitiendo el drenaje lateral. Las losas de pavimento de concreto, dispuesta de la manera indicada, fueron las que tuvieron la menor cantidad de agua en estado libre entre todos los ensayos hechos.

De una comparación hecha entre los ensayos de suelos efectuados en el laboratorio del Estado de Ohio con las condiciones de los caminos correspondientes, comparando al mismo tiempo el equivalente de humedad, los cambios volumétricos, la proporción de arcilla contenida y el punto límite líquido de Atterberg con la humedad capilar, se ha deducido que cuando la humedad capilar de cualquier suelo excede de 27 a 28%, tal suelo debe clasificarse como inapropiado para fundación.

Variaciones de volumen

La Oficina Federal de Caminos ha establecido como un standard para la determinación del valor de contracción de un suelo, que dicho suelo debe estar saturado hasta su humedad capilar, procediendo después a secarlo determinándose en seguida el porcentaje o grado de contracción. Esta contracción, llamada cambio volumétrico, varía desde 0 a 40% del volumen original

del suelo, húmedo para los suelos de Ohio.

A. C. Rose describe en la Revista Public Roads de Agosto de 1924, un método para determinar la contracción lineal que representa del 36 al 38% del cambio volumétrico. En dicho artículo hace notar lo siguiente: «Un equivalente de humedad de 20% parece ser crítico con respecto a la resistencia de un suelo».

Cuando dicho suelo se humedece más allá de este valor su resistencia decae rápidamente «Que el ensaye lineal de contracción demuestra un sub-suelo pobre aunque haya pasado favorablemente el ensaye del equivalente de humedad o vice-versa». «Que cuando se tiene un porcentaje lineal de contracción mayor de 5% se debe tomar precauciones para asegurar un pavimento contra las fallas que puedan producirse debidos a movimientos del suelo de fundación». Los experimentos hechos en la Estación Experimental del Estado de Ohio sobre 275 suelos, indican que existen pocos suelos inadecuados que tengan un coeficiente lineal de contracción menores de 5%. Hay también varios suelos con coeficientes de contracción mayores que no han ocasionado perjuicios serios a los caminos aunque el ensaye del equivalente de humedad respectiva y la determinación del contenido de arcilla según los límites de Atterberg demuestran que son inadecuados.

Equivalente de humedad y proporción de agua contenida

El equivalente de humedad de un suelo es aquel porcentaje de agua retenida por una muestra saturada después de haber sido sometida al efecto de la fuerza centrífuga durante una hora, siendo dicha fuerza centrífuga igual a 1.000 veces la gravedad.

El señor A. C. Rose en el número Public Road correspondiente a Agosto de 1924, fija un límite de 20% y expresa que según sus observaciones un suelo que tenga un equivalente mayor es sospechoso.

El señor Rosé en la misma publicación expone más tarde (Septiembre de 1925) que de 103 muestras de suelos ensayados sólo 7 mostraron una proporción de humedad en el terreno mayor que el respectivo equivalente de humedad y que únicamente

te uno de ellos mostró un exceso mayor de $2\frac{1}{2}\%$. Por lo tanto el sugiere la posibilidad de controlar la proporción de agua de los suelos, de tal manera que no se exceda el equivalente de humedad. Sin embargo dice que los valores determinados fueron sólo deducidos de observaciones efectuadas durante el verano y que probablemente no rijen en el Invierno bajo condiciones lluviosos.

Los caminos se deben construir para todo el año

Los ingenieros de caminos deben construir sus carreteras para que presten servicios todo el año y no pueden basar sus proyectos sobre afirmaciones verificadas a medias.

Las observaciones sobre suelos hechas por el laboratorio del Estado de Ohio mostraron 16 casos entre 45, cuya proporción media de humedad a 12 pulgadas de profundidad tenían un equivalente de humedad comprendida entre 0 y 13.4% siendo el término medio de exceso igual a 3.2% en las 16 estaciones. Observaciones hechas durante dos años en 27 estaciones de suelos demostraron que para los meses de Enero, Marzo, Mayo y Septiembre seleccionados como mases alternados demostraron que entre dichas 27 estaciones, 16 a 22 tuvieron proporción de humedad en exceso de su respectivo equivalente de estas últimas 9 a 21 estaciones, cada mes, tuvieron una proporción de agua 4% mayor y de 2 a 15 estaciones, cada mes, mostraron un exceso de 10% de agua sobre los respectivos equivalentes de humedad. En 16 estaciones que se observaron en Junio sólo 2 estaciones mostraron mayor proporción de agua que su respectivo equivalente de humedad cuyos valores fueron 7.2 y 10.5 respectivamente. En algunos casos la proporción de agua a una profundidad de 18 a 24 pulgadas fué de 15 a 20% mayor que el equivalente de humedad. De modo que para los suelos de Ohio es imposible aplicar las observaciones del señor Rose.

De la Estación Experimental de Bates se deduce que la proporción de agua contenida en el subsuelo de fundación al tiempo de la construcción puede influir en la

cantidad de agua contenida por uno o dos años.

Los subsuelos húmedos parecen resistir los aumentos futuros de humedad por largos períodos. Esta conclusión viene a corroborar la sugestión hecha por el señor Rose que es posible el control de la humedad del subsuelo.

El señor Terzaghi en la Revista Public Roads de Octubre de 1916 dice: «Que para los suelos plásticos, el equivalente de humedad no tiene influencia con las propiedades de drenaje del suelo, solamente da una indicación acerca de la compresión debida a una presión determinada».

«Para los suelos de tipo intermedio entre plásticos y desintegrables el equivalente de humedad no tiene significado alguno».

Con referencia a la cantidad de humedad de los suelos se pueden enumerar las siguientes conclusiones deducidas de las experiencias hechas en el Laboratorio del Estado de Ohio.

1. La superficie de los suelos ensayados varía muy rápidamente en la humedad desde un 2 a un 124% de su peso en seco debido a la lluvia, nieves, heladas, tiempo seco.

2. Que la humedad de los subsuelos situados a una profundidad mayor de 6 pulgadas experimenta una variación relativamente lenta y bajo márgenes mucho más estrechos. El término medio alcanza de 13 o 14% a 22 o 23% de humedad, excepto en los campos abiertos o debajo de las losas de concreto donde puede alcanza a 26 o 28% .

3. Que la humedad contenida por un subsuelo durante períodos secos del verano u otoño puede ser el 60 a 65% de la humedad contenida durante el invierno y la primavera.

4. Que debido a una causa indeterminada, posiblemente a la exposición a la atmósfera, o drenaje subterráneo, o a la composición del suelo o bien debido a los tres factores anteriores combinados, ciertos suelos poseen un contenido permanente de humedad igual al doble que otros suelos análogos.

5. Que los años húmedos o secos pueden hacer variar de un 30 a un 50% la cantidad de agua que puede contener un suelo dado.

6. Que se verifican fluctuaciones de cantidad de agua contenida por los subsuelos, que, de acuerdo con los datos deducidos hasta ahora no pueden atribuirse directamente a las lluvias, evaporación, u otros agentes atmosféricos que obran sobre la superficie.

Desplazamiento de los pavimentos

Se han efectuado una serie de observaciones del nivel de los pavimentos en 20 o más estaciones situadas en diferentes puntos del sistema de caminos del Estado de Ohio durante los años 1925 y 1926 con el fin de determinar que efecto tienen la dilatación o aumento de volumen y las heladas en suelo situado debajo de los pavimentos sobre su desplazamiento. La helada más profunda encontrada durante el período más frío en dos años fué de 14 pulgadas.

La ubicación bastante separada de las diversas estaciones de observación impidieron tomar el número de observaciones debidas. En consecuencia las informaciones relacionadas con el comienzo del desplazamiento de los pavimentos y su amplitud, son incompletas. Sin embargo las observaciones hechas en Febrero fueron efectuadas a intervalos de tiempo conveniente de modo que se pudo obtener el desplazamiento máximo debido a las heladas y se cree igualmente que las observaciones hechas en Agosto de 1926 muestran con exactitud la amplitud del desplazamiento causadas por las lluvias excesivas de ese verano.

Conclusiones

1.º Las amplitudes del desplazamiento varían de 0,025 a 0,265 pies y su término medio es alrededor de 0,063 pies. Estas cifras son para las dos estaciones de 1925 y 1926 en Ohio, las cuales fueron más bien moderadas.

2.º El desplazamiento se debe tanto a la humedad como a las heladas, no existiendo datos suficientes para avaluar el monto de cada una de las causas mencionadas. En tres casos de desplazamiento máximo hacia arriba ocurridos en Agosto indicaron que

la humedad y dilatación del suelo eran la causa. Los desplazamientos o elevaciones extremas que se verifican por lo general en Febrero demostraron que el factor principal de dicho desplazamiento es la helada.

3.º No se pudo establecer ninguna relación entre el desplazamiento hacia arriba o hacia abajo del pavimento y las características del suelo y sus análisis mecánicos. Excepto, que el aumento o disminución del desplazamiento de los pavimentos sobre diferentes suelos varían en cierto grado según la humedad capilar de ellos.

4.º El desplazamiento de los pavimentos comienza a efectuarse hacia arriba a fines de otoño y comienzos de invierno mostrando un máximo generalmente en Enero o Febrero y decrece rápidamente con el deshielo de la primavera. El pavimento permanece más o menos inmóvil durante el final de la primavera, en el verano y en la primera parte del otoño, experimentando sólo pequeñas variaciones debidas a los cambios de humedad efectuados durante ese tiempo.

5.º El ciclo del movimiento es comúnmente completo, pues el pavimento comienza a desplazarse desde una elevación dada y vuelve después exactamente a la misma elevación.

Lo anterior ocurre repetidas veces sin muestra evidente de daño para el pavimento pero indudablemente se verifican sentamientos desiguales que causan grietas en el pavimento.

Ismailsky expresa en la última edición del folleto «Humedad de los Suelos» y «Agua Subterránea»:

«Que durante un período de seis años en que se han hecho observaciones, la cantidad media de humedad anual ha variado considerablemente. La cantidad media anual de lluvia caída no tuvo influencia sobre dichos variaciones, las cuales fueron causadas más bien por el carácter del suelo, la estación en que cayó la mayor cantidad de lluvia. Así las precipitaciones de primavera y otoño fueron de gran importancia, en cambio las lluvias caídas en verano tuvieron una influencia muy pequeña. Por lo tanto, el suelo tiene su sequedad máxima al final del verano y comienzos del otoño».

Las observaciones hechas en el Labora-

torio del Estado de Ohio coinciden con las de Ismailsky.

Filtración

El factor de filtración puede expresarse como la cantidad de centímetros de agua que filtra a través de la unidad de superficie de un suelo de una profundidad dada en una hora. El Laboratorio del Estado de Ohio ha adoptado una unidad de superficie de 1 cm^2 y una profundidad de 20 cm. y una altura de agua sobre el suelo de 2 cm. La unidad de filtración es entonces la cantidad de centímetros cúbicos por hora por centímetros cuadrados.

En el drenaje agrícola, el coeficiente de drenaje es generalmente $\frac{1}{4}$ o $\frac{1}{2}$ pulgada por 24 horas, lo cual equivale a $0,053 \text{ cm}^3$ por cm^2 por hora.

El ensaye de filtración hecho en el Laboratorio debe ser enteramente diferente a la filtración real que se verifica en un suelo natural que no haya sido tocado, pero es aproximadamente análoga a aquella que se verifica en un camino en que el suelo ha sido arado, amasado y consolidado, operaciones, que lo transforman en un suelo muy diferente al natural. La cifra expresada anteriormente para 10 pulgadas de suelo también se reduce mucho si se trata de un espesor de 2 a 3 pies de suelo que es la profundidad a que se colocan los tubos de drenaje.

Con este ensaye se han obtenido dos cosas: 1.º Ha servido para demostrar que en ciertos suelos densos el drenaje por tubos es sólo una pérdida de dinero porque ni el agua que se filtra debajo del suelo puede recogerse por los drenes excepto cuando se constituyen espacios o cámaras especiales o se coloca un relleno poroso. 2.º Que el agua no puede escurrir de debajo de las losas del pavimento colocadas sobre tales suelos si no se consultan disposiciones especiales para el drenaje. Además constituyen una medida de la capilaridad del suelo y todos los demás caracteres no convenientes de él. La variación de las cifras indicadoras de la filtración es considerable estando comprendida entre 0. para los suelos contruidos con arcilla espesa y fina, y varios centímetros cúbicos, para aquellos suelos formados por arenas gruesas.

Mezcla con el agua

Se cree que el valor del ensaye de mezclas con el agua procura informaciones que son muy importantes en relación con la estabilidad o inestabilidad de las bermas laterales, de los taludes de cunetas, terraplenes y cortes. En el caso de una construcción sobre un trazado existente de un camino se puede deducir y obtener bastantes datos de las condiciones existentes pero cuando se hacen variantes o se emprende la construcción de un nuevo camino los datos proporcionados por el ensaye de mezcla con el agua pueden ser de un valor inapreciable.

En el presente sólo se han adoptado valores aproximados hasta que no se obtenga una correlación debida entre los ensayes del laboratorio y los hechos que suceden en el terreno mismo. Los límites sugeridos son los siguientes:

Suelos rápidamente desintegrables (peligrosos) menos de 20.

Suelos dudosos 20 a 30.

Suelos regularmente estables de 30 a 50.

Suelos excelentes 50 y más.

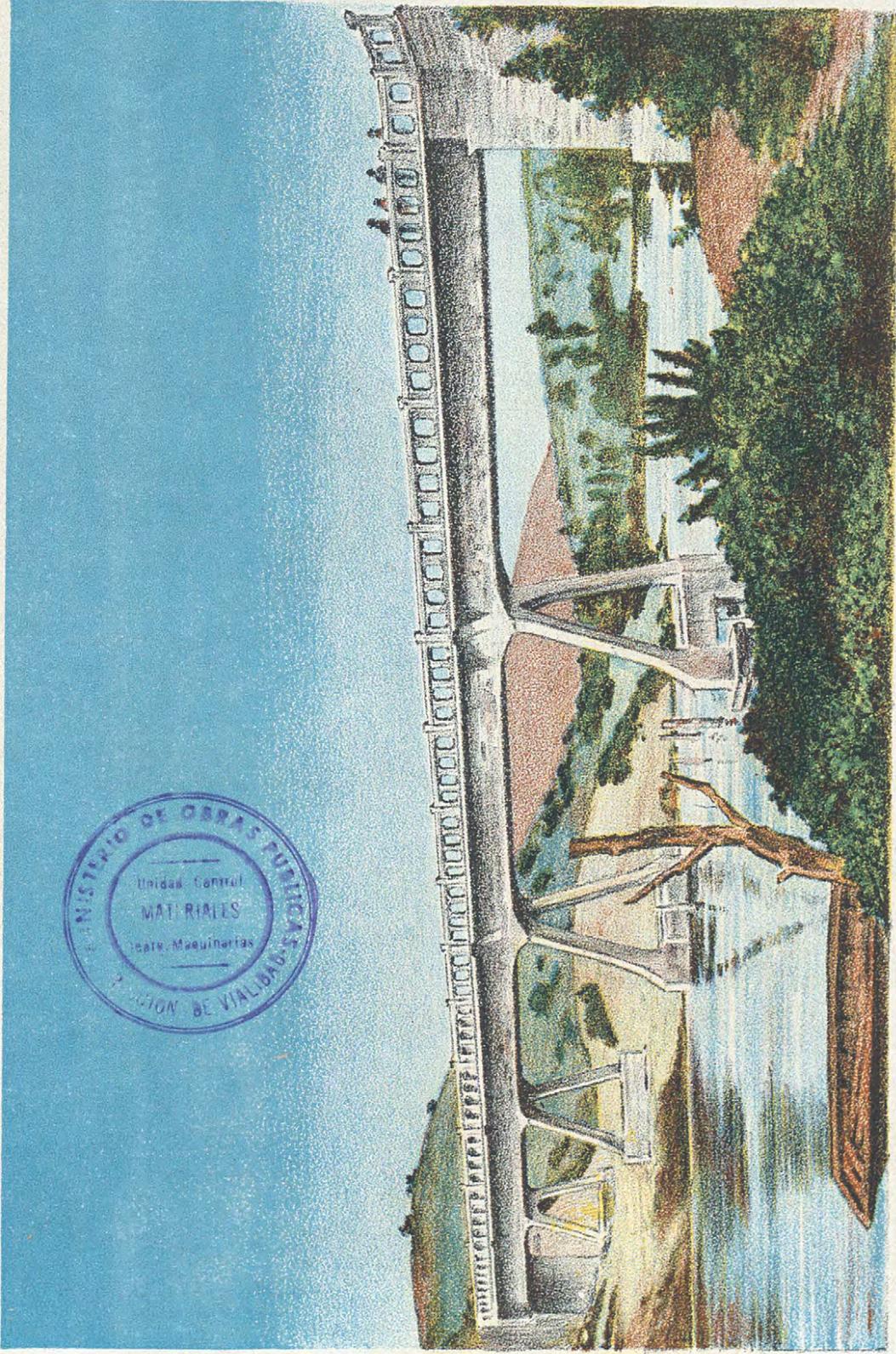
Se puede adoptar un simple ensayo práctico para obtener las informaciones en el terreno.

Límites de Atterberg

Se han hecho estudios experimentales durante algún tiempo para determinar si se puede obtener una clasificación más detenida por medio de los límites sugeridos por el investigador sueco Atterberg, pero las características de los suelos dadas por el Bureau de Suelos y por el Bureau de Caminos Públicos, clasifican los suelos de una manera tan definida como los límites de Atterberg. El límite inferior de liquidación de Atterberg es sólo uno de los tres que concuerdan estrechamente con U. S. standard. Los ensayos de Atterberg se podrían efectuar más fácilmente y serían de manifiesta conveniencia para practicarlos si ellos dieran un conocimiento más efectivo del comportamiento de los suelos que los demás ensayos.

Datos sobre heladas

Mr. A. M. Wintermyer expone en la Revista «Public Roads» de Febrero de 1925



Nicudahue cerca de Nacimiento

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
Unidad Central
MATERIALES
Calle Maquinarias
REGION DE VALIADOLID

algunos datos que prueban que raras veces se hiela toda el agua de un suelo y que tal helada comienza en tal caso sobre $-1,5^{\circ}\text{C}$ y que mucha parte del agua capilar no se hiela sino a temperaturas entre $-4,0^{\circ}$ y -78°C . Se deduce de esta serie de experiencias que los suelos de estructura granular más fina contiene una carga capilar que se hiela con gran dificultad. Prebablemente la composición química, la proporción de materias orgánicas, las sustancias coloidales y las sales solubles tienen influencia en facilitar la helada y la cantidad de agua que se hiela.

La cantidad de agua que se hiela varía entre 0% y 100%. En los casos de suelos de regiones alcalinas no se heló el agua mientras que en los suelos compuestos de arena cuarzosa, gruesa, se heló el 100% del agua. Los ensayos también demostraron una notable disminución de la cantidad de agua helada a medida que aumentaba la proporción de arcilla en los suelos.

Stepher Taber describe en el Engineering News Record de Febrero de 1918 algunos experimentos en los cuales pesos colocados sobre la arena no fueron levantados cuando dicha arena se heló. Se colocó pesos similares sobre suelo de arcilla, los cuales fueron levantados por la formación de hilo puro sobre la arcilla debajo de los pesos. Este hielo se formó en columnas como «hielo de agujas». La conclusión que se dedujo de estas observaciones fué que el levantamiento de los pesos fué debido al incremento de hielo, el cual fué presionado hacia arriba por la fuerza capilar producida debajo en el suelo arcilloso denso.

Se obtuvieron resultados análogos de la cristalización de sales en soluciones sobresaturadas.

Experiencias de Georgia

El profesor C. M. Strahan de la Universidad de Georgia ha efectuado una serie de investigaciones extensivas de suelos en relación con sus características y comportamiento en la construcción de caminos areno-arcillosos y arcillo arenoso.

Las conclusiones deducidas son las siguientes:

1.º Una mayor proporción de arena especialmente de granos gruesos, proporcio-

na mayor dureza y resistencia al desgaste.

2.º En las mezclas graduadas, la arena gruesa embebida en los sedimentos finos como cieno y arcilla desarrolla un conglomerado mecánicamente firme.

3.º La propiedad de adherencia de la arcilla procura el conglomerante que mantiene en posición la arena durante el tiempo seco.

4.º En tiempo húmedo el conglomerante de arcilla se reblandece pero la traba mecánica de la arena gruesa proporciona la resistencia al tráfico.

5.º La compacidad de toda la mezcla evita la fácil penetración del agua. La dilatación de la arcilla tiende a cerrar los orificios capilares y protege el interior del afirmado. Sin embargo un exceso de arcilla debido a su dilatación demasiado considerable, destruye la unión mecánica de traba de arena y permite que el tráfico vaya cortando más y más el afirmado capa por capa.

6.º La estructura capilar de los suelos consolidados de los caminos, excepto varios suelos de cieno fino, impide la auto-saturación proveniente de la parte inferior cuando los suelos adyacentes están llenos de agua.

El profesor mencionado expresa: «Se ha visto que la arena dura silicosa procura una gran resistencia a los suelos de caminos; (2) que en las mejores clase se tiene una proporción de 40 a 60% de arena mayor que el tamiz N.º 60; (3) que en una cantidad mayor de un 20% de cieno se considera perjudicial; (4) que un exceso de arcilla mayor de un 25% procura una superficie que se resblandece fácilmente transformándose en barro. Las muestras mejores tenían una cantidad de arcilla contenida entre un 10 y un 15%.

Límites para especificaciones

El profesor propone como límites de especificaciones para las clases A-B de caminos los siguientes:

	Clase A.	Clase B.
Arcilla.....	9 a 18%	15 a 25%
Cieno.....	5 a 15%	10 a 20%
Arena de tamaño mayor tamiz N.º 60.....	45 a 60%	30 a 40%
Arena total.....	65 a 80%	60 a 80%

Como tales conclusiones se alcanzaron después de varios años de cuidadosas observaciones sobre una gran longitud de caminos en Georgia ellas son de mucha fuerza para considerar la composición de los buenos suelos para caminos ya sean para superficies de arena y arcilla o para suelos de fundación de pavimentos rígidos.

Tratamiento de la subrasante

El profesor S. L. Mc. Kessen espone en los Proceedings de la 5.^a reunión anual del Highway Research Board en su informe «Experimentos sobre tratamientos de Subsuelos en Río Vista California» las siguientes conclusiones:

1.º La adulteración de los suelos con compuestos de cemento y cal no es un método eficiente o económico para obtener la estabilidad de los suelos gruesos.

2.º Que la utilidad de un suelo para aprovecharlo como fundación o los méritos de los diferentes métodos de tratamientos de suelos, pueden determinarse con relativa facilidad por medio de ensayos de laboratorio y que experiencias en el terreno que generalmente son caras pueden en algunos casos evitarse recurriendo primeramente a una estudiosa investigación efectuada en buena forma en el laboratorio.

3.º Que una capa de arena o de grava es un método eficiente y económico para disminuir los perjuicios causados al pavimento por la dilatación o la contracción del suelo de fundación.

Las conclusiones deducidas por las experiencias de Pittsburgh, California, son las siguientes:

1.º El suelo de adobe pulverizado y consolidado en capas de 6 pulgadas y de una profundidad de 3 pies constituyó un suelo de fundación apropiado para esas experiencias.

2.º El suelo de fundación de adobe no fué dañado por el agua que llenaba las cunetas laterales hasta el nivel de la base del pavimento durante 3 meses.

3.º Una base de roca de 12 pulgadas construida sobre dicho suelo por capas de 6 pulgadas poseyendo la capa inferior compuesta de un diámetro comprendido entre $\frac{1}{4}$ y $1\frac{1}{2}$ pulgada, bien consolidadas fueron cubiertas con $1\frac{1}{2}$ pulgadas de tierra.

Esta fundación fue menos eficiente que una base de tierra.

Experiencias efectuadas durante 2 años en un camino de Ohio demuestran que las diversas capas porosas tales como arena, grava y escorias, reducen la proporción media de grietas en un pie lineal de pavimentos de 1,20 pies correspondiente a un suelo natural que tenía una arcilla densa, hasta 0,45 a 0,75 pies sobre bases porosas. La proporción de suelo usado como cemento fué prácticamente la misma con la correspondiente a la base de suelo natural.

Cantidad de grietas

La cantidad de grietas que se produjeron durante el segundo año fué menor para las bases porosas. Las conclusiones deducidas son:

1.º Las mezclas de cemento y arcilla preparadas durante la construcción mostraron muy poca diferencia con la base de suelo natural.

2.º Las bases porosas mostraron mucho menor cantidad de grietas que el suelo natural o que las bases de dicho suelo con cemento.

3.º No se puede asegurar en esta ocasión si acaso es más segura una base porosa de 2,4 o 6 pulgadas no pudiéndose sacar ninguna conclusión sobre el ahorro en la conservación del camino equivalente a sus costos iniciales.

Mr. R. W. Crum de la Comisión de Caminos del Estado del Yowa en un trabajo escrito en Public Roads de Agosto de 1925 describe las dificultades que se encontraron para tratar de prevenir la formación de grietas de pelo en los pavimentos de concreto construidos sobre «loess» de la región noreste de Yowa. Un análisis mecánico de este suelo demostró que estaban formado por $\frac{2}{3}$ de cieno por $\frac{1}{3}$ de arcilla, que tenía una contracción lineal sólo de 2,3% pero en cambio tenían un grado bastante alto de humedad capilar igual a 43,7%. Los ensayos de laboratorio demostraron que las losas de concreto construídas sobre este suelo cuando estaba seco o ligeramente húmedo desarrollaban muchas grietas dentro de las 3 horas después de haber sido construídas las losas, no mostrando ninguna grieta en el caso en que

dicho suelo estaba saturado. Además se encontró que se prevenía la formación de grietas colocando papel alquitranado entre la subrasante y el concreto. Las mezclas secas de concreto mostraron menos tendencia a agrietarse.

La Comisión de Caminos del Estado mencionado ha requerido en sus últimos contratos de caminos el uso de papel alquitranado en todos los casos de subrasantes construidas por suelos «loess» habiendo con esto eliminado prácticamente las grietas.

Conclusiones de Mr. Mullis

El Sr. Y. B. Mullis estima las conclusiones que se expresan a continuación deducidas de sus experiencias efectuadas en la estación de Arlington sobre el potencial de alta capilaridad.

1.º Es preciso mantener el nivel del agua tan bajo como sea posible.

2.º Hay que procurar la aereación y drenaje por medio de materiales granulares que tengan cualidades filtrantes.

3.º Se hace necesario cortar los árboles cuando sea posible para esponer completamente la calzada al sol y al viento.

El Sr. G. H. Henderson, ingeniero Jefe de la Comisión de Caminos Públicos del Estado de Rhode Island dice en su reciente trabajo presentado en Highway Research Board al hablar de las experiencias de este Estado sobre subsuelos a sus correspondientes caminos de macadam bituminoso que han tenido éxito, lo siguiente: «La práctica que nosotros usamos consiste en reemplazar los suelos de fundación pobres por una capa uniforme de grava o piedra cuyo espesor varía de acuerdo con el grado de rigidez del suelo correspondiente. La única regla que nosotros tenemos para determinar la profundidad de la fundación es la *regla de la experiencia*. Muy pocas veces hemos encontrado el caso de un subsuelo malo en que una capa uniforme de 12 pulgadas de grava gruesa y permeable que no haya puesto remedio al mal, siempre que se haya dado la forma en toda la sección transversal y que se haya drenado en forma apropiada».

«En el caso de un suelo fangoso particularmente malo, algunas veces hemos

adoptado la solución de colocar una capa de arena o gravilla generalmente de un espesor de 4 a 6 pulgadas sobre la cual construimos nuestro relleno standard de material de piedra. El objeto de esta capa es el de mantener el fango en la parte inferior impidiendo que suba y rellene los intersticios de la fundación superior».

Informaciones de los ensayos de Laboratorios

Los ensayos de laboratorios han prestado a los investigadores de suelos una serie de informaciones relacionadas con peculiaridades y características de ellos y según dice el Sr. Mc. Kesson mucho se debe aprender en el laboratorio sobre la manera en que diversos tratamientos pueden obrar o a lo menos si ellos son suficientes para aplicarlos en la práctica. Pero nosotros estamos dependiendo de la gran cantidad de informaciones que pueden deducirse de los resultados obtenidos en el terreno para sentar las conclusiones finales para basar los métodos más prácticos y económicos de tratamientos de subsuelos.

Actividades de los diversos Estados

A continuación se describen brevemente las actividades de los Estados relacionados con las investigaciones sobre subsuelos o la aplicación práctica de los diversos conocimientos que hasta ahora se tienen.

Georgia: los trabajos efectuados en Georgia ya se han descrito anteriormente.

North Carolina intentó clasificar los suelos ya en 1921. No se ha avanzado mucho desde entonces hasta el presente en que la Universidad de North Carolina ha iniciado investigaciones sobre la capilaridad de los suelos.

Pennsylvania está cooperando con el Bureau de Caminos Públicos de los Estados Unidos en una serie de investigaciones sobre mezclas de arenas y ceniza con el suelo, incorporándolo por medio de rastras. También están investigando el uso de carpetas de ceniza y arena colocada en la superficie del suelo. Asimismo hacen ensayos sobre el equivalente de la humedad de los suelos, sobre su resistencia y otras aspectos de ellos.

Ohio está también cooperando con el citado Bureau sobre investigaciones sobre subsuelos, sobre tratamiento de subrasante, sobre el contenido de humedad y en la medida del desplazamiento de pavimentos debidos a la acción del hielo y movimientos del suelo.

Michigán, está estudiando las cuestiones relacionadas con el subsuelo hace un año y medio. Se está haciendo un estudio muy extenso coordinando las condiciones de los caminos con un análisis de los suelos a lo largo de ellos. El Departamento de Caminos ha terminado y publicado los resultados de un estudio completo sobre asentamiento de los terraplenes sobre terrenos pantanosos. Se ha estudiado también el tratamiento de los subsuelos con arena y grava.

Un proyecto en el Condado de Monroe tiene trozos de media milla sin que se haya producido ninguna grieta en las losas de 100 pies en que se ha dividido el pavimento. El camino ya tiene más de dos años.

Illinois comenzó los estudios sobre suelos en 1923, cuando las experiencias de Bates se observó el contenido de humedad del subsuelo. También se estudió en aquella ocasión el control de la estabilidad del suelo por medio de mezclas.

Aparentemente las mezclas de cal y cemento no fueron satisfactorias, pero la arena, cieno y arcilla agregados en ciertas proporciones demostraron que procuraban la estabilización de los suelos.

Yowa ha estado trabajando varios años para determinar el efecto de las características del subsuelo sobre los caminos de concreto. Se está analizando los suelos y al mismo tiempo llevando una lista de las condiciones de los caminos. La investigación no ha progresado lo suficiente para hacer un informe sobre ella.

El año pasado el profesor Q. C. Ayres del Colegio del Estado de Yowa hizo un estudio de los suelos de «loess» que forman la región noroeste de Yowa e informó sobre ellos. Aconsejó la extracción de este suelo en los lugares malos y su reemplazo por buen suelo superficial.

Colorado está trabajando en cooperación con el Bureau de Caminos Públicos de los Estados en un estudio sobre subsuelos co-

menzados en 1925. En este estudio se están coordinando los análisis de los suelos con las condiciones de los caminos, de concreto. Para una construcción nueva se están verificando ensayos a lo largo del trazado propuesto y donde se tiene una contracción mayor que 5%, se está tratando el suelo correspondiente con una mezcla de arena generalmente de 4 pulgadas de espesor, la cual se mezcla con la superficie de la subrasante.

Minnesota está realizando los ensayos usuales de los subsuelos de todos sus nuevos caminos. Se están sacando muestras a intervalos de 1/4 de milla, se están verificando observaciones en el terreno; además se están determinando los costos de mantenimiento en cerca de 200 millas de su sistema de caminos. Se está usando marga en los suelos arenosos y petróleo sobre los suelos de arcilla gruesa antes de colocar la grava.

California ha prestado considerable atención al estudio de los subsuelos desde 1921 fecha en que se hicieron los ensayos de Pittsburgh. Se verifican ensayos tanto en el terreno como en el laboratorio para todos sus trabajos. Se usa aislar los pavimentos de una arcilla inadecuada por medio de una capa de 6" de espesor de arena o grava. Los suelos sufaltosos se cubren con una gruesa capa de petróleo asfáltico sobre el cual se le coloca arena para evitar las huellas. Hasta aquí los resultados parecen justificar las precauciones tomadas. En los suelos alcalinos, las muestras se toman hasta una profundidad de 2 a 3 pulgadas de la superficie que es donde se produce la mayor concentración de materias alcalinas. La Comisión de Caminos de California usa solamente dos ensayos para basar sus decisiones. Estos ensayos se refieren a los equivalentes de contracción y de humedad, se usan los standars del señor A. C. Rose.

El estado de Washington hace variar las dimensiones de los pavimentos según las distintas condiciones de los suelos.

Posiblemente otros Estados verifican actualmente investigaciones sobre subsuelos pero tales informaciones no las tenemos a mano.

Resumen

Para hacer un resumen breve de los progresos efectuados hasta ahora tanto en las investigaciones de laboratorios como en los ensayos en el terreno mismo para tratamiento de dichos subsuelos, mencionaremos únicamente los rasgos más importantes:

1.º Ha habido un notable avance de nuestras ideas acerca de la clasificación de los suelos. La clasificación establecida por el Bureau de Suelos complementada por la del Bureau de Caminos Públicos es la más adelantada de todas las hasta aquí propuestas.

2.º La indicación de Mc. Kesson de que se pueda ahorrar bastante dinero por medio de ensayos y planes previos efectuados en el laboratorio antes de emprender experiencias directas en el terreno.

3.º Es muy satisfactorio saber que 6 u 8 Estados están tratando de aprovechar los conocimientos hasta ahora existentes sobre la materia.

4.º Las experiencias deducidas de varias fuentes han demostrado que la sub-bases porosas reducen efectivamente los efectos perjudiciales de las subrasantes compuesta de suelos inadecuados. Como prueba de esto se puede mencionar que la proporción de grietas de los pavimentos de concreto colocados sobre bases porosas es menor que la mitad de la proporción de grietas de los mismos pavimentos sobre suelos gruesos arcillosos.

5.º Las mismas experiencias corroboran el hecho de que las mezclas de cal o cemento con los subsuelos no son prácticas y son inadecuadas para los pavimentos rígidos.

6.º El profesor Strahan recomienda en sus especificaciones para un buen suelo superficial (Top soil) para caminos de la clase A, que la arcilla no debe de exceder del 18% y que el cieno no debe ser mayor de 15% y que la proporción total de arena debe estar comprendida entre el 65 y el 80% obteniéndose de este modo un material resistente a la acción del agua.

7.º Se ha descubierto que para una carga unitaria dada la profundidad de la penetración varía en proporción directa a la raíz cuadrada del área cargada. Esta es

una información muy valiosa para los ingenieros proyectistas.

8.º Se ha reconocido que es posible remover el agua en estado libre del camino siempre que se procure atender los detalles y también se ha reconocido el hecho de que dicha atención debe continuarse en forma constante durante todo el tiempo de mantenimiento.

9.º Se han ampliado los conocimientos acerca del excurrimiento del agua capilar en los suelos llegándose a la conclusión de que tiene un excurrimiento más rápido cerca del nivel de la napa subterránea y que dicho excurrimiento se verifica en condiciones de menor velocidad a medida que la distancia desde la fuente de abastecimiento se incrementa. Que la cantidad de agua capilar contenida de un suelo decrece a medida que la distancia desde la fuente de abastecimiento se hace mayor. Se ha llegado a determinar también, considerando la relación entre agua capilar y arcilla contenida en un suelo, que cuando la humedad capilar es mayor de 28%, tal suelo debe considerarse como sospechoso.

10. Se ha puesto en evidencia el hecho que los pavimentos desplazados por la acción del hielo o hinchamiento del suelo experimentan un movimiento cíclico hacia arriba y abajo varias veces sin experimentar la producción de grietas y cuando las condiciones vuelven a ser las mismas el pavimento vuelve a tomar su posición primitiva.

11. Los límites establecidos por el señor Rose de 5% para el aumento de volumen y el equivalente de humedad igual a 20%, parecen ser satisfactorias en la práctica en aquellas partes en que se han usado.

12. Se ha puesto en evidencia la utilidad del papel alquitranado como agente impermeable cuando se colocan en las sub-bases para evitar que los suelos absorban el agua para el fraguado de un concreto fresco evitando la producción de grietas.

13. Se ha determinado la utilidad del factor de filtración para indicar cuales suelos se pueden drenar y cuales nó por medio de drenes de tubos o de piedras.

14. También se ha puesto en evidencia la posibilidad del desarrollo de un ensaye (Slaking) que sirva de guía a los Ingenieros para el cuidado y mantenimiento de

las bermas y taludes de cortes y cunetas.

Otras necesidades requeridas. 1.º Una investigación más cuidadosa de los inconvenientes de efectuar cortes para la compensación entre cortes y terraplenes. Existe el peligro de efectuar dichos cortes en los buenos suelos superiores, estableciendo la subrasante en los suelos de inferior calidad encontrados en la región.

2.º Se requiere un mayor cuidado en los trazados sobre regiones de malos suelos. Por ejemplo, se puede tener el caso de la ubicación de un trazado de un camino haciendo un corte cerca del pie de un talud donde seguramente se producirán deslizamiento o rodados cuando se descuida la estabilidad existente.

3.º Se deben hacer observaciones más completas en las condiciones de subsuelos, detalles de construcción y mantenimiento en una longitud considerable de camino

pavimentado tanto como en los buenos como en los malos suelos con el objeto de poder determinar con exactitud los costos reales que significan los malos suelos.

4.º Es necesario disponer en cada Departamento de Camino de un buen Ingeniero con práctica en el estudio de suelos para estudiar las condiciones de ellos a fin de informar sobre la materia en cualquiera de las obras de caminos que se emprendan.

5.º Es preciso desarrollar una medida simple para determinar el valor de la resistencia de los suelos de fundación.

6.º Se hace necesario la adopción de un método simple para determinar la cantidad de humedad a lo menos a una profundidad de 2 pies debajo del pavimento de los suelos compuesto de arcillas pesadas.

F. H. E.

(Traducido por F. G. Leighton D.)

Pavimentos de clase superior

Cómo proyectar y construir pavimentos de clase superior para carreteras rurales muy transitadas. Elección de materiales propios para su construcción.

Por E. W. JAMES

Jefe de la División de Proyectos de Carreteras de la Oficina de Caminos Públicos del Gobierno Federal de los Estados Unidos.

(De «Ingeniería Internacional»)

Este artículo comprende, de manera necesariamente breve, la iniciación de un sistema de carreteras de los tipos de superficies más costosos y más duraderos comúnmente llamados pavimentos. Al construir un sistema nacional de carreteras, *pari passu*, partiendo de las condiciones de desarrollo primitivas del país, hasta llegar al tráfico tan denso como el que tienen los países más adelantados, veremos que es cuestión de tiempo tener finalmente que construir los tipos de pavimentos que describimos aquí. El curso en la construcción de caminos, pudiera seguirse económicamente, apeándose muy de cerca a la se-

rie de operaciones descritas en nuestros artículos. Pero, en realidad, nunca podremos seguir tal curso a causa de que el desarrollo de nuestras carreteras está atrasado respecto al tráfico que tenemos. Por lo tanto, algunas de las construcciones, aun en un sistema de carreteras recientemente proyectado, deben ser de los tipos mejores, que representen la mejor clase final de pavimento que conozca el ingeniero.

Cuando el tránsito de vehículos por día pasa de 1.500, incluyendo 100 o más camiones de 3 a 5 toneladas, cualquier tipo de pavimento resistente está justificado.

Entre la lista de pavimentos, en la cual

pueda elegir el ingeniero de carreteras, hay diversas formas de hormigón de cemento portland, hormigón asfáltico, enladrillado y adoquinados. Pudiendo estos pavimentos, con excepción de los de hormigón de cemento, construirse sobre bases muy diversas. En consecuencia hay muchas clases de pavimentos donde elegir, con la circunstancia de que hay numerosos tipos de pavimentos con patente que no son sino variaciones de los de tipo normal.

Los estudios originales para proyectar un sistema nacional de carreteras, descubrirán algunas zonas que desde luego requieran el tipo más perfecto de construcción, o bien que el aumento de vehículos exija la reconstrucción del pavimento de clase inferior existente, aprovechándose de él todo lo posible al construir el pavimento de tipo mejor. La primera condición que debe tenerse presente al hacer la elección de un pavimento es que satisfaga las exigencias existentes. Esta última condición limita frecuentemente la elección, y sirve para determinar si se obtendrán las ventajas mayores y el servicio más económico. Las tres clases generales de pavimentos resistentes son: Hormigón asfáltico, hormigón de cemento y adoquines o ladrillos. En el programa de construcción de carreteras en los Estados Unidos, según la ley federal sobre caminos, el número de kilómetros de las clases dichas puede servir de indicación para gran número de ingenieros que hayan trabajado en la mayor variedad posible de condiciones. Según ese programa los pavimentos construídos están distribuídos como sigue:

SISTEMAS DE PAVIMENTOS CONSTRUÍDOS CON AYUDA FEDERAL

Hasta el 30 de Septiembre de 1927

	<u>Kilómet.</u>
De hormigón asfáltico,.....	3.818
De hormigón de cemento portland.	23186
Con enladrillado.....	1152

Debe suponerse que en otros países los pavimentos construídos no estén en la misma proporción. En Francia y en Inglaterra la relación es distinta, en esos dos paí-

ses los pavimentos de las carreteras rurales representan un número de kilómetros pequeño y los pavimentos de asfalto y los de adoquines son preferidos a los de hormigón. En regiones como en la América Latina, donde no se dispone de carbón y el petróleo sí es abundante, pudiendo aun ser mucho más abundante en el porvenir, es probable que las consideraciones económicas sean las que determinen el tipo de construcción que más convenga, siendo diferentes los resultados de los obtenidos en los Estados Unidos.

En todo caso los principios económicos son los que deben prevalecer, teniendo presente que las clases de pavimentos que hemos mencionado cualquiera de ellas se puede proyectar y construir para obtener pavimentos serviciales. El ingeniero debe estudiar las condiciones locales y hacer sus estimaciones cuidadosamente para determinar que tipo de pavimento debe preferirse.

El hormigón asfáltico difiere físicamente del macadam asfáltico, en que los ingredientes, o sea lo que se agrega al asfalto, la arena, piedra o ambas cosas, están perfectamente graduados según sus dimensiones y se mezclan con el cemento asfáltico antes de extender el pavimento sobre la base preparada para recibirlo.

El macadam asfáltico, tal como lo hemos descrito previamente, consiste de macadam de piedra al que se agrega el asfalto después de extendida y comprimida la piedra, por lo que se le ha dado el nombre de macadam por penetración. Por otra parte las dimensiones de las piedras, en este caso, son graduadas solamente para obtener cierto grado de unión mecánica.

Los pavimentos de hormigón asfáltico pueden subdividirse en tres grupos, según las dimensiones del agregado: Pavimentos con agregado que pasa por un tamiz de 4 mallas por centímetro; con agregado graduado conteniendo partículas que pasan por mallas de 13 milímetros y no pasan por mallas de 6 milímetros, además de arena y finalmente piedra graduada y arena, cuyas dimensiones varían desde 38 milímetros hasta partículas de polvo.

Un ejemplo del primer grupo es el pavimento de lámina de asfalto, tan comúnmente usado en muchas ciudades, y otros

muchos tipos de este mismo pavimento con patentes, ideados con el fin de reducir el coste de construcción. El segundo grupo está representado por los pavimentos construidos según las especificaciones Topeka, en las que el 25 por ciento del agregado consiste de piedra de dimensiones desde 13 hasta 6 milímetros, más arena también graduada como para los pavimentos normales de asfalto. En este grupo están comprendidos los pavimentos hechos según las especificaciones del Distrito de Columbia; los pavimentos llamados Amiesite, Vensonite y otros que se preparan con agregados semejantes de grava; una clase de pavimentos, que actualmente se está desarrollando en los Estados del oeste de los Estados Unidos compuesta de una mezcla de grava o piedra triturada, que si da buenos resultados podrá considerarse comprendida en este grupo; y, finalmente los pavimentos hechos con agregados de una mixtura de piedra y arena cuidadosamente graduada, teniendo la piedra dimensiones hasta de 38 milímetros. Actualmente no hay en uso pavimento alguno de esta clase, que incuestionablemente no esté representado por el pavimento con patente llamado Warrenite-Bitulítico.

Todas las mixturas de hormigón asfáltico se hacen y dependen del principio de la estabilidad interna. Esto es, que los materiales que componen el agregado estén separados por tamaños, y que los huecos que quedan entre los más grandes se llenen hasta donde sea posible con los de menor tamaño. Los huecos que quedan de tal combinación se llenan con el material cuyas dimensiones son las menores siguientes y así sucesivamente hasta que todos los huecos quedan teóricamente llenos. El material asfáltico se agrega en cantidades suficientes para revestir todas las partículas, evitando que se muevan unas respecto de otras. En la práctica es casi imposible conseguir a un coste razonable llenar todos los huecos y en muchas de esas mixturas unos omiten la piedra de mayores dimensiones y otros omiten la de dimensiones finas. Algunos otros confían en el cemento asfáltico más rígido, que sea el que llene los huecos que hayan quedado vacíos y a la vez mantenga las partículas en su posición. El ejemplo típico de esta clase

de pavimentos es sin duda el pavimento de lámina de asfalto. En este pavimento la mixtura se compone enteramente de arena que puede pasar por tamiz con 4 mallas por centímetro, material mineral henchidor, que pase por tamiz de 80 mallas por centímetro y cemento asfáltico. La densidad teórica o peso específico de esa mixtura sin huecos puede ser de 2,26 a 2,20; en la práctica debe obtenerse la densidad de 2,20 lo que indica que los huecos dejados en el producto final, tal como quedan después de pasado el rodillo aplanador, llegan a ser de 2,6 por ciento.

Respecto a la teoría de cómo proyectar esas mixturas se han escrito muchos volúmenes y sin duda que hoy día nuestros conocimientos son completos. En un artículo como éste sería imposible hacer una descripción de cómo se hacen esas mixturas, por tal motivo recomendamos que tal estudio se haga en algunos de los libros de texto que hay sobre tal asunto.

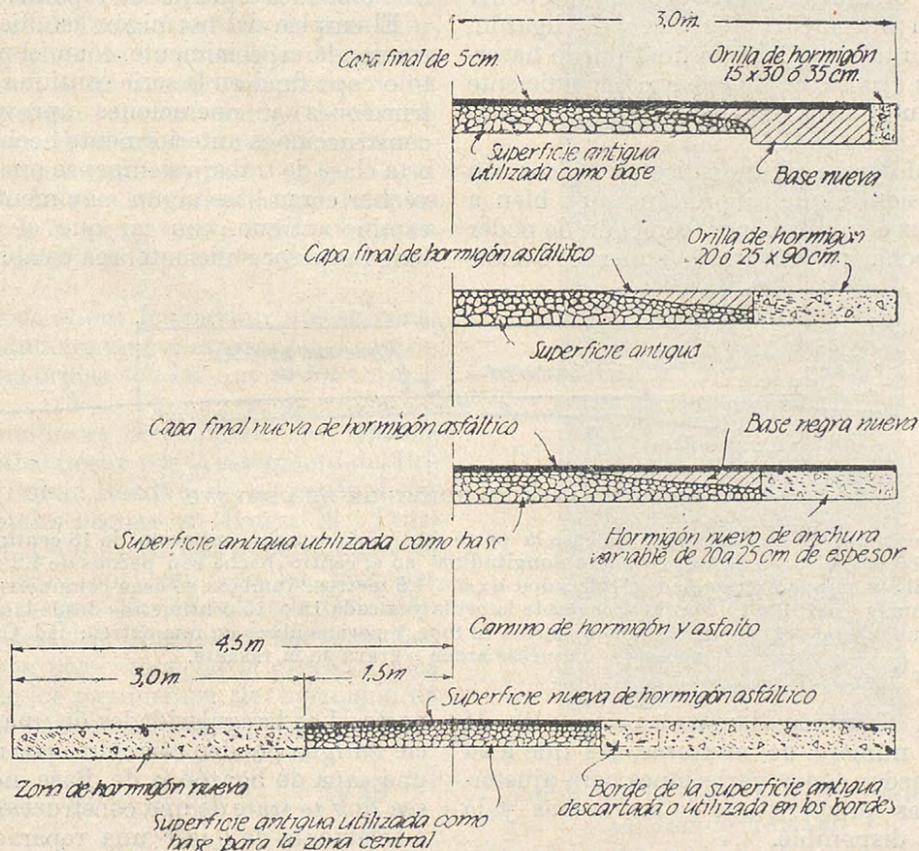
El pavimento típico de hormigón asfáltico se extiende sobre una base adecuada, pues él en sí tiene poca o ninguna resistencia y debe tener constantemente un buen apoyo. Las bases acostumbradas son de dos clases, las rígidas y las no rígidas. Las rígidas generalmente se hacen de hormigón de cemento portland; pero pueden también consistir de algún pavimento antiguo de hormigón, o algún buen enladrillado, o un buen adoquinado antiguo que pueda aprovecharse. Si la base se construye de nuevo, deberá hacerse de 15 centímetros de espesor, y, si las condiciones del suelo no son favorables el espesor deberá aumentarse.

Las bases no rígidas pueden consistir de macadam hidráulico, piedra apretada y aplanada con rodillo, grava de diversas clases, o cualquiera otro material tal como caliche, tepetate, esquisto, margas de buena clase y en general cualquiera clase de material que no se deslíe, que sea impermeable y capaz de poderse poner compacto. Materiales tales como las margas, conchas y rocas calizas suaves, que son poco duras, cuando están secas, pueden servir de base para los pavimentos de asfalto por quedar cubiertos y protegidos por la misma capa de asfalto. El espesor de las bases construídas con tales materiales deberá tener cuan-

do menos 20 centímetros después de haber sido apretadas para quedar compactas. Recordando que los pavimentos de asfalto son costosos no deben exponerse a ser destruidos por falta de soporte adecuado. Tales pavimentos sirviendo para el tráfico de automóviles modernos son excesivamente durables, y si algunas veces fallan es a causa

tura de hormigón asfáltico preparado según los mismos principios que el pavimento de asfalto, pero hecha con menos cuidado y atención.

La Base negra debe tener por lo menos 10 centímetros de espesor en condiciones favorables de clima y terreno, y cuando se le puede poner una subbase de grava o pie-



CÓMO UTILIZAR LAS SUPERFICIES DE CAMINOS ANTIGUOS

Las secciones transversales indican cómo utilizar, según la práctica mejor, los pavimentos o superficies de caminos antiguos, con una combinación adecuada de hormigón de cemento y hormigón asfáltico

de que tienen soporte insuficiente y no porque realmente se desgasten. Es, por lo tanto, una falsa economía reducir el espesor de las bases de los pavimentos de asfalto, sean éstas rígidas o no rígidas, a espesores tales que no aseguren la duración de los pavimentos. Otra forma de base no rígida, que se emplea mucho, es la llamada «Base negra». Esta consiste de una capa de mix-

dra, de 10 centímetros de espesor, su eficacia es mucho mayor pudiendo reducirse su espesor sólo a 8 centímetros.

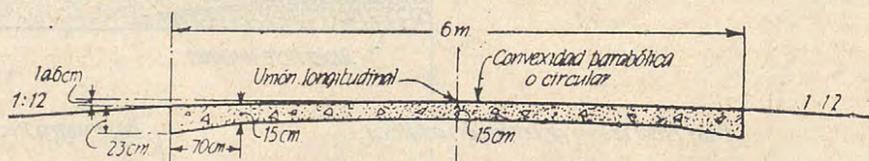
En la construcción de pavimentos de lámina de asfalto o de mixtura de Amiesite es práctica casi universal poner entre la base y el pavimento una capa intermedio que sirva de ligazón. Tal capa es casi idéntica en composición a la Base negra, y sir-

ve para obtener una superficie plana y uniforme, sobre la cual se extiende la lámina de asfalto, reduciendo la necesidad de aumentar el espesor de esta última capa que es la más costosa, uniéndola a la vez con la base más firmemente. En caso de que el hormigón asfáltico contenga partículas de piedra más grandes que la lámina de asfalto o Amiesite, no se acostumbra poner la capa intermedia que sirve de ligazón, pues en tal caso la capa final puede hacerse más gruesa, dejándole espesor suficiente para que pueda resistir los efectos del tránsito.

Aquí damos algunos diseños típicos con dimensiones, que se prestan muy bien a diversas combinaciones, con el fin de poder aprovechar pavimentos o superficies exis-

ciones portátiles, aparatos distribuidores, rodillos aplanadores y gran variedad de herramientas. Los pavimentos de asfalto son susceptibles de reparaciones y para esto es necesaria otra clase de maquinaria y aparatos, entre los cuales mencionaremos el calentador de superficies por medio de una gran campana, aparato indispensable en casi todos los trabajos de reparación.

El empleo del hormigón asfáltico se recomienda especialmente, como el pavimento o capa final en la serie continua de construcciones y operaciones aprovechando construcciones anteriormente hechas. Para esta clase de trabajo siempre se puede aprovechar como base algún pavimento de un camino antiguo, con tal que el material tenga espesor suficiente, sea estable y com-



SECCIÓN BATES DE HORMIGÓN DE CEMENTO

En los caminos de tráfico pesado hágase la parte central de espesor uniforme de 18 centímetros. El hormigón de 1: 1½: 3 o 1: 2: 3. La unión longitudinal en el centro hecha con pernos de 1,2 metros de largo, libres en una extremidad y colocados a cada 1,5 metros. También se usan comúnmente barras de 19 mm. a cada 10 o 15 centímetros desde la orilla y a cada 13 o 15 centímetros desde la superficie. En las uniones de expansión se ponen barras al tope y pernos libres en una extremidad. Cuando sea necesario empleese arena o grava en la rasante.

tentes. También damos las fórmulas de cierto número de mixturas, las que a su vez pueden tener variaciones para ajustarlas a las características de las arenas y la piedra disponible.

El hormigón asfáltico debe prepararse y extenderse con sumo cuidado. Sus ingredientes deben suministrarse por peso y ser mezclados perfectamente después de haberlos secado y calentado. La temperatura a la que debe extenderse el hormigón asfáltico varía algo, pero en la mayoría de los casos esa temperatura debe estar comprendida entre 93 y 163 grados C. en el momento de ponerlo sobre la base. La distribución y aplanado debe hacerse con mucho esmero y cuidado, procurando obtener la comprensión mayor posible.

La construcción de los pavimentos de asfalto ha desarrollado gran variedad de equipos, que consisten de grandes instala-

pacto. Las irregularidades de una superficie antigua pueden corregirse por medio de una capa de ligazón o de Base negra, ya sea que se trate de una construcción nueva o solamente de hacer una reparación. En general las superficies de todos los caminos antiguos, aún cuando estén muy desgastados e irregulares, pueden aprovecharse para construir sobre ellas una capa de hormigón asfáltico, pavimento que tiene gran duración y es susceptible de reparaciones, por eso es que el hormigón asfáltico es la clase de pavimento más satisfactorio como capa final o revestimiento de caminos, sin atender a lo que haya precedido.

El pavimento de hormigón de cemento de portland, sin duda que recientemente, está siendo el preferido para la construcción de carreteras rurales. A pesar de ciertos defectos que parecen inherentes y que aún no han podido ser corregidos, esta cla-

se de pavimento es la preferida de los ingenieros por la homogeneidad de las construcciones y el detalle importante de la exactitud con que pueden realizarse. Como consecuencia de eso, es para esta clase de pavimentos que se han hecho la mayor parte de los estudios relativos a choques, desgaste, efectos del tránsito, distribución de esfuerzos e influencia de las condiciones del subsuelo. Como resultado de tales estudios el pavimento de hormigón de cemento portland se ha tomado, no precisamente como tipo, pero sí como unidad de comparación para determinar la resistencia al soportar determinadas cargas.

En los últimos seis años los pavimentos de hormigón de cemento han sufrido un cambio notable por cuanto a cómo proyectarlos.

Antes de ahora, los pavimentos se construían dándoles mayor espesor en el centro, ahora sus orillas son las que se hacen más gruesas.

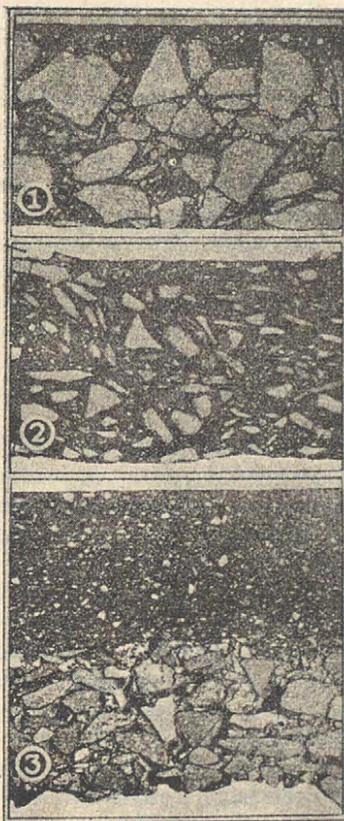
Tal cambio es el resultado del análisis matemático hecho por Westergaard del Bureau of Public Roads y de las pruebas experimentales hechas en Bates, Ill., Pittsburgh y California. Los experimentos de Bates dieron por resultado las fórmulas propuestas por Mr. Older de la Comisión de Carreteras de Illinois. Dichas fórmulas, que sirven para proyectar el grueso de las orillas de los pavimentos de hormigón de cemento, son las siguientes:

$$\text{Espesor en las orillas} = e = \sqrt{\frac{3p}{m}}$$

$$\text{Espesor en el centro} = c = 0,7e.$$

En estas fórmulas, p es el peso o carga sobre las ruedas; m es el módulo de la ruptura; e es el espesor del pavimento en sus orillas laterales, y, c es el espesor del mismo en su centro. Estas fórmulas conducen a proyectos que generalmente pueden expresarse así: 9—6—9; 9—7—9; 10—8—10; etc., equivalentes al corte transversal que damos aquí. Como se sabe es muy posible concertar ciertas proporciones de los ingredientes del hormigón para que éste resulte de la resistencia deseada, y, conociendo la resistencia del hormigón se pueden aplicar las fórmulas de Older para determinar el

espesor que deba tener el pavimento por construir. Como se vé, ninguna otra clase de pavimento puede construirse con la exactitud como el de hormigón de cemento.



CORTE DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN ASFÁLTICO TAMAÑO $\frac{3}{4}$

1. Sistema Warrenite Bitulítico, hormigón asfáltico de agregado grueso.
2. Sistema Topeka, hormigón asfáltico de agregado fino.
2. Sistema normal, capa de asfalto con arena sobre una ligazón.

Los estudios continuos y fructíferos, hechos durante muchos años sobre las mezclas mejores; indican que el hormigón de buena calidad no puede obtenerse por métodos empíricos. En general existe la tendencia a cambiar el método de proporcionar los ingredientes, midiéndolos por su peso y no por su volumen. Tal cambio ha sido recomendado por el Comité de Normas de la American Association of State Highway Officials y es en sí un adelanto

positivo en las obras de hormigón de todas clases. Antiguamente las mezclas más acostumbradas para el hormigón se hacían según las proporciones, 1—2—4; 1—2—3; 1—1½—3. Según los métodos nuevos, en los que se llevan en cuenta el volumen de la arena húmeda, la contracción del agregado tosco y el efecto de la proporción del agua, no es posible emplear constantemente una misma proporción, aún en una misma obra. El ingeniero encargado de las obras debe estudiar los materiales que emplea y así proyectar la mezcla que produzca los resultados deseados. Este asunto, así como el estudio de las mezclas de hormigón asfáltico, nos sacaría de los límites que debe tener este artículo, por lo que quienes deseen mayores datos sobre tal asunto deben buscarlos en los informes técnicos que hay disponibles». (1).

Los pavimentos de hormigón de cemento, cuando se construyeron por primera vez, se les consideraba como realmente monolíticos, pero bien pronto se comprendió que las planchas de hormigón se agrietan a pesar de todos los medios que se han puesto en práctica para evitarlo. En vista de esa tendencia a agrietarse, inherentes a las grandes planchas de hormigón, actualmente se construyen los pavimentos, formando una serie de planchas de hormigón unidas entre sí por medio de uniones especiales. La buena práctica ha enseñado que en todo pavimento de más de 5 metros de anchura, construido con planchas de hormigón, debe ponerse una unión central, y en los pavimentos de 3 ó 4 zonas las uniones longitudinales deberán colocarse distantes entre sí 3 metros, sirviendo de separación entre dos zonas contiguas. Para evitar los movimientos de deslizamiento en las uniones de las planchas contiguas, se unen éstas por medio de pernos de barras de acero o por otros medios mecánicos adecuados.

En los pavimentos de hormigón de cemento sin refuerzo alguno, las uniones transversales pueden omitirse, excepto en casos en que tengan algún propósito; pero si el pavimento es de hormigón reforzado

con tela de alambres o con barras de acero el refuerzo debe interrumpirse a cada 18 metros, poniendo uniones de expansión en cada una de esas interrupciones. Las barras de acero longitudinales deberán prolongarse, atravesando la unión o al menos deberán ponerse algunas barras que atraviesen toda la unión. Dichas barras deberán quedar fijas en una de sus extremidades y sueltas en la extremidad opuesta, para permitir los movimientos de contracción y dilatación. Para reforzar las planchas de hormigón generalmente se emplean de 20 a 30 kilogramos de acero por metro cuadrado de pavimento de 6 metros de ancho.

Según lo que hemos dicho antes, el pavimento de hormigón de cemento no es el pavimento final, pues hasta ahora no es adaptable a ser reparado convenientemente con hormigón. Afortunadamente estos pavimentos no necesitan ni debieran necesitar muchas reparaciones si han sido convenientemente construidos, y sin duda que en el porvenir, cuando su construcción sea perfeccionada, tendrán duración media mayor de la que tienen ahora. Pero cuando estos pavimentos requieren aunque sea una reparación ligera, es preferible hacerla con materiales asfálticos. El empleo de cementos de fraguado rápido como el alumita y otros pudieran ser utilizados, dando mejores métodos de reparación. En aquellos casos en que un pavimento de hormigón llegue a estar profundamente agrietado en todas direcciones, pudiera aprovecharse, colocando sobre él una capa de hormigón asfáltico, o una nueva capa de hormigón de cemento. La unión entre el pavimento viejo y el nuevo se puede hacer impermeable por medio de una capa gruesa de pintura de alquitrán caliente bien extendido con escoba, construyendo sobre esa capa el pavimento nuevo de 10 centímetros de espesor reforzado convenientemente. Trabajos de esta naturaleza pocos relativamente se han hecho hasta ahora.

El hormigón de cemento de por sí no se adapta al aprovechamiento de otras superficies preexistentes. Es raro que alguna vez sea económico poder aprovechar superficies de grava o piedra para servir de agregados al hormigón; lo más que puede hacerse con tales materiales es graduarlos,

(1) Véase INGENIERÍA INTERNACIONAL, tomo VIII, números 5 y 6, Noviembre y Diciembre de 1922. Preparación científica del hormigón, por H. C. Boyden.

distribuirlos y pasarle la aplanadora para con ellos mejorar las condiciones de la subrasante, o amontonarlos a los lados del camino por medio de una explanadora de vertedera, para con ellos construir los bordes del camino contra el pavimento nuevo de hormigón.

La conservación en buenas condiciones de los bordes adyacentes a los pavimentos de hormigón generalmente es difícil, y el empleo de grava o piedra usada, que pueda aprovecharse en esos trabajos, es realmente de tomarse en cuenta.

Antes de pasar al estudio de los pavimentos de enladrillado o de adoquines, debíamos llamar la atención sobre otros proyectos, en los cuales el hormigón asfáltico y el hormigón de cemento portland entran en la reconstrucción de carreteras o en la construcción de un tipo de pavimento avanzado respecto a cierta clase de caminos hechos con materiales más ligeros.

Uno de los usos más convenientes del hormigón es en la construcción de las orillas de las carreteras en conexión con las obras de ensanchamiento de caminos, ya sean éstas de grava, macadam hidráulico, macadam asfáltico u hormigón asfáltico. El alineamiento y pendiente de la superficie nueva debe ajustarse de manera de poder aprovechar lo más posible lo antiguo, construyéndose las orillas en posición propia para tal objeto. Su forma, como limitadoras de los caminos, debe ser tal, que su superficie quede al ras con la del pavimento. Dichas orillas deben tener 1 o 1,20 metros de anchura de acuerdo con el ensanche del camino, quedando a la vez a tal altura que formen cuerpo con la base antigua del camino ensanchado, sobre la que se extiende el pavimento nuevo. Tal forma de reconstrucción se muestra mejor por ilustraciones. Una vez construídas las orillas del camino se procede a la reconstrucción del pavimento antiguo, para lo cual, si es necesario, se construye nueva base entre la base antigua y las orillas, y en seguida se cubre con material asfáltico toda la base de orilla a orilla. La elevación de las orillas nuevas generalmente debe ser de 2 a 3 centímetros menor que la elevación del centro del camino, consiguiéndose con esto, que la convexidad del total se pueda arreglar convenientemente, sea cual

fuere la convexidad previa que haya tenido el camino. Una variación en esta clase de reconstrucción produce un camino de tres zonas, teniendo dos zonas laterales de hormigón de cemento, permaneciendo entre ellas la zona central, a la que se aplica material asfáltico en alguna forma. Damos dicha ilustración mostrando en corte una carretera de tres zonas.

El tercer tipo general de pavimento que debemos considerar es el de enladrillado o de adoquines.

Los principios de construcción de este tipo son los mismos, ya sea que se trate de ladrillos, adoquines de granito o de cualquiera otra clase de bloques para pavimentos. En todo caso el ladrillo adoquín o bloque debe considerarse como material para pavimento y para colocarlo debe prepararse una base de cimiento adecuado. Las bases para esta clase de pavimentos se hacen generalmente de hormigón de cemento o cualquiera otra construcción semejante. La base deberá construirse desde un principio plana y pareja para poder recibir los bloques, adoquines ó ladrillos, y si éstos tienen algunas irregularidades, será necesario buscar los medios de corregirlos. El medio de corrección más común consiste en extender sobre la base una capa de arena de 2 a 3 centímetros de espesor que sirva como de cojín, sobre el que sentar los ladrillos o adoquines. Tal cojín se ha hecho de diversos materiales, especialmente tratándose de enladrillados, se ha hecho de una mezcla de arena y hormigón, de arena gruesa solamente, de astillas de piedra, de piedra finamente triturada y de mezcla de arena y rsfalto.

Los partidarios de los enladrillados recomendaban, hace algún tiempo, la construcción monolítica, en la que se emplea un cojín de arena y cemento sobre el que se asientan los ladrillos, emparejándolos con rodillo aplanador y en seguida se vierte agua, y las uniones entre los ladrillos se llenan de mortero fino de arena y cemento. Tal tipo de construcción nunca llegó a dar resultados satisfactorios, pues en caso de tener que reconstruir esos pavimentos los ladrillos no pueden ser aprovechados, y se ha encontrado que, si los ladrillos se pueden quitar sin romperlos, su valor como aprovechamiento es mucho más alto en los

pavimentos que se hayan desintegrado.

Por lo tanto según la práctica actual, los ladrillos, adoquines o bloques se asientan directamente sobre una capa o cojín de arena y mastique, se emparejan con rodillo aplanador, y se rellenan las uniones con material asfáltico especialmente preparado para esta clase de construcciones. Esta última operación sirve para hacer el pavimento impermeable y dar firmeza a los bloques o ladrillos.

Si algún camino antiguo puede aprovecharse como base adecuada, el enladrillado puede ser un buen pavimento en la serie de mejoras sucesivas por las que pueden pasar muchos kilómetros de caminos bien proyectados; pero, en general, no deben construirse enladrillados sobre bases que no sean rígidas y que tengan espesor menor de 20 centímetros; pues, para que una base de enladrillado sea buena, deberá tener un espesor equivalente a una capa de hormigón de cemento de 15 centímetros de espesor.

Otro de los tipos de pavimentos hechos con bloques que debemos considerar aquí, es el de adoquines de granito, llamado algunas veces pavimento de adoquines belgas, por ser Bélgica donde se usó por primera vez esa clase de construcción.

El pavimento hecho con adoquines es quizás el más costoso de todos, y por tal motivo muy poco se usa en los caminos rurales de los Estados Unidos. Los adoquines de granito deben considerarse como material para la superficie de los pavimentos y deben asentarse de manera que puedan aprovecharse cuando por algún motivo se levantan. En muchas ciudades americanas, gran número de pavimentos de adoquines de granito han sido levantados, utilizando de nuevo los adoquines después de ser relabrados. En general los pavimentos de adoquines se proyectan como los de enladrillado; es decir, se les pone una base adecuada y una capa de arena sobre la base, que sirva de cojín asentando en ella los adoquines como en el caso de los ladrillos. Algunas veces suelen llenarse las uniones con una mezcla de alquitrán y grava fina, y otras veces las uniones se llenan con mortero de cemento. Este último procedimiento impide aprovechar los adoquines después de ser levantados.

Cualquier pavimento de adoquines, cuya superficie no sea ya satisfactoria, puede utilizarse como base para pavimento de hormigón asfáltico.

Al terminar este artículo nos parece oportuno insistir sobre la manera como hemos visto el proyectar y construir un sistema nacional de carreteras: Al presente, ningún país puede emprender la construcción de un sistema nacional de carreteras sin considerar muy esmeradamente las exigencias o demandas del tráfico. El tráfico, tal como es al presente en algunas localidades, prohíbe económicamente el uso de algunos tipos de caminos, que eran de uso general antes del advenimiento de los vehículos modernos. Cualquiera construcción que se haga, deberá proyectarse teniendo la mirada en el porvenir, con la seguridad de que más tarde será necesario perfeccionar o mejorar el tipo de construcción. Las ventajas del alineamiento y pendientes permanentes siempre deberán tenerse presentes al hacer los proyectos aun para las obras iniciales y más baratas. Deben estudiarse los materiales de las localidades y los proyectos deben hacerse de manera de utilizar esos materiales. Las carreteras debieran construirse del tipo y extensión que paguen su valor por sí mismos. Sobre las exigencias transitorias y las condiciones políticas, deben prevalecer en los proyectos los principios técnicos de economía y subvenciones justas.

ANÁLISIS N.º 1

LÁMINA DE ASFALTO

Material para la capa que sirve de liga: Por ciento	
Pasa por mallas de 25 y es retenido en mallas de 13 milímetros	15 a 65
Pasa por mallas de 13 y es retenido en mallas de 2,5 milímetros	20. » 50
Pasa por mallas de 1,3 milímetros	15 » 35
Arena para la superficie:	
El total pasa por malla de 1,3 milímetros.....	100
El total pasa por mallas de 1,3 milímetros y es retenido en tamiz de 15 mallas por centímetro.....	12 a 50

Pasa mallas de mm.	No pasa mallas de mm.	
1,3	0,6	2 a 15
0,6	0,4	5 » 15
0,4	0,3	5 » 25
0,3	0,25.....	5 » 30
0,25.....	0,16.....	5 » 40
0,16.....	0,06.....	20 » 40
0,16.....	0,12.....	6 » 20
0,12.....	0,06.....	10 » 25
El total pasa por malla de 0,06 milímetros.....		0 » 20
Rellenador mineral.....		6 » 20
Cemento asfáltico.....		9½ » 13½

ANALISIS N.º 2

HORMIGÓN ASFÁLTICO CON AGREGADO GRUESO GRADUADO

Agregado grueso	Por ciento
Pasa por malla de 25 mm. no menos de.....	95
El total pasa por malla de 19 milímetros.....	25 a 75
No pasa malla de 6 mm. no menos de.....	85

Astillas de piedra para la última capa:

Pasan malla de 13 mm. no menos de.....	95
No pasa malla de 6 mm. no menos de.....	85

Agregado fino:

Pasa malla de 6 mm.	100
El total pasa malla de 0,3 mm....	30 a 70
No pasa malla de 0,06 mm. no menos de.....	90
Penetración de material asfáltico.	60 » 80

Composición de la mixtura:

Agregado grueso.....	45 » 60
Agregado fino.....	25 » 40
Rellenador mineral.....	3 » 5
Cemento asfáltico.....	6 » 8

ANALISIS N.º 3

HORMIGÓN ASFÁLTICO, TIPO TOPEKA, CON AGREGADO FINO GRADUADO

Agregado grueso	Por ciento
Para malla de 13 mm. no menos de.....	95
No pasa malla de 6 mm. no menos de.....	85
Agregado fino	
Pasa malla de 6 mm. no menos de.....	100
No pasa malla de 0,06 mm. no menos de.....	90

Composición de la mixtura

Pasa mallas de mm.	No pasa mallas de mm.	
13	6	5 a 10
6	1,3	11 » 25
1,3	0,3	7 » 25
0,3	0,16.....	11 » 36
0,16.....	0,06.....	10 » 25
0,06.....		5 » 11
Cemento asfáltico.....		7 » 11

ANALISIS N.º 4

PAVIMENTO WARAENITE BITULÍTICO

Agregado:

Pasa mallas de mm.	No pasa mallas de mm.	Por ciento
32	13,	30 a 60
13	6	15 » 25
6	1,2.....	5 » 15
1,2.....		20 * 35

El agregado que pasa por la malla de 1,2 milímetros analizado separadamente debe tener la graduación siguiente:

Pasa por malla de mm.	No pasa mallas de mm.	Por ciento
1,2	0,3	15 a 40
0,3	0,16.....	22 » 53
0,16.....	0,06.....	15 » 40
0,06.....		10 » 15
Cemento asfáltico.....		8 » 12

Métodos modernos para la conservación de caminos

Cuando se trata de mejorar o extender un sistema de vialidad, es cosa descontada que una buena parte de los caminos se deben usar en el mismo estado que naturalmente guardan; es decir, que hay que hacerlos aprovechando el mismo terreno a través del cual pasan, dándoles el perfil que les corresponde, y aplánándolos y proveyéndolos del desagüe conveniente. Al estudiar el proyecto de pavimentación o revestimiento adecuado para las vías principales, es muy de desearse que también se estudie con esmero el punto relativo a conservar en las mejores condiciones posibles los caminos secundarios o de alimentación.

Aunque en los últimos veinte años se ha concedido gran atención en los Estados Unidos a las obras de vialidad, existiendo actualmente en el país cerca de cinco millones de kilómetros de carreteras, en este total figuran todavía más de cuatro millones de kilómetros de caminos «naturales», o como también se les llama algunas veces, de caminos secundarios.

Los métodos que hasta ahora se han usado para la conservación de caminos pertenecen a cuatro tipos generales. Conforme al primero, se da a los caminos una renivelación completa una o dos veces al año con una explanadora grande, dejándolos entre tanto sin ninguna otra atención, salvo que los caminos se pongan absolutamente intransitables en ciertos parajes que demanden reparación inmediata. El segundo método es el mismo ya descrito, con la añadidura del uso, frecuente de rastras para caminos. Estas rastras se construyen a veces con maderos partidos cuyo borde o filo se deja por el lado que ha de mirar hacia adelante. Sin embargo, se puede construir un tipo de rastra mucho más satisfactorio con dos o tres cuchillas dispuestas en el sentido del borde y que por lo común se pueden guardar con ayuda de una palanca hasta dejarlas en la posición angular más conveniente para nivelar la superficie del camino. Estas rastras constituyen una valiosa adición al equipo ex-

planador general. La desventaja de las rastras es que tienden a seguir el perfil del camino, y si bien es verdad que hasta cierto punto nivelan las protuberancias y rellenan los baches, no sirven de mucho para la tarea de remover efectivamente la tierra hacia la parte central de la vía y conservar la rasante adecuada para el desahüe.

Hay una pieza de equipo mucho mejor que ejecuta satisfactoriamente dicho trabajo y otros muchos, y es la máquina conservadora de tiro de caballos, constituida sencillamente por una pequeña niveladora provista por lo general de una cuchilla de 1,83 metros de largo, y graduable a fin de poder hacer la nivelación a diferentes ángulos. Esta niveladora la maneja un solo operario que guía el tiro de caballos y va ajustando la cuchilla según lo exija la obra. Con esta pequeña niveladora se alisará la superficie del camino removiéndose las protuberancias y llenándose los baches que se hubieren formado en la vía. Al mismo tiempo este implemento moverá la tierra en cantidad considerable si se la gradúa dándole a la cuchilla la inclinación adecuada, y el hecho de que va montada sobre ruedas hace posible quitar las protuberancias que pueda tener el camino de un modo mucho más eficaz de lo que podría conseguirse con la simple rastra de cuchilla.

Sin embargo, el método que hoy se prefiere por regla general cuando se trata de llevar a cabo un programa de vialidad de importancia, consiste en el empleo de la explanadora de motor de gasolina. Con esta máquina se ejecuta un trabajo semejante al que se obtiene con la conservadora de tiro de caballos; pero, por varias razones obvias, el trabajo que ejecuta esta máquina es mejor, y además con una niveladora de motor de gasolina un solo hombre puede hacer, en las faenas relacionadas con la conservación de caminos, tanto trabajo como cinco o seis hombres provistos de conservadoras de tiros de caballos.

Esto se traduce en una economía considerable en todos los casos, y al mismo tiem-

po permite ejecutar el trabajo cuando el camino está en las mejores condiciones posibles, para llevarlo a cabo.

La explanadora de motor de gasolina esta compuesta de un bastidor con cuchilla y vertedera, provista de todo el necesario sistema de ajuste, y en ella va montado, como parte integrante de la máquina, un tractor Fordson o McCormick-Deering. Pocos son los cambios que hay que introducir en estos tractores a fin de permitir su empleo en una explanadora de motor, y en la mayor parte de los casos resulta posible separar las piezas que corresponden a la explanadora propiamente dicha y volver a armar el tractor entero para aprovecharlo como tal en las estaciones en las que no sea necesario trabajar con la explanadora. La amplia base de rodadura de esta explanadora de motor y su peso mucho más considerable le comunican aptitud para nivelar caminos y establecer rasantes; aptitud que no posee la conservadora, relativamente ligera, de tiro de caballos. La capacidad mucho más grande que posee la explanadora de motor se debe a la velocidad multiplicadamente mayor a la que puede manejarse; al hecho de que es posible tenerla trabajando de manera continua y también a la mayor anchura y longitud de la cuchilla, cuyas dimensiones usuales son 2,44, 3, 3,66 y 4,27 metros, siendo así que la longitud de las cuchillas de las conservadoras de tiro de caballo es por lo común de sólo 1,83 metros.

Aunque la explanadora de motor de gasolina no es tan eficaz para los trabajos pesados de explanación, si resulta muy práctica para limpiar zanjas y para las faenas ligeras de explanación, y también para alisar la superficie de los caminos. El empleo de equipos propulsores de bandas continuas articuladas en vez de las ruedas con llantas de goma se recomienda para los

casos en que los trabajos que se hayan de ejecutar sean más pesados.

La explanadora de motor ha tenido asimismo muy buen éxito para la remoción de la nieve en los países en que hay también que resolver este problema.

El uso de la explanadora de motor es relativamente reciente; pero se ha empleado ya por un período suficientemente largo para poder considerarla definitivamente probada y para tener sus ventajas por ciertas e indudables. Al mismo tiempo, estas máquinas se han ido perfeccionando y mejorando, y los defectos que solían encontrarse en los primeros modelos que se construyeron se han remediado, de manera que los compradores pueden hoy contar con la certidumbre de que la explanadora de motor que adquieran les prestará un servicio excelente.

Muchos son los métodos que se emplean para mantener los caminos en buenas condiciones; más sean cuales fueren, el uso frecuente de un equipo apropiado para las tareas de conservación y para mantener los caminos con la rasante que les corresponde contribuirá mucho a evitar que se deterioren las vías. Uno de los métodos que se aplica más extensamente consiste en poner ciertos caminos o tramos de caminos en manos de un solo hombre encargado del manejo de una explanadora de motor, que trabaja de continuo en el camino o en los tramos de camino que se le hayan confiado, manteniéndolos en las mejores condiciones posibles.

Gracias a la eficaz ayuda de las explanadoras de motor usadas en conexión con el mantenimiento de caminos, se ha mejorado en los últimos diez años cuando menos en el 100 por ciento la condición que en los Estados Unidos guardaban los caminos secundarios o naturales.

Tratamiento superficial de calzadas de Macadam y Grava

Un tópico importante discutido a la luz de la economía y la práctica

Por **JOHN N. MACKALL**

Ingeniero Jefe, Departamento de Caminos de Maryland.

(De la revista «Good Roads».—Mayo de 1926)

Traducción de la Secretaría del Congreso Permanente Panamericano de Carreteras.

No debería haber tema de más interés que este. Si se le hubiera prestado atención hace quince años o solo hace diez años, muchos millones de dólares se hubieran ahorrado al contribuyente y habría hoy muchos cientos de millas de caminos transitables más que los que hay. Es poco menos que una calamidad que un asunto de tanta importancia haya sido descuidado hasta tal punto.

Uno de los mayores desatinos que la administración de caminos han cometido los funcionarios es permitir que el público se preocupe del tipo de calzada en vez de preocuparse del camino como medio de transporte. Al público no le interesa cuando viaja de Nueva York a Washington si la calzada es de lámina de asfalto, o de concreto, o de macadam ordinario o de penetración. Lo que le interesa es que el camino se mantenga en buenas condiciones de servicio durante todo el año. Si acostumbramos al público a pedir buenos caminos, pero no caminos de tal o cual tipo, le haremos un gran favor y pondremos la construcción de calzadas en una base científica como debe estar. No hay agencia gubernamental o semi-gubernamental que haya contribuído más a la felicidad y prosperidad de la nación que los buenos caminos y probablemente no la habrá que contribuya más para la próxima generación.

Falacias del pasado

Hace diez años, por ejemplo, el ingeniero de Conservación creía que la parte im-

portante de su trabajo anual era el tratamiento superficial de cada milla de calzada de macadam. En cada aplicación se invertía entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ galón por yarda cuadrada (1). Se aplicaba al camino en tiempo frío o caliente cuando venía bien al departamento de caminos el hacerlo, sin tener en cuenta si la calzada la necesitaba y si estaba o no en condiciones de recibirla. En este período muchos caminos se destruyeron por exceso de tratamiento; pero el perjuicio mayor provino del hecho de que el sistema causó al público profundo disgustos. No era de extrañar, ya que siempre el material bituminoso se aplicaba en cantidades tales que cubrían el camino y el excedente se estancaba en charcos por días enteros en cantidad suficiente para cubrir los guardabarros, parabrisas, cuerpos y techos de los automóviles que los cruzaban y las ropas de sus ocupantes. Los que han tenido oportunidad de conocer el tratamiento superficial del macadam en aquellos días saben que la protesta intolerante del público era justificada, pues como cada día se hacía la aplicación a algún trozo de camino desde el principio de la primavera hasta el final de otoño, siempre había una parte de la red bajo tratamiento, en ese período, y era imposible a un motorista salir a cien millas en cualquier dirección durante el verano sin encontrarse con lo que él consideraba la mayor de todas las incomodidades relacionadas con el automovilismo.

Desde que esta pérdida de paciencia de

(1) Entre 1 y 2 litros por metro cuadrado.

los motoristas ha resultado en una pérdida para ellos de millones de dólares cada año por desechar calzadas que requerían tratamiento y sustituirlas por otro tipo que no lo requería, sus efectos se sienten aún hoy porque contribuyó a colocar a los Estados en situación de no poder mantener su programa de construcciones a la altura de la demanda del automovilismo.

Que muchas, muchísimas millas de caminos de macadam se han destruido o por falta de tratamiento o por exceso, es un hecho indudable; que muchas millas de caminos podrían haberse salvado y estar en uso aun hoy es mi firme convicción.

Discutiré el tratamiento de los caminos de macadam y de los de grava por separado, porque materiales y métodos enteramente diferentes deben emplearse en cada caso.

Tratamiento de macadam

Es fácil generalizar sobre el tratamiento o falta de tratamiento superficial de los caminos y fácilmente se puede especificar hoy cómo ha de hacerse el trabajo para obtener resultado satisfactorio y también establecer las condiciones y especificaciones para la provisión de materiales; pero lo difícil y esencial en la cuestión es determinar cuando ha de hacerse. Lamento no poder dar una fórmula precisa para establecer la época en que la calzada necesita el tratamiento; pero, si consigo fijar la ateneión del ingeniero de Conservación sobre el hecho de que lo más importante es determinar *cundo* y no *cómo* ha de hacerse el tratamiento, estoy seguro de que podrá, por sí mismo, determinar esa época. La única regla que se aproxima a la seguridad y que me atrevo a recomendar es aplazar el tratamiento cuanto sea posible; aplazarlo y dejar pasar un año antes de comenzar su aplicación, podrá a veces hacer necesarios muchos patchings (remiendos) en la calzada durante el transcurso de ese año, pero probablemente el procedimiento no ocasionará sino algunas soportables molestias y exiguos gastos, mientras que la aplicación prematura del tratamiento acarreará invariablemente la destrucción del camino por la formación de ondulaciones superficiales que crearán condiciones poco

satisfactorias o harán imposible el tránsito.

El camino idealmente mantenido con tratamiento superficial sería el que conserve una fina película de material bituminoso, impermeable, sobre toda la superficie de la calzada y de espesor inapreciable. Una primera aplicación a un camino nuevo, formará una capa que soportará cierto desgaste. Una segunda aplicación el segundo año agregará algo al espesor de la capa y algo a su uniformidad. Una aplicación al tercer y al cuarto año invariablemente destruirá el camino, por la formación de una capa demasiado gruesa que formará ondulaciones superficiales para las que no existe otro remedio que la total remoción del material. Esto en la mayoría de los casos significa la completa escarificación y reconstrucción de la calzada. Por otra parte el dejar pasar demasiado tiempo entre los tratamientos sucesivos permitirá la desintegración de la superficie de la calzada que podrá destruirse por esta causa. Yo he observado, sin embargo, que es mucho mayor el número de caminos que se han destruido por exceso que por falta de tratamiento.

La época propicia para determinar si un camino requiere o no ser sometido a él, es la caída del otoño o el comienzo de la primavera. Durante el invierno los más de los caminos toman una apariencia tal que parece lo requerirán en el próximo verano, pero esta condición se corrige en la primavera cuando revive el material bituminoso.

Para examinar la necesidad de que un camino sea tratado hay que tomar en consideración el porcentaje de trozos secos que aparecen en la superficie. Que aquí y allá aparezcan trozos que necesitan ser sometidos al tratamiento no significa necesariamente que todo él deba serlo. En términos generales se puede afirmar que a menos que la desintegración se note en un área igual al 5 por ciento del área total de la calzada, el camino no necesita una aplicación adicional.

Cuando se ha determinado que un camino de macadam previamente tratado necesita ser sometido a nueva aplicación, los alquitranes o asfaltos que llenen las especificaciones que siguen darán muy satisfactorios resultados si se aplican con razonable cuidado. Para una calzada que se

trata por primera vez hemos comprobado que se obtienen resultados mucho más satisfactorios con los alquitranes que con los asfaltos; pero después de la primera aplicación con unos u otros se obtienen resultados igualmente satisfactorios.

La época del año juega un rol tan importante en el tratamiento superficial de los caminos como el material mismo o la cantidad en que se aplica. Sabemos que esto último tiene una importancia enorme, y al fijarla partimos de la presunción de que se distribuya uniformemente una misma cantidad para cada yarda cuadrada del pavimento. Durante los meses calurosos del verano es posible, por supuesto, distribuir la misma cantidad sobre cada punto; pero es imposible conseguir que se quede allí. Aunque se usan cantidades pequeñas de 1/4 hasta 1/5 de galón por yarda cuadrada (1) hemos notado que en tiempo excesivamente caluroso, gran parte se escurre a los costados, dejando muy poco en el centro de la calzada y demasiado en las orillas, de tal manera, que todos los esfuerzos hechos para la distribución uniforme del material los destruye la acción de la gravedad que lo desplaza sobre la superficie. Para la comodidad del público viajero se resolvió que todas las aplicaciones se completarían antes del 1.º de Julio (2). En nuestro esfuerzo para complacer al público encontramos que podíamos también de esa manera eliminar al mismo tiempo una de los mayores motivos de preocupación para el mismo ingeniero en la aplicación del tratamiento superficial.

Haciendo el trabajo en tiempo moderadamente frío hemos conseguido que el material, cualquiera que sea, se quede donde se lo coloca. Esto es esencial para el éxito de cualquier tratamiento superficial. Yo propondría como regla inflexible que ningún camino sea sometido a él entre el 1.º de Julio y 1.º de Octubre. Es verdad que ocasionalmente hay calores excesivos en Maryland, en Junio y también en otras localidades; pero esto no es frecuente y en esos casos el tratamiento deberá suspenderse. En términos generales el tiempo

durante los meses de verano es excesivamente caluroso para poder obtener buenos resultados. La superficie del camino debe estar suficientemente fría cuando se aplica el material para que este no se escurra.

Cuando el material sea suficientemente pesado para quedar en el sitio en que se lo aplica, conservándose dentro de las especificaciones que se recomiendan, necesitará ser calentado para poder ser impelido con bomba desde un carro tanque y, además, exigirá en algunos días que se coloquen calentadores debajo de los distribuidores. Es esencial, por lo tanto, que todos los distribuidores a presión sean equipados con aparatos de calefacción aparte de que el tanque mismo debe estar provisto de serpentines para el mismo objeto.

Vamos a admitir que un buen día de trabajo representa 5,000 galones de material aplicados a razón de 1/4 de galón por yarda cuadrada lo que cubriría un poco más de 2 millas de camino de 16 pies de ancho (1). El número de obreros que se emplee para el recubrimiento y para la dirección del equipo aumentará o disminuirá esa cifra; pero hemos encontrado que estas corresponden a una buena jornada. Antes de la aplicación del material bituminoso se depositará a la orilla del camino piedra triturada de buena calidad y dureza o canto rodado bien lavado, que pase uno y otro por un anillo de una pulgada, a razón de 20 libras por yarda cuadrada (2).

El material debe aplicarse a una mitad de la calzada por vez. Nunca se lo debe aplicar a una distancia muy avanzada de la cuadrilla que efectúe el recubrimiento y se debe impedir a todo evento que el público use la calzada en que se ha echado el material bituminoso y que todavía no ha sido recubierto, no tanto por el perjuicio que pueda originarse al camino sino por el gran peligro de accidente si un vehículo a motor intentase detenerse en un punto que se encuentre en tales condiciones. Si el material bituminoso ha sido ya cubierto y comprimido, al cabo de dos horas, el tráfico puede pasar por encima con toda segu-

(1) De 1.00 hasta 0.80 litro por metro cuadrado.

(2) El 1.º de Julio en Estados Unidos corresponde climáticamente al 1.º de Enero en la Argentina.

(1) 5,000 galones=18,900 litros; 1/4 galón por yarda cuadrada=1 litro por metro cuadrado; 2 millas=3,200 kl.; 16 pies=4.88 metros

(2) 1 pulgada=25 milímetros; 20 libras por yarda cuadrada=10.7 kg. por metro cuadrado.

ridad. Después de esto la otra mitad de la calzada puede ser tratada en cualquier época. El material bituminoso especialmente el asfalto, parece que ablanda al material que ha servido en aplicaciones anteriores por lo que hay probabilidades de que no se llegue a un asentamiento definitivo antes de las 48 horas.

Tratamiento de los caminos de grava

El tratamiento superficial de los caminos de grava es un problema para cuya solución los mayores trabajos experimentales de que tengo noticia han sido realizados por Mr. Paul Sargent de Maine. El material que hemos adoptado y que encontramos excelente ha sido perfeccionado por él y nuestro método de aplicación y tratamiento lo hemos obtenido de él; y aprovecho esta oportunidad para expresarle mi aprecio por lo que ha hecho para el mejoramiento de los caminos de grava y felicitarle por los resultados obtenidos. El material que hemos usado corresponde a la siguiente especificación.

Para el tratamiento de caminos de grava se usarán solamente alquitranes de naturaleza homogénea y de los siguientes caracteres:

1. Peso específico a 25 grados centígrados (77 fahrenheit) no menos de 1,100.
2. Viscosidad específica a 40 grados centígrados (104 fahrenheit) 8 a 13.
3. Destilación total por peso: $\frac{1}{4}$.
 - A 170° cent. (338 fahrenheit) no más de 5%.
 - A 270° cent. (518 fahrenheit) no más de 32%.
 - A 300° cent. (572 fahrenheit) no más de 42%.
4. Total bitumen soluble en bisulfuro de carbono, no menos de 90%.

Las pruebas de las propiedades físicas y químicas del alquitrán se harán de acuerdo con el método siguiente:

1. Peso específico, Boletín 314, p. 4 del Ministerio de Agricultura.
2. Viscosidad específica (primeros 50 c. c.) Boletín 314, p. 7 del Ministerio de Agricultura.
3. Prueba de destilación, A. S. T. M. Standard Test D 20-16. (Método de la Asoc-

ciación Americana de prueba de Materiales).

Hemos tenido que ajustar el uso de estos materiales a las condiciones locales y los resultados obtenidos han sido altamente satisfactorios. Con los métodos usados estamos obteniendo de los caminos de grava un tipo que se acerca mucho al de macadam y que en todo respecto parece indicar que dará los más satisfactorios resultados para tráfico comparativamente liviano.

Los caminos de grava de Maryland se componen o de grava de zaranda o de grava de excavación con un 60% de material de más de 1/4 de pulgada (1), y el relleno de una mezcla íntima de arena y arcilla. Estos caminos bajo el tráfico liviano para que fueron construídos dan, creemos, el resultado más satisfactorio de los caminos de Maryland. Sin embargo donde el tráfico ha excedido de unos 300 vehículos diarios el polvo ha constituido una seria objeción. Las ondulaciones en la superficie y los hundimientos en la calzada han aparecido más pronto bajo el tráfico pesado, pero en general la cantidad de polvo era tan grande hasta hacerse intolerable. Algunos de estos caminos soportan los domingos hasta 5,000 vehículos de placer en 24 horas. Hay sin embargo una total ausencia de camiones de más de tres toneladas. Por la naturaleza del país que atraviezan hay razones para creer que por muchos años no habrá un número apreciable de camiones pesados que usen estos caminos.

Una sola aplicación de este material no dió resultado satisfactorio ni aún para la primera estación. Fué necesario en todos los casos hacer dos aplicaciones en una estación lo que dió una superficie que soportó satisfactoriamente el invierno y con una aplicación adicional al segundo año parecieron estar en situación de prestar por lo menos dos, si no tres años de servicios sin otra aplicación adicional.

Es de por sí evidente desde luego, que el camino después del tratamiento no puede estar más liso ni más uniforme en la sección transversal que antes de aplicársele aquel. Es innecesario decir que sólo

(1) 1/4 de pulgada=6,3 milímetros.

cuando el camino de grava está en muy buenas condiciones debe sometérselo al tratamiento. Todos los puntos débiles deben descubrirse, extraerse completamente el material y reponerlo con otro bueno por lo menos un mes antes del enaceitamiento y el camino debe mantenerse abovedado y en buena y uniforme condición, libre de ondulaciones superficiales y puntos débiles. Un camino de grava debe enaceitarse solamente cuando está seco. Es, por supuesto, mucho más difícil conseguir que se seque un camino de grava que nunca ha sido sometido a tratamiento que conseguir que se seque un camino de grava o de macadam que ya ha sido tratado antes. De cualquier manera es esencial que la superficie esté seca antes de aplicar el material.

Se usa una escoba rotatoria, suplementada con escobas de mano donde sea necesario, para remover de la superficie todo el material suelto de manera que el material bituminoso pueda penetrar mejor la calzada. La primera aplicación debe hacerse a 1/2 galón por yarda cuadrada (1), aplicado uniformemente con distribuidor a presión. Esta aplicación debe cubrirse inmediatamente con el material barrido de la calzada entendiéndose que no es arcilla sino una combinación de arena y grava. Este será el caso usual porque la acción de los vehículos sobre la calzada dará lugar a que la arcilla sea arrastrada por el viento. El material de recubrimiento que sea separado de la calzada por el tráfico del primer día deberá ser repuesto al siguiente. Se tendrá especial cuidado de cubrir cada punto en que aparezca manando el aceite. Estos puntos deberán taparse otra vez al segundo y tercer día.

Un tráfico de 300 a 400 vehículos por día es generalmente suficiente para hacer penetrar el material de recubrimiento en el alquitrán, pero si no fuese se lo puede complementar con la acción de un rodillo. Uno liviano de cuatro o cinco toneladas parece dar el mismo resultado que el rodillo pesado de 10 toneladas. Después de esta primera aplicación se debe dejar pasar un mes, más o menos, durante el cual el material bituminoso deberá «curarse» antes de que el camino esté listo para una segunda apli-

cación. Cualquier punto débil que aparezca en este período deberá reconstruirse con una mezcla de grava y material bituminoso. Para esto hemos usado un material de tipo standard para reconstrucciones en frío.

En la segunda aplicación se necesita mejor calidad en el material de recubrimiento que en la primera. Arena gruesa o una combinación de arena y grava no más gruesa que 1/4 pulgada deberá usar. El material deberá estar completamente libre de arcilla. Antes de la segunda aplicación se pasará una niveladora y escobas de mano para remover todo el material suelto que se halle sobre la calzada. Esta aplicación debe hacerse a razón de 1/4 de galón por yarda cuadrada, (1) distribuido uniformemente y recubierto inmediatamente con una combinación de arena y grava fina. Este material se deberá reponer en la calzada a medida que sea desplazado por el tráfico durante un período, de por lo menos, cuatro días después de esta aplicación.

Una de las cosas realmente esenciales en el tratamiento bituminoso de los caminos de grava es mantener en todo el tiempo un exceso de material de recubrimiento de manera que la mayor cantidad posible penetre en la calzada durante el período de «curación». Si se deja que este material sea desplazado por los vehículos y se lo deja amontonar al costado de la superficie de rodadura absorberá una considerable cantidad de alquitrán aplicado a la calzada y este eventualmente se secará y no será de utilidad alguna. Si no hay suficiente tráfico o si este no se distribuye de manera de cubrir toda la calzada el camino deberá ser sometido a un poderoso compresor por los tres primeros o cuatro días después de la aplicación. Donde hay un tráfico de 500 vehículos por día de 24 horas generalmente no habrá necesidad de rodillos para conseguir que el material de recubrimiento penetre en la superficie de alquitrán.

Los caminos de Maryland tratados por este método, no tienen más de dos años, pero los resultados obtenidos después del último invierno y hasta ahora durante el actual, indican que los resultados más satisfactorios. Los caminos que solo recibieron una aplicación en 1924 mostraron una mar-

(1) Dos litros por metro cuadrado.

(1) 1 litro por metro cuadrado.

cada desintegración en 1925, tanto que se ha podido llegar, en forma definitiva, a la conclusión de que un tratamiento no es suficiente para el tipo de caminos que se encuentra en Maryland. Ciertamente que si los caminos a que se aplica dos veces el tratamiento pueden prestar servicios que se aproximen al macádam sin necesidad de escarificación, reconstrucción y nuevo tratamiento en la primavera, resultarán mucho más ventajosos que aquellos a que se aplica una sola vez y que exigirán escarificación, reconstrucción y nuevo tratamiento al año siguiente.

Especificaciones de asfaltos

El material a usarse deberá ser preparado por fluxión de un cemento asfáltico de penetración 120 a 150 (100 gr., 5 seg. a 25 gr. Cet.) con nafta. La nafta usada al destilarse por el método D 86-21 T de la A. S. T. M. (Asociación Americana de prueba de materiales) deberá tener un «overpoint» de no más de 225 grados y el «drypoint» no debe exceder de 450 grados. La nafta deberá mostrar una destilación continúa entre estos dos puntos.

El aceite preparado deberá sujetarse a las siguientes especificaciones, deberá ser homogéneo, libre de agua y conforme al siguiente análisis.

	Min.	Máx.
Gravedad específica a 25 gr. cent.	0.93	
Punto de fusión, vaso abierto, gr. cent.....		65
Pérdida por evaporación, 20 gr., 5 horas 212 gr. fash. (100 gr. cent.) por ciento en peso.....	22	
Pérdida por evaporación, 20 gr. 5 horas, 325 gr. fah. (163 gr. cent.) por ciento en peso.....	27	
Consistencia del residuo después de la evaporación:		
Penetración a 25 gr. cent. del residuo de 20 gr. de destilación a 325 gr. fah.....		100

Viscosidad específica (Engler) primeros 50 c. c a 40 gr. cent....	40	60
Insoluble en 86 gr. nafta, por ciento.....	14	
Penetración 100 contenido asfáltico (evaporación en vaso abierto a temperatura no mayor de 500 gr. fah.) por ciento.....	68	

Especificaciones de alquitranes

Los materiales a usarse bajo estas especificaciones deberán ser homogéneos, contener no más de 2 por ciento de agua y conformarse al siguiente análisis:

GAS DE CARBÓN

	Min.	Máx.
Gravedad específica a 60 gr. fash.	1.15	1.19
Viscosidad (Engler), primeros c.c. a 40 gr. cent. plgadas.....	250	350
Insoluble en bisulfuro de carbono por ciento.....	6	12
Destilación (250 c.c. Redoma de Engler):		
Hasta 170 gr. cent. por ciento..		7
» 235 » » » »		18
» 270 » » » »		35
» 300 » » » »		43

GAS DE AGUA

	Min.	Máx.
Gravedad específica a 250 gr. cent	1.10	1.14
Viscosidad (primeros 50 c. c. a 40 gr. cent.) pulgadas... ..	250	350
Insoluble en bisulfuro de carbono por ciento.....		4
Destilación (250 c.c.) (Redoma de Engler):		
Hasta 170 gr. cent. por ciento. —		2
» 235 » » » »		3 15
» 270 » » » »		18 30
» 300 » » » »		25 40

J. N. M.

Materiales para la construcción de caminos de concreto

Por **R. A. B. SMITH**

A. M. Inst. C. E.; A. C. G. I.

(Concrete and Constructional Engineering.—Londres, Octubre, 1920)

Debido a las propiedades hidratantes del cemento es posible mezclarlo con agua y aglutinar materiales inertes, en tal forma que pueden colocarse en su posición definitiva en condición plástica preparada para conformarse al molde y se deja endurecer y queda permanente. Con el empleo del cemento hoy día es posible obtener mejores cualidades de desgaste y mejores propiedades de erosión de materiales que por sí mismo son capaces de resistir el desgaste o los cambios atmosféricos por un tiempo prolongado. Es costumbre efectuar ciertos ensayos que se describirán más adelante, para cerciorarse si el agregado es adecuado y de que se emplean las proporciones correctas.

Decidida la proporción es aconsejable tomar muestras de la mezcla de tiempo en tiempo. Los cubos o cilindros de ensaye se prueban a los 7 y a los 28 días. Corrientemente es un plazo muy largo el esperar los 28 días con el objeto de ver si la mezcla ha sido preparada correctamente, pero es razonablemente exacto el calcular el resultado que tendrá a los 28 días del ensaye a los 7 días, empleando la fórmula siguiente:

$$S(28) = S(7) + 25\sqrt{S(7)}$$

Resistencia

Como el concreto es ensayado más severamente en los trabajos de caminos que para cualquier otra forma de construcción debe procederse con criterio claro. El despreciar ciertas reglas definidas es solo para llegar a un desastre. Efectuando ensayos muy sencillos no sólo se pueden ahorrar gastos inmediatamente sino que obtener reducción en los gastos posteriores de conservación. La resistencia del concreto

depende de la confección ejecutada propiamente de la mezcla, la proporción correcta de cada uno de los constituyentes, y la cantidad de agua empleada debe medirse tan exactamente con la de la cantidad del cemento o la del agregado.

Para obtener la mayor resistencia de un cubo de ensaye, debe emplearse sólo la cantidad de agua suficiente que permita a todos los materiales que se mezclan perfectamente. Este mínimo absoluto no es aconsejable para trabajos de caminos, puesto que no sólo le falta plasticidad sino que con tal mezcla sería imposible obtener una superficie unida apretada. Con un pequeño porcentaje de agua sobre el mínimo se obtendrá esto, y una vez aceptado este aumento mediante un ensaye por asentamiento, se podrá fijar la pauta correspondiente.

El ensaye por asentamiento es un método para medir la consistencia del concreto. El único aparato necesario es un molde de latón en forma de cono truncado de 30,5 centímetros (12 pulgadas) de altura y de 20,3 centímetros (8 pulgadas) de diámetro en la base y 10,2 centímetros (4 pulgadas) de diámetro en la parte superior, provisto de asas en los costados; y una varilla de metal puntiaguda de 1,6 milímetros (5/8 de pulgada) de diámetro y 30,5 centímetros (12 pulgadas) de longitud. El molde se llena con concreto por capas de 10,2 centímetros (4 pulgadas) de espesor y cada capa debe pisonearse exactamente 30 veces con la varilla. Después que ha sido pisoneada la tercera capa (y última) se levanta el molde y se mide el asentamiento. El asentamiento es la distancia en que se contrae el concreto después de retirado el molde. Un concreto de tal consistencia que su asentamiento sea de 12,7 milímetros (1/2 pulgada)

a 25,4 milímetros (1 pulgada) esto es que la masa baje hasta 29,2 centímetros (11,5 pulgadas) o 27,9 centímetros (11 pulgadas) cuando se ha retirado el molde contendrá solamente un poco más del agua que es necesaria para obtener el máximo de su resistencia.

Un aumento del 10 por ciento del agua contenida, aumentará el asentamiento a 7,6 centímetros (3 pulgadas) o 10,2 centímetros (4 pulgadas), mientras que un aumento hasta 25 por ciento de agua aumentará el asentamiento a 15,2 centímetros (6 pulgadas) o 17,8 centímetros (7 pulgadas). En la Fig. N.º 2—Fotografía— se muestra el modo de hacer el ensaye de asentamiento.

Suponiendo que por cada saco de cemento se necesiten 27,35 litros (6 galones) de agua para obtener la plasticidad suficiente, se hace entonces un ensaye y se vé, digamos, que el asentamiento sea de 38,1 milímetros (1,5 pulgadas). Esto se establecerá como pauta, y posteriormente, cualquiera que sea la humedad o sequedad del agregado, será necesario solo de ajustar la cantidad de agua para obtener el asentamiento ya determinado o algo muy cerca de él.

Es más peligroso preparar el concreto demasiado seco que prepararlo con exceso de agua y esta es la causa que se haga un empleo demasiado abundante de agua. El Diagrama, Fig. N.º 1 (pág. 42) dá una correcta idea del efecto de la cantidad de agua empleada para la resistencia del concreto preparado. La curva «A» dá los resultados obtenidos para los ensayes de resistencia de cubos preparados en el laboratorio; la curva «B» dá los resultados que, probablemente, puedan obtenerse cuando los tubos han sido preparados en la obra misma con igual agregado y cemento.

Para los concretos de caminos debe tratarse de obtener una resistencia de 210,9 kilogramos por centímetro cuadrado (3.000 libras por pulgada cuadrada) en los ensayes de laboratorio. La cantidad de agua necesaria indicada para la curva es de 32,1 litros (7,5 galones) por saco de cemento, y los cubos hechos en la obra misma debe esperarse que se rompan como a los 175,8 kilogramos por centímetro cuadrado (2,500 libras por pulgada cuadrada). Cuando los

ensayes de laboratorio dan un resultado superior a 140,6 kilogramos por centímetro cuadrado (2,000 libras por pulgada cuadrada) puede considerarse aún como aceptable la muestra, pero si baja de esta cifra es aconsejable tratar de obtener la resistencia extra con el empleo de cemento Portland de endurecimiento rápido, si es que no se puede obtener agregado de mejor calidad.

Agua

Puede aceptarse que toda agua que es apropiada para la bebida es también apropiada para emplearla en las mezclas de concreto, pero afortunadamente este no es el límite y no puede desecharse como inapropiada ninguna agua hasta que se haya hecho un ensaye. Las aguas contaminadas por ciertas industrias definidas, tales como las de las curtiembres, tienen muchas probabilidades de que sean peligrosas, mientras que en otros casos la disolución de la contaminación es suficiente para permitir el empleo de dichas aguas sin temor de malas consecuencias.

A menudo se condena el empleo de agua de mar para el concreto reforzado, pero parece que es necesario cambiar de idea respecto a Gran Bretaña. (El puente sobre el estero de Viña del Mar, de concreto Armado se preparó el concreto con agua de mar).

En 1924, Mr. Persey, Ingeniero de la Corporación de Barrow-in-Furness, construyó 5,6 kilómetros (3,5 millas) de un camino de concreto a orillas del mar, trabajo del que ya se ha hecho mención. Empleó agua de mar para mezcla de concreto de la capa inferior y empleó de alta resistencia a la tensión en el refuerzo. En la capa superior empleó agua fresca, puesto que no se deseaba correr ningún riesgo de que se redujeran las propiedades de desgaste de la superficie. Hasta ahora no hay evidencia de que se haya producido ninguna acción entre la sal y el refuerzo.

Sería una precipitación, por este caso, que el agua de mar puede emplearse impunemente, pero al mismo tiempo el autor es de opinión que con el tiempo los ensayes demostrarán que, en lo que concierne a Gran Bretaña, el agua de mar puede em-

Agua: Galones por 1 Saco Cemento de $\frac{112 \text{ bs}}{50.8 \text{ Kg}}$

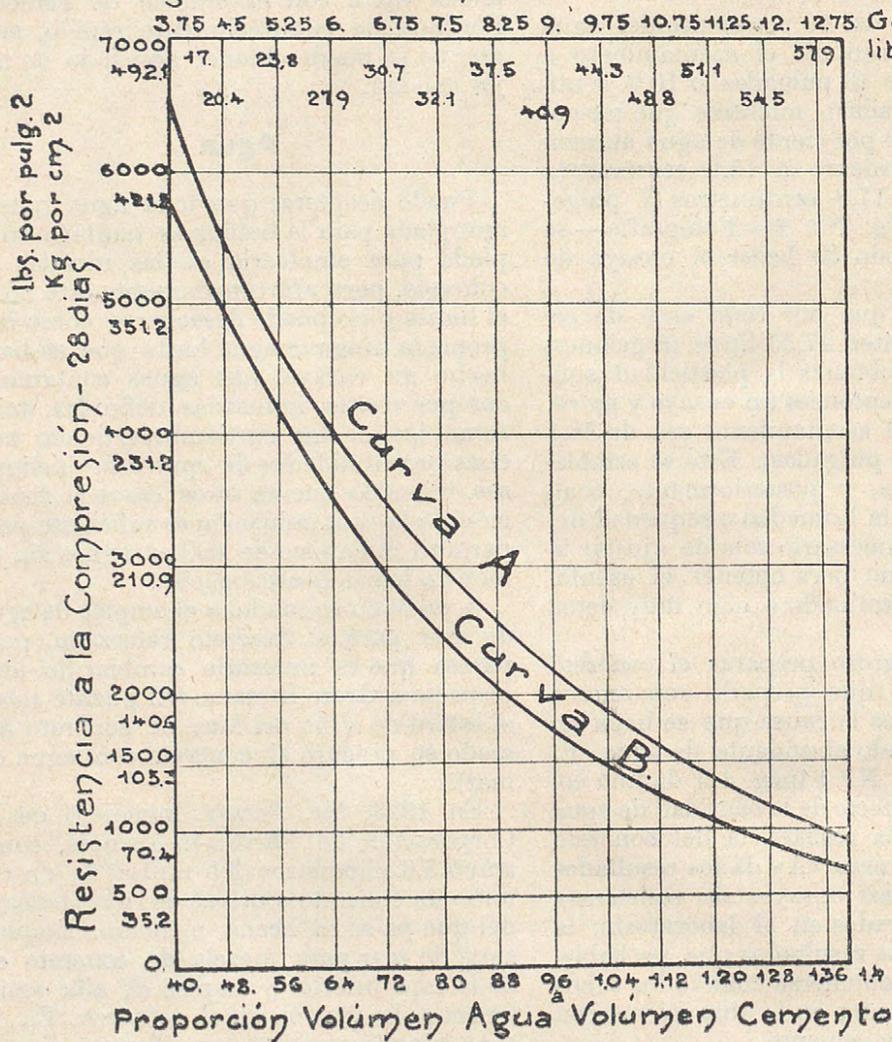


Fig N°1

Efecto de la cantidad de agua sobre la Resistencia del Concreto

pllearse con seguridad a pesar que el concreto sea reforzado, siempre que el concreto sea lo suficientemente denso, y sea empleado en la construcción de caminos.

En concretos sin refuerzo se emplea corrientemente el agua de mar, y se ha demostrado que se necesita menos de 0,05 kilogramos (0,1 libra) de cemento para contrarrestar los efectos de la sal en un galón de agua. En Fleetwood, el ingeniero ha construido por varios años en su propia fábrica, todos los productos necesarios para una Municipalidad, empleando arena de mar, y el porcentaje de sales marinas no ha resultado dañoso en ninguna forma.

El empleo de sal común para bajar el punto de congelación ha sido declarado como muy peligroso por el Profesor Duff Abrams después de minuciosas investigaciones. Se necesita no menos de 5 por ciento de sal para bajar el punto de congelación en 6 grados F. y la reducción de la resistencia del concreto es como de 30 por ciento. En el agua de mar el porcentaje de sales, principalmente cloruro de sodio, no excede 3 por ciento.

Talvez la conclusión más interesante a que llegó el Profesor Abrams fué la de que: «una notable reducción de la resistencia del concreto con el aumento en cantidad del agua de la mezcla sean aguas frescas o impuras. Aumentando el agua de la mezcla en uno por ciento, se redujo la resistencia del concreto en la misma cantidad que si el cemento se redujera en uno por ciento. Un pequeño aumento, comparativamente, en la cantidad del agua de la mezcla produjo una mayor reducción en la resistencia del concreto que la producida por el agua más impura que se pueda encontrar, en la preparación de la mezcla». El agua de las turberas precisamente no es inapropiada, pero debe ensayarse por las substancias orgánicas que pueda contener.

Ha habido muchas discusiones sobre el asunto llamado «proporción agua-cemento». El resultado neto es que es prácticamente posible especificar la resistencia necesaria del concreto a los 7 o a los 28 días y dejar al contratista con las proporciones fijadas siempre que proporcione el concreto con la resistencia deseada.

Supóngase que se ha exigido una resis-

tencia de 246,1 kilogramos por centímetro cuadrado (3.500 libras por pulgada cuadrada) a los 28 días. Para obtener esto con la mezcla más débil de concreto, el contratista necesita emplear, digamos, 23,7 litros (6 galones) de agua. Pero encuentra que esta mezcla no es lo suficientemente plástica para colocarla con rapidez, talvez debido a la presencia en los moldes de refuerzos complicados. Por consiguiente debe preparar la mezcla con más agua. Según las especificaciones puede emplear más agua, pero tiene que proporcionar la resistencia especificada, y mantenerse dentro de los límites de plasticidad y facilidad para el trabajo. Para obtener esto debe poner más cemento en la mezcla más aguada. Hay un límite para la cantidad de agua por emplearse posible, a medida que la mezcla se vuelve difícil para trabajar con ella.

Los ensayos han demostrado que si el contratista emplea un concreto aguado, para conseguir trabajar, tiene que poner cemento suficiente para que vuelva a quedar la misma proporción de cemento-agua como en una mezcla más seca. Es natural que este procedimiento simplifica las relaciones entre el ingeniero y el contratista. Como este último ha presentado sus materiales y demostrado que ellos dan la resistencia necesaria una vez mezclados en la proporción, por ejemplo, de 1—2—4 y el agregado de 23,7 litros (6 galones) de agua, es fácil ponerse de acuerdo de antemano con el ingeniero sobre el aumento del cemento para las distintas consistencias necesarias para el trabajo, con el fin de mantener constante la proporción agua-cemento.

Para el contratista este método es satisfactorio; puede apurar su trabajo con mezclas más aguadas ni lo cree más ventajoso; o puede emplear un cemento bueno extra e ir más lejos que con un cemento que apenas cumple con las especificaciones, reduciendo así sus gastos de transportes y de manipulación, y al mismo tiempo darle satisfacción al ingeniero.

Arena

Siempre que la arena esté limpia y libre, razonablemente, de materias gredosas, debe

ser apropiada para trabajos de concreto, otra consideración que debe tomarse en cuenta es que no tenga un exceso de material fino.

Con el objeto de tener una norma es razonable exigir que no pase más de un 20 por ciento por el harnero de malla 50. Las arenas que no contienen la cantidad suficiente de granos gruesos, puede aún emplearse en concreto, pero podrá necesitar una proporción más alta de cemento.

El objeto principal de la arena y del cemento es el de aglutinar el material grueso. Como el material grueso es el que va a sufrir el desgaste, es esencial que este mortero quede mezclado íntimamente con el fin de obtener el resultado deseado. Por consiguiente se considera que cuando el material es mezclado a mano, estos dos ingredientes, arena y cemento, deben mezclarse primero en seco, antes de agregarle el material grueso, por este medio es posible obtener que las partículas de arena queden bien envueltas con el cemento. Cuando la arena está húmeda esto no es fácil, puesto que hay tendencia a la formación de «bolas» cuando se mezcla en la forma corriente. Aún apesar de la formación de bolas el cemento debe ser mejor distribuido y al hechar el agregado grueso las bolas deben romperse lo suficiente para completar el proceso.

El ensaye corriente más necesario para determinar las impurezas de la arena es el de la determinación de la existencia de ácido tánico, o sea el ensaye colorimétrico. La presencia de uno por ciento de ácido tánico, (materia orgánica) en la arena que se va a emplear en un concreto, reduce su resistencia en más de 25 por ciento y el aumento de este porcentaje puede dar aún como resultado un fracazo completo del concreto. A continuación se describe un método fácil de hacer el ensaye para determinar la presencia de este ácido.

Tómese una botella graduada de 340 gramos (12 onzas) y un poco de solución cáustica de 3 por ciento. Póngase dentro de la botella 127,6 gramos (4,5 onzas) de arena, llénese hasta la marca de los 198 gramos (7 onzas) con la solución de soda cáustica, agítese y déjese decantar. A las 25 horas obsérvese el líquido de la parte superior. Si el color es claro o coloreado

paja claro la arena es aceptable, pero si es café y especialmente café obscuro, la arena debe rechazarse, o si no hubiera otra, debe lavarse perfectamente hasta que dé un buen ensaye.

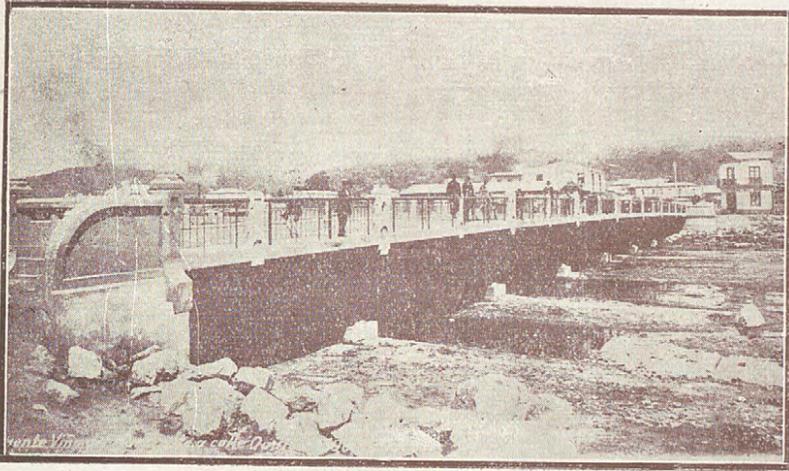
También es de importancia, especialmente en Irlanda, de comprobar que no contiene azufre, y para averiguarlo se puede emplear el siguiente método fácil de ensaye que puede hacerse en la obra:

Llénese una cuarta parte de un tubo de ensaye con la muestra. Agréguese ácido clorhídrico diluido y caliéntese sobre una llama, manteniendo al mismo tiempo una hoja humedecida de papel de acetato de plomo, sobre la boca del tubo. Si el papel toma un color café metálico, existe azufre. Se nota un olor a hidrógeno sulfurado. Si hay presencia de azufre el material debe mirarse con desconfianza y debe practicarse un ensaye completo en un laboratorio.

Es fácil determinar la cantidad definida de la arena en la mezcla. Así en una mezcla 1-2-4 tenemos la costumbre de tomar cada elemento por volumen, pero hay una proporción considerablemente diferente de arena cuando ésta está seca o húmeda. La arena suelta seca, una vez mojada puede aumentar de volumen hasta 25 por ciento mayor que el volumen de la misma arena seca y suelta, mientras que si está perfectamente mojada escasamente cambiará de volumen. Las especificaciones deben fijar las proporciones necesarias para cuando la arena está seca y suelta, puesto que la reducción de la arena dentro de los límites posibles debido a la humedad no será bastante dañosa para la resistencia final; o de otro modo debe dársele autorización al inspector de la obra para aumentar la proporción de la arena, por volumen, hasta en un 25 por ciento:

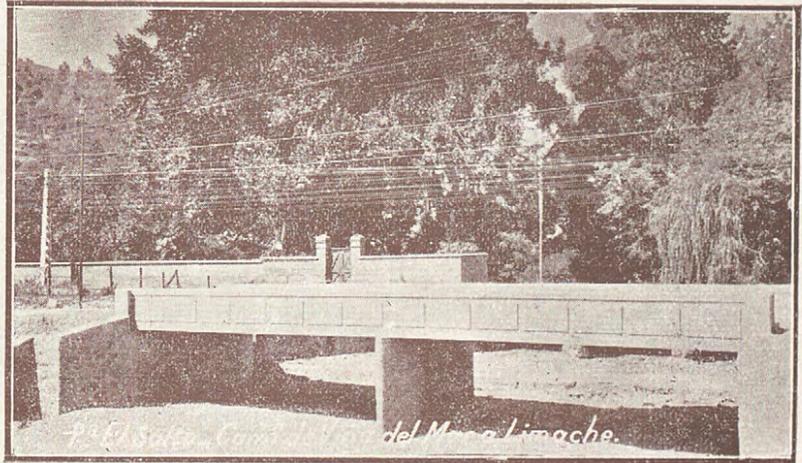
Es preferible variar la proporción de la arena en la mezcla, que variar la proporción del agua, y se encontrará que si no se le da cierta amplitud al contratista, con la arena, con toda seguridad variará la cantidad del agua de acuerdo con las condiciones, con el objeto de producir una buena superficie apretada y pareja.

Supongamos que la mezcla correcta, según lo determinado por el laboratorio, con materiales secos, es de 1-1- 5-3, que el

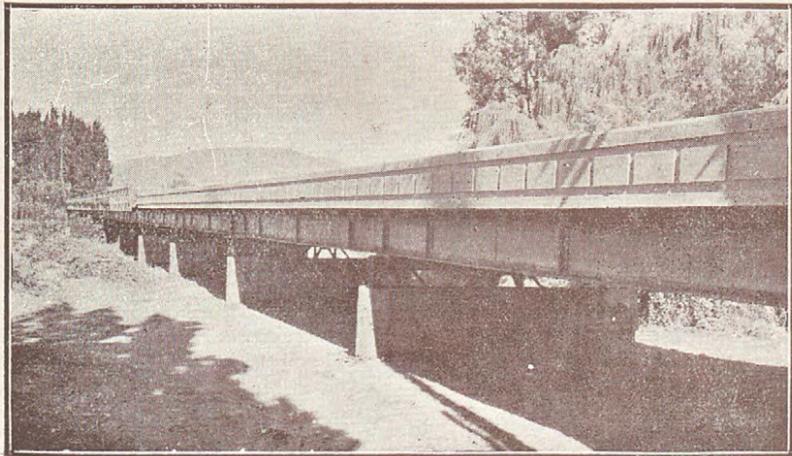


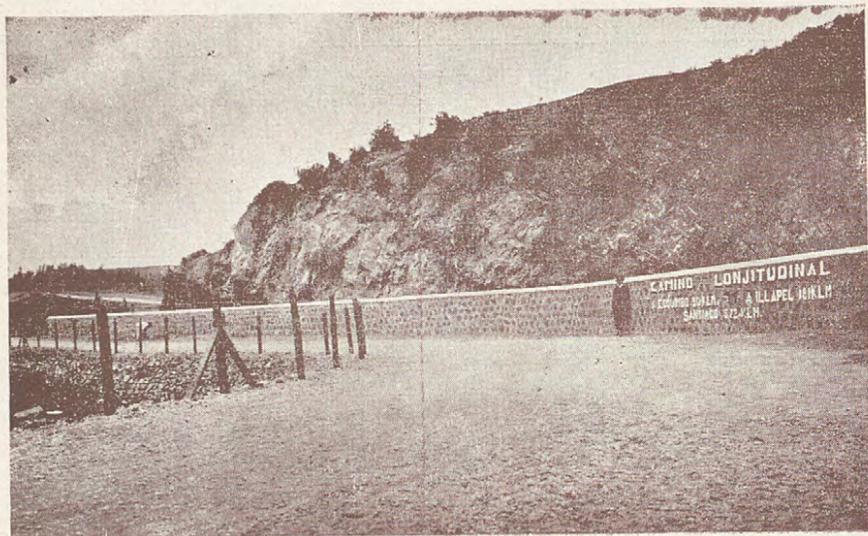
PUENTE VIÑA DEL
MAR, FRENTE A LA
CALLE QUILLOTA

PUENTE EL SALTO
CAMINO DE VIÑA DEL
MAR
A
LIMACHE



PUENTE LIMACHE
EN
LIMACHE

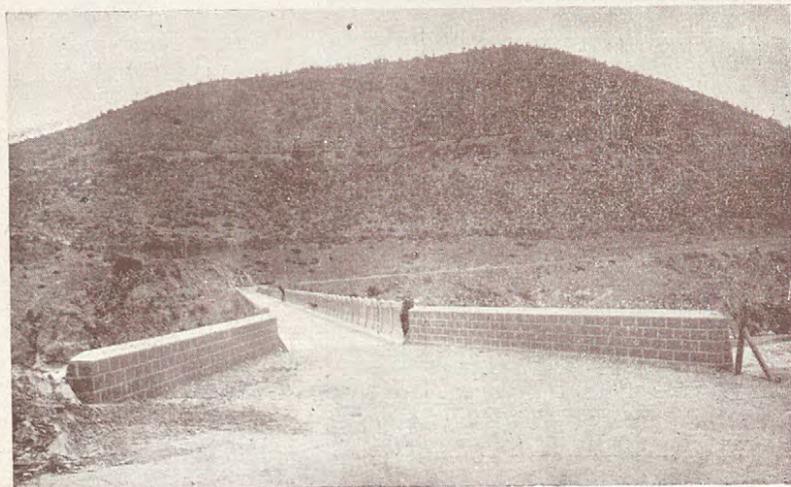
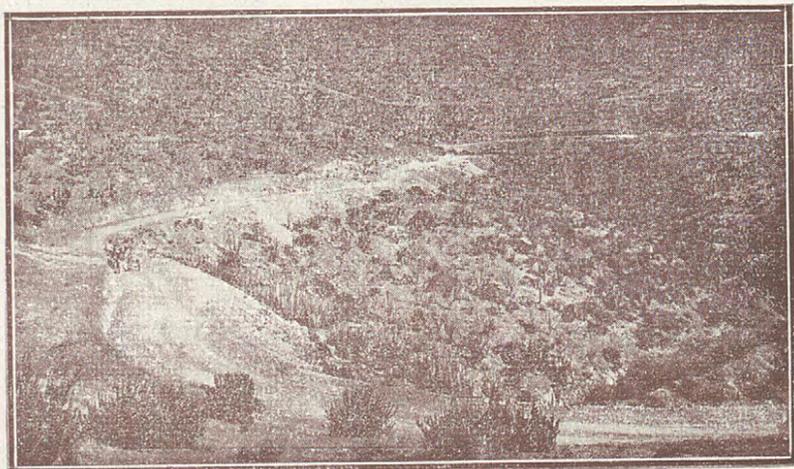




MURO DE ALBA-
ÑILERÍA DE
PIEDRA ENTRE LA
LINEA DEL F. C.
Y EL CAMINO
PÚBLICO.

CAMINO DE ACCE-
SO AL PUENTE
LIMARÍ
EN OVALLE.

CAMINO DE ACCESO AL
PUENTE LIMARÍ
ENTRE LOS
Km. 3.000 AL 3.800



ENTRADA
AL PUENTE LIMARÍ
LADO OVALLE

asentamiento obtenido con esta mezcla y el porcentaje correcto del agua según se necesita en el trabajo, es de 7,6 centímetros (3 pulgadas). ¿Cómo puede arreglarse el inspector para determinar la proporción con los materiales húmedos existentes en el trabajo?

Debe dársele el peso de un pie cúbico (29 decímetros cúbicos) de arena suelta seca, y digamos que es de 30,8 kilogramos (90 libras) (1,1 kilogramos por decímetro cúbico). Toma un pie cúbico de arena húmeda, la seca en una paila, la pesa y encuentra

que pesa 50,8 kilogramos (112 libras) Por consiguiente necesitará: $\frac{112}{90} = 1,25$ pies cúbicos de arena húmeda para conservar la proporción correcta.

El mismo método puede adoptarse para determinar el agregado grueso.

El otro método es el de mantener toda la arena perfectamente mojada de modo que tenga el mismo volumen que la arena suelta seca.

(Continuará).

Los Pavimentos de Ladrillo

(De la «Revue Générale des Routes»—Marzo de 1927)

Traducido por Francisco Escobar B.

La fundación de un pavimento de ladrillo puede hacerse sea, sobre hormigón o sobre un antiguo macadam; la solución que se adopte dependerá de las condiciones locales, del estado del suelo y de la intensidad y peso del tráfico. En Estados Unidos se emplea generalmente como fundación del pavimento de ladrillo una capa de concreto de 12 a 14 cm. de espesor.

De todas maneras el pavimento de ladrillo deberá descansar sobre una fundación intermediaria de una capa de arena de algunos centímetros de espesor cuidadosamente rodillada, una capa de 2 cms. es suficiente; un espesor mayor puede provocar diferencias de nivel o desigualdades en el pavimento de ladrillo.

La colocación de los ladrillos es cuestión sencilla y rápida lo cual se facilita por la forma geométrica del ladrillo. Al principio se colocaban los ladrillos de canto de manera a obtener el mayor espesor, pero hoy día y después de los ensayos hechos en los Estados Unidos hay tendencia de colocar los ladrillos de plano lo cual indudablemente es mucho más económico.

Después de colocados los ladrillos, conviene rodillarlos a fin de darle su asiento definitivo; después de ésta operación los la-

drillos deben examinarse cuidadosamente y reemplazar todos aquellos que presenten algún defecto.

Las juntas pueden rellenarse sea con bitumen o con una lechada de cemento. Este último procedimiento está abandonado en los Estados Unidos por cuanto resulta un pavimento monolítico falto de elasticidad y en el cual se producen a menudo fisuras longitudinales y transversales, lo que afecta tanto a la estética como a la conservación misma del pavimento.

En los Estados Unidos, las juntas se rellenan a menudo con bitúmenes especiales cuyo uso comienza a introducirse en Francia y que denomina «brick-filler» o «filler asphalt».

Estos bitúmenes se obtienen por la oxidación de los bitúmenes provenientes de la destilación de los petróleos y tienen como principal característica poseer un punto de fusión muy elevado, ellos permiten mantener el pavimento perfectamente inmóvil con los grandes calores.

Una vez que los ladrillos están colocados, se vierte en las juntas el bitumen a una temperatura de 175° más o menos; una vez llenadas las juntas se procede a esparcir una ligera capa de grava rodillando

en seguida el pavimento, después de esta operación puede ya entregarse al tráfico.

Las principales ventajas de las juntas de bitumen son las siguientes:

1.º Producir un pavimento perfectamente impermeable y proteger así la fundación.

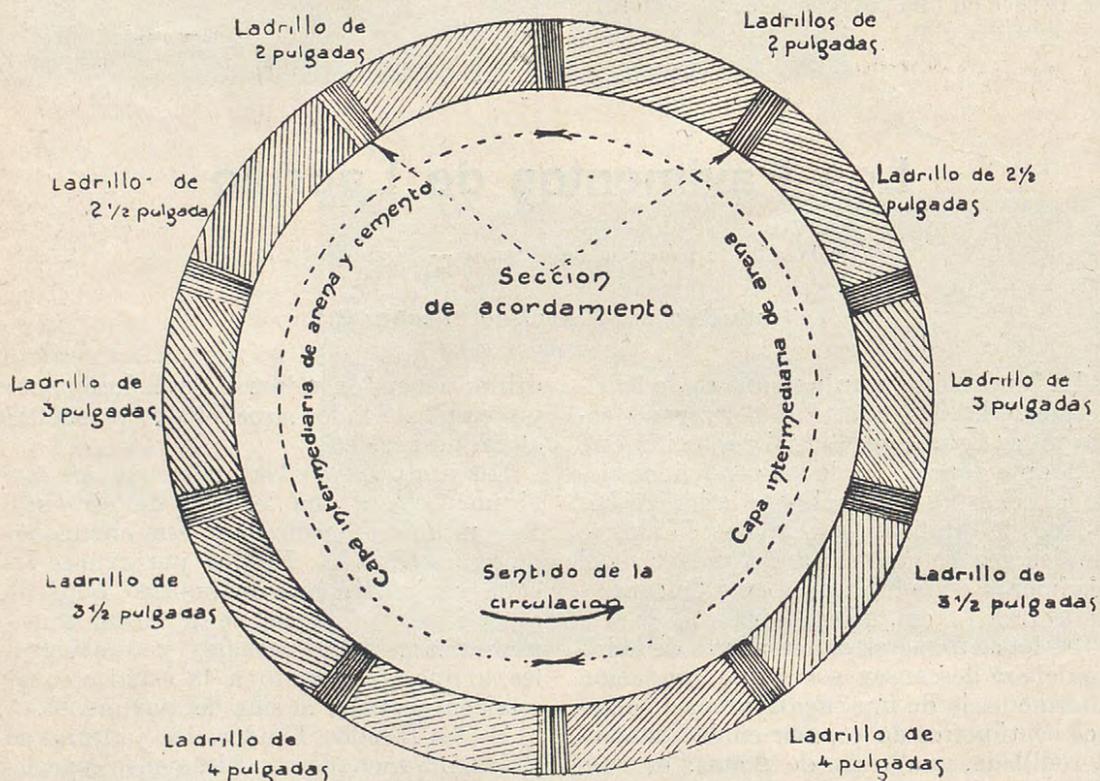
2.º Dar elasticidad a la calzada y suprimir el ruido provocado por el tráfico.

3.º Facilitar las aberturas del pavimento en caso de reparación.

la construcción de esta clase de pavimentos.

En efecto, se ha llegado a la conclusión que con ladrillos de $3,5 \times 4 \times 8,5$ " colocados de plano se obtenía el mismo resultado que con ladrillos colocados de canto. Se deseaba saber hasta que punto podría reducirse el espesor del pavimento de ladrillos sin perjudicar la resistencia. Algunos ingenieros habían ya empleado con éxito en calzadas de gran tráfico.

Los ensayos tuvieron lugar en Arling-



Plano de la pista Arlington

Estudio experimental sobre calzadas de ladrillos

LOS ENSAYOS DE ARLINGTON

Debido al considerable desarrollo que ha tomado en Estados Unidos el pavimento de ladrillos, la Oficina Nacional de Vías, de este país, ha creído conveniente iniciar experiencias sobre pavimentos de ladrillos a fin de obtener los mejores resultados en

ton sobre la pista que anteriormente había servido para ensayos de pavimentos bituminosos. La fundación circular de hormigón de más o menos 165 metros de circunferencia por 4 de ancho se dividió en 10 partes iguales, la mitad del círculo se cubrió con una capa de arena de $\frac{3}{4}$ de pulgada (2 cm. más o menos) y la otra mitad, de una capa del mismo espesor de arena y cemento. Sobre cada uno de estos dos tipos de fundación se establecieron cinco seccio-

nes de ensayos correspondiente a cinco espesores distintos de ladrillos: 4 pulgadas, $3\frac{1}{2}$ pulgadas, 3 pulgadas, $2\frac{1}{2}$ pulgadas y 2 pulgadas. Cada sección tenía un largo de 14 ms. más o menos y la diferencia de nivel de $\frac{1}{2}$ " entre dos secciones consecutivas se repartían en una sección de acórdamiento de 3 metros.

Todos los ladrillos empleados habían sido fabricados en la misma fábrica y de la misma manera. Gracias a todas estas precauciones pudieron eliminarse los diversos factores variables.

Una vez colocados los ladrillos el pavimento, se rodilló con un rodillo de 3 toneladas, en seguida las juntas se llenaron de bitumen. La construcción del pavimento fué terminada con una ligera repartición de arena seguida de un rodillaje.

Antes de empezar los ensayos se trazaron con pintura sobre el pavimento las líneas radiales de separación de las diversas secciones y las líneas longitudinales de 75 cm. de ancho más o menos por las cuales deberían correr las ruedas de los camiones destinados a los ensayos.

Los primeros ensayos se hicieron con camiones pesados provistos de llantas ma-

cizas en buen estado que marchaban a una velocidad de 19 km. por hora y que pesaban tres toneladas (10.000 vueltas de pista) 5 toneladas (10.000 vueltas) $7\frac{1}{2}$ toneladas (20.000 vueltas).

La segunda parte de los ensayos se hizo con camiones del mismo peso pero cuyas ruedas posteriores estaban provistas de cadenas anti-deslizantes y que marchaban a una velocidad de 14 km. por hora.

Después de cada serie de 10.000 vueltas se procedía a un exámen minucioso del pavimento contando minuciosamente el número de ladrillos quebrados dentro de las bandas por donde corrían las ruedas de los camiones.

Solo hubo un número apreciable de ladrillos quebrados en las secciones correspondientes a los ladrillos de 2" de espesor, en cambio los ladrillos de $2\frac{1}{4}$ " se mostraron tan resistentes como los de 3 y 4".

Se pudo también comprobar que proporcionalmente hubo más ladrillos quebrados en las secciones en que la capa intermedia era constituida por cemento y arena que en la de arena sola. Los resultados de los ensayos se encuentran resumidos en la tabla siguiente:

ENSAYOS DE ARLINGTON

Porcentaje de ladrillos quebrados en cada sección de ensayo para los dos sistemas de llantas



		ESPESOR DE LOS LADRILLOS									
Peso en Toneladas	Número de vueltas	2 pulgadas		2 1/4 pulgadas		3 pulgadas		3 1/2 pulgadas		4 pulgadas	
		Capa interna de arena	Capa interna de arena y cemento	Capa interna de arena	Capa interna de arena y cemento	Capa interna de arena	Capa interna de arena y cemento	Capa interna de arena	Capa interna de arena y cemento	Capa interna de arena	Capa interna de arena y cemento
3	10.000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
»	»	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	10.000	1,6	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
»	»	5,6	11,8	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,2
7,5	10.000	3,5	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
»	»	10,7	18,5	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
TOTAL.....											
3	10.000	1,0	6,0	0,0	0,5	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
»	»	0,5	3,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
7,5	2.200	0,4	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
»	»	1,9	10,2	0,0	1,0	0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
TOTAL.....											

Camiones provistos de llantas ordinarias.....
 » » » » »
 » » » » »
 » » » » »
 TOTAL.....

Camiones provistos de cadenas anti-derlizantes.....
 » » » » »
 » » » » »
 » » » » »
 TOTAL.....

Estos ensayos sobre la pista que corresponde a un tonelaje de circulación de más de 630.000 toneladas se completaron con ensayos de laboratorio y con ensayos al Rattler efectuados sobre los ladrillos que habían servido para las experiencias.

Las conclusiones generales que se derivan de las experiencias de Arlington son las siguientes:

1. Un pavimento de ladrillos de $2\frac{1}{2}$ " de espesor (64 mm. más o menos) de la calidad de los experimentados en Arlington basta para resistir sin inconveniente los mayores pesos de tráfico corriente.

2. Un pavimento de ladrillos de 2" de espesor (51 mm.) es suficiente para el tráfico liviano.

3. Una capa intermediaria de arena ordinaria es más eficaz para disminuir la quebradura de ladrillos que una capa de arena y cemento. El espesor de la capa de arena no debe ser superior a $\frac{3}{4}$ " (2 cm. más o menos).

4. El desgaste de los ladrillos es tanto mayor cuanto más anchas sean las juntas y es necesario guardarse de emplear cantidades excesivas de «Filler asphalt» que aumentan el precio de costo del pavimento sin ventaja alguna para la calzada.

5. Es necesario que las juntas entre los ladrillos sea solamente la suficiente para que pueda colarse por ella el bitumen.

6. Las fundaciones no rígidas tales como el macadam por ciertos terrenos pueden en algunos casos reemplazar la fundación de concreto a condición de que las circunstancias locales permitan conservar su estabilidad en toda época.

7. No hay lugar a establecer diferencia, entre las fundaciones para los diversos espesores de ladrillos.

Después de los ensayos de Arlington poco a poco se ha ido abandonando en los

Estados Unidos el empleo de ladrillo de 3 y 4", para usar solamente ladrillos de $2\frac{1}{2}$ ". Resulta evidentemente una economía notable en el precio de costo de la calzada de ladrillos, economía que alcanza a un 20 y 30%.

Ventajas de las calzadas de ladrillo

Las calzadas de ladrillos pueden usarse tanto en las calles urbanas como en los caminos públicos.

El pavimento de ladrillos es especialmente confortable anti-deslizante lo que conviene sobre todo para fuertes pendientes; no produce polvo ni es áspero y además es insonoro.

Por otra parte prácticamente no es desgastable y aparte de su resistencia mecánica es inatacable por los agentes físicos y atmosféricos. Los ladrillos de pavimentos son también utilizados muy a menudo en la industria para la construcción de suelos o revestimientos inatacables por los ácidos. La duración de un revestimiento de ladrillo depende del cuidado que se ha gastado en su ejecución cuando haya que hacer alguna reparación al pavimento basta dar vueltas los ladrillos para obtener un excelente pavimento.

Por todas estas razones no hay duda que el pavimento de ladrillo debe desarrollarse rápidamente en Francia particularmente en las calles urbanas, sobre todo cuando nosotros tenemos todos los elementos necesarios para la fabricación de un buen ladrillo pudiendo rivalizar con los mejores ladrillos americanos lo que nos permite hacer del pavimento de ladrillos un verdadero pavimento nacional.

J. T.



Marcos rígidos para Puentes

Una preocupación constante de la Oficina de Caminos y Puentes ha sido mejorar el tipo de sus puentes, eligiendo aquellos que mejor se adapten a las condiciones de nuestro suelo. Ha sido así como se han introducido la fundación por pilotajes, la fundación por torres, el concreto armado, la viga Vierendel y tantos otros sistemas.

El Puente La Higuera, en el camino de San Fernando a Curicó que acaba de inaugurar el Ministro de Fomento, señor Ibáñez, viene a incorporar en la ya larga lista de puentes un nuevo tipo; el marco rígido.

Este sistema de construcción, muy en boga en Alemania ha empezado a extenderse por los demás países europeos y Estados Unidos por razón de sus ventajas evidentes. La lógica misma de las construcciones recomienda el marco rígido, sistema en el cual las piezas se ayudan mutuamente a resistir las cargas. Por medio de ligazones convenientemente dispuestas se consigue que los momentos flexionantes que inevitablemente se producen por efecto de los esfuerzos a que está sometido el puente no sean resistidos solamente por las piezas horizontales, como ocurre en las vigas simplemente apoyadas o continuas, sino que también por los pilares verticales.

La igual repartición de los momentos flexionantes entre las piezas verticales y horizontales del puente produce la igualdad de sus dimensiones y la construcción presenta entonces líneas de mayor valor estético. En los puentes de viga continua ésta tiene dimensiones tan enormes con relación a las de los pilares verticales que la soportan que parece agobiarlo con su propio peso.

Por fin, los puentes en marco rígido tienen menor altura de construcción que los de viga apoyada de donde resultan menores terraplenes de acceso. Estos terraplenes, caros y anti-estéticos son causa constante de accidentes a la vez que desmejoran el trazado mismo del camino.

La construcción de los puentes en marco rígido es más sencilla que la de otros

tipos, no así los cálculos de resistencia, que por razón de su interminada estabilidad son laboriosos e imprecisos. El procedimiento empleado para calcular el puente La Higuera puede dar una idea general de lo que debe hacerse en tales casos.

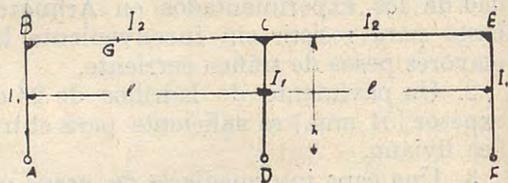


Fig 1

El marco rígido (fig. 1) está constituido por una losa 0,30 m. de espesor y 3,50 m. de ancho que sirve de pieza de resistencia y calzada a la vez. Este marco rígido en los nudos D, C, y E, está articulado en los apoyos A, D, y F, sobre fundación. La luz de cada tramo es de diez metros y su altura cinco metros.

Las cargas que solicitan el marco son el peso propio, el empuje de tierra y sobrecarga móvil. Esta última consiste en un tren de camiones de doce toneladas de peso cada uno, dispuesto en la forma que indica la fig. 2.

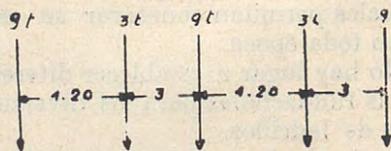


Fig 2

Los pasillos están formados por una losa de 0,85 m. de ancho y de 0,30 m. de espesor y realizan un marco rígido independiente análogo al de la calzada, para cuyo cálculo se reemplazó el tren de camiones por una carga móvil de peatones estimada en 400 k. por metro cuadrado.

El establecimiento de las fórmulas que permiten calcular sistemas indeterminados en su estabilidad, exige el estudio



LINEAS DE INFLUENCIA DE LOS MOMENTOS Y REACCION DE APOYOS

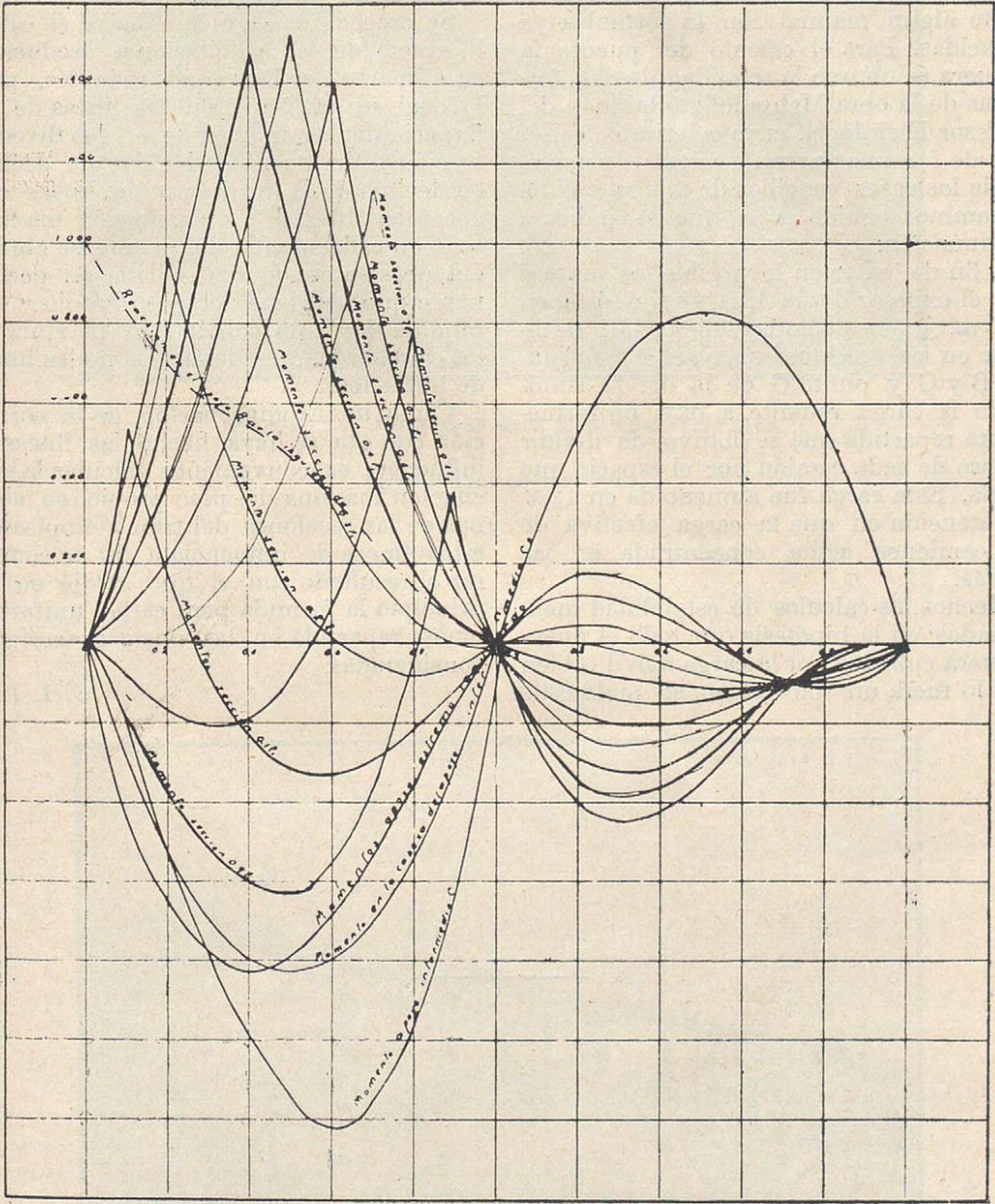


Fig. 3

de la deformación que sufre el sistema en presencia de las cargas. Este estudio conduce en general a ecuaciones largas y engorrosas por cuyo motivo recomendamos averiguar, antes de iniciar los cálculos, si existe algún manual con la fórmulas ya deducidas. Para el cálculo del puente la Higuera se obtuvo la totalidad de las fórmulas de la obra *Mehrstiellige Rahmen* del profesor Kleinlogel, cuya admirable colección de fórmulas permite calcular la mayoría de los casos sencillos de marco rígido. El camino seguido es el que se indica a continuación:

A fin de evitar en lo posible los tanteos con el espesor de la losa se fijó éste en 0,30 m. y se calculó la sollicitación resultante en las secciones más peligrosas (nudos B y C y punto G de la fig. 1) asimilando la carga rodante a otra uniformemente repartida que se obtuvo de dividir el peso de cada camión por el espacio que ocupa. Esta carga fue aumentada en 12% en atención en que la carga efectiva de los camiones actúa concentrada en las ruedas.

Hechos los cálculos de estabilidad mencionados, en la hipótesis que todo el puente fuera cubierto por la carga móvil o bien que lo fuera un solo tramo, se pudo esta-

blecer que las fatigas máximas producidas en las secciones B, C, y G estaban dentro de los límites admisibles o, lo que es lo mismo, que el espesor de 3,30 m. para la losa estaba bien elegido.

Se procedió enseguida a hacer el cálculo exacto de las sollicitaciones producidas en el marco por las cargas rodantes, para lo cual se construyeron las líneas de influencia de los momentos en las diversas secciones del puente, elegidas de décimo en décimo de la luz del tramo, líneas que aparecen en la fig. 3. La sollicitación máxima total en cada sección del puente se obtuvo entonces sumando a la sollicitación permanente que proviene del peso propio y empuje de tierra, la sollicitación máxima de las cargas rodantes deducidas de las líneas de influencia.

Como una comprobación de la corrección con que se haya hecho las líneas de influencia es conveniente calcular la sollicitación máxima del peso propio en algunas de las secciones del tramo empleando estas líneas de influencia a fin de comparar el resultado con el que arrojó en un principio la fórmula para carga uniformemente repartida en las mismas secciones consideradas.

J. I. L.

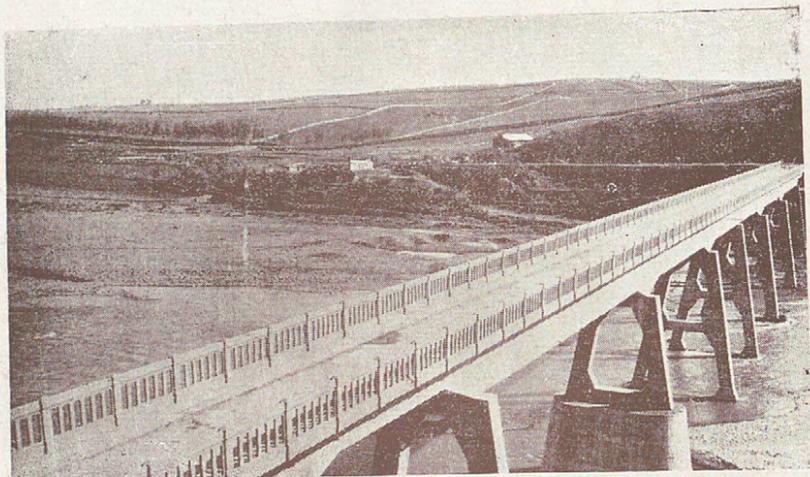


Puente Maipo en Lo Gallardo

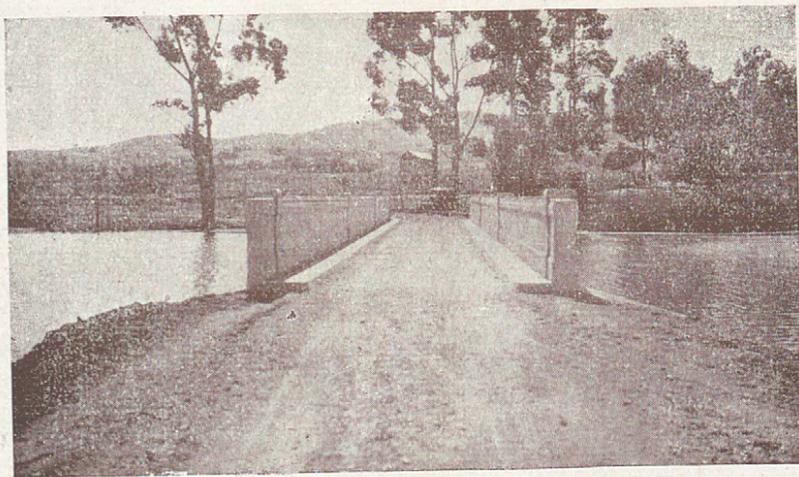
(Durante la construcción)



Puente Maipo en Lo Gallardo



Puente Limarí en Ovalle
Año 1927



Puente Santa Rita en el estero Casablanca
Camino La Playa a Casablanca

LABOR DE LA OFICINA

Caminos en construcción

Camino de Santiago a San Bernardo

ENTREGA DEL EJE DEL CAMINO.—El 8 de Agosto de 1927 se entregó a los contratistas el estacado del eje del camino.

INICIACIÓN DE LOS TRABAJOS.—El día 9 de Agosto de 1927 los contratistas dieron comienzo a los trabajos.

TRABAJO EJECUTADO. — *Pavimentación.*—En la sección comprendida entre el Zanjón de la Aguada y el Puente San Joaquín, las calzadas van pavimentadas con adoquín sobre concreto.

El trabajo hecho en esta parte ha sido el siguiente:

a) Concreto sub-suelo, calzadas y bocacalles 397 m.³

b) Superficie adoquinada, calzadas y bocacalles 2.869 m.²

c) Soleras en calzadas y boca-calles 935 metros lineales.

En las calzadas se han colocado 10 rejillas para resumideros.

La calzada Oriente se entregó al tráfico el día 5 de Enero.

ALCANTARILLAS.—En la sección comprendida entre el Zanjón de la Aguada y Cisternas, se han ejecutado 38 alcantarillas de diámetro de 0,40 y 0,60 con una longitud total de 1.121,20 m. l.

SIFONES.—Frente a la Chacra Lo Vial y en La Cisterna se han ejecutado dos sifones de concreto armado de 1,20 de diámetro y de 26 mts. de largo, teniendo cada uno un volumen de 16,53 m.³

También en La Cisterna se ha ejecutado un sifón de concreto armado de un metro de diámetro y de 26 mts. de largo, teniendo un volumen de concreto de 14,08 m.³

En Ovalle se han ejecutado dos sifones de cemento comprimido de 0,80 de diámetro con una longitud de 27 m. l. cada uno.

PUNTES DE CONCRETO ARMADO.—Se hicieron dos puentes de concreto armado de 2 mts. y de 1,50 m. de luz en el Canal San Joaquín y en la Capilla Vieja, respectivamente.

CÁMARAS PARA ALCANTARILLAS DE 0,40 y 0,60.—a) Se han ejecutado 32 cámaras en un volumen de concreto cada una de 1,6 m.³ y además hay 43 cámaras que están inconclusas, teniendo como término medio 1 m.³ cada una.

b) Para los sifones de 0,80 en Ovalle, se han hecho 4 cámaras que están inconclusas, teniendo cada una un volumen de concreto de 1,2 m.³

c) Para los sifones de concreto armado de 1,20 m. de diámetro, ubicados en la Chacra Lo Vial y Cisterna, se han hecho cámaras de concreto armado, teniendo cada una como término medio 4 m.³ de concreto.

d) Para el sifón de 1 m. de diámetro en Cisterna, se han ejecutado dos cámaras de concreto armado teniendo cada una como término medio 6,325 m.³ de concreto.

MOVIMIENTO DE TIERRAS.—Se ha hecho un corte en el camino para la construcción de la calzada de concreto a partir desde el puente San Joaquín hacia Lo Vial en la extensión de 1,400 mts. con un movimiento de tierras aproximado de 4,600 m.³ En esta misma sección se ha terraplenado para construir la calzada Poniente, con un movimiento de tierras aproximado de 1,600 m.³

EXPROPIACIONES.—En la sección Zanjón de la Aguada y La Pirámide se han demolido completamente las propiedades que quedaban en la faja de expropiación,

TRASLADO DE LA LÍNEA DE LOS TRANVÍAS A SAN BERNARDO.—Entre el Zanjón de La Aguada y Lo Vial se terminó completamente el trabajo de traslación de la línea de los tranvías a San Bernardo a la faja del camino indicada en el proyecto.

AUMENTO DE OBRAS—Durante la construcción de este camino se ha visto la necesidad de ejecutar diversas obras que no estaban contempladas en el contrato.

El valor total del aumento de obras asciende a la suma de \$ 20.000.

PROMEDIO DIARIO DE OPERARIOS

En pavimentación	14
En cancha.....	75
En obras de arte.....	36
Rodillero	1
Bodegueros	4
<hr/>	
Total.....	130

ESTACADO.—Se ha terminado el estacado del eje del camino hasta el cruce de la línea en San Bernardo.

ROL DE AVALÚOS.—Se han enviado a la Dirección de Impuestos Internos, dos copias del Rol de Avalúos para cobrar la contribución de fajas.

MAQUINARIAS EMPLEADAS.—*a) Para movimiento de tierras:* Palas buey, de distintas capacidades, Tractores y arados.

b) Betonera Ransome de 0,76 m.³ por vuelta.

c) Apisonadora y Alisadora Lakwood.

d) Planta mecánica para extraer ripio y arena.

Estudios de caminos

CAMINO DE CONCEPCIÓN A BULNES.—Se calcularon todas las obras de arte y muros de contención que faltaban para completar los planos correspondientes a los primeros 23 kilómetros del estudio definitivo de este camino.

CAMINO DE SANTIAGO A MELIPILLA.—Se calcularon todas las obras de arte y los perfiles transversales que faltaban para completar los planos del proyecto de este camino cuya longitud es de 62.334 kilómetros.

Se revisaron y completaron asimismo los calcos del plano horizontal y perfil longitudinal y se pusieron en limpio los documentos anexos que faltaban para quedar completo del todo.

El proyecto y la documentación correspondiente obran en poder del Departamento de Caminos.

CAMINO DE MELIPILLA A CASABLANCA.—En los primeros días de Abril la brigada se trasladó a Corralillos para hacer el estudio de la variante de las cuestras de Iba-

cache y las Hormigas, en cuyo estudio se ocupó durante un mes, a causa de haber tenido el infrascrito que ausentarse para desempeñar una comisión del Supremo Gobierno en el ferrocarril en proyecto «Trasandino por Lonquimay».

Durante el año se modificaron y calcularon las secciones transversales en los primeros 22,800 kilómetros para reducirlos a 9 m. de ancho en los terraplenes y a 12 m. en los cortes.

Los perfiles transversales correspondientes quedaron todos calcados.

Igualmente se hicieron nuevas copias del presupuesto y documentos anexos del proyecto de este camino que se habían extraviado, y cuya longitud es de 55+620 kilómetros.

El plano de la variante a curvas de nivel de metro en metro y escala de 1 a 1.000 hubo que dibujarlo dos veces por haber sido extraviado de la oficina el primer ejemplar.

Quedó hecho el estudio del trazado de la variante con el perfil longitudinal correspondiente; y sacados del plano los perfiles

transversales respectivos, los cuales fueron dibujados casi en su totalidad con las secciones del caso.

De la variante se calcularon el plano horizontal y el perfil longitudinal de la subida de la cuesta de Ibacache entre los kilómetros 32+500 y 35+100.

El estudio de la variante está muy avanzado y quedará terminado en breve para ser entregado a ese Departamento.

PERSONAL.—El personal de la brigada se compone de un ingeniero jefe, un topógrafo segundo y dos niveladores.

De los niveladores, don David 2.º Fuentes, estuvo bajo las órdenes del Ingeniero don Alfredo Armijo durante el tiempo que se empleó en el terreno y un poco más, en el estudio de las cuestas de Lo Prado y Zapata del camino de Santiago a Casablanca por Curacaví. Ultimamente pasó a servir definitivamente a las órdenes del señor Armijo.

Cuesta Lo Prado y Zapata

1. El 29 de Julio se iniciaron los estudios de las cuestas Lo Prado y Zapata. En ambas hubo necesidad de desechar los actuales trazados, debido a sus fuertes gradientes y curvas de cortos radios. Los nuevos trazados van por los faldeos del lado sur y quedan con todas las condiciones que se exigen para los caminos de primer orden.

El kilometraje aproximado de la cuesta de Lo Prado, será de.....	14.000 kl.
El kilometraje de la cuesta de Zapata será de.....	12.000 »
<hr/>	
El kilometraje aproximado total será de.....	26.000 kl.

2. Hasta el 31 de Diciembre pasado las carteras de ambas cuestas estaban calculadas y el plano de curvas de nivel de Lo Prado terminados.

3. El personal que trabajó fué el siguiente:

Un ingeniero jefe de la comisión, don Alfredo Armijo Serres.

Un topógrafo, don Pedro J. Vélis.

Un nivelador, don David Fuentes, ayudante don Alberto Sepúlveda.

4. El dinero invertido en el estudio en el terreno, incluso las asignaciones de campaña, fué de \$ 14.033,14.

Hay que agregar a lo invertido en el terreno en ambas comisiones, lo gastado en Santiago en arriendo de oficina, pago del personal auxiliar, calcos, suma que asciende a \$ 6.808,00.

Algunos detalles del estudio del camino de Concepción a Bulnes

A principios del año próximo pasado se inició el estudio del ante proyecto, desde el km. 23.400, punto término de estudios de comisiones anteriores. Se efectuó el trabajo en el terreno tomando los detalles necesarios, para obtener del plano de curvas de nivel, la cubicación del movimiento de tierras y proyectos de obras de arte.

TRAZADO GENERAL DEL CAMINO.—La ruta seguida por la comisión que hizo el estudio definitivo en el primer tramo, aprovechó en los primeros 12 kilómetros el camino actual, variándolo en diferentes partes para mejorar las curvas y rasantes. Sigue por los faldeos del río Andalién hasta el kilómetro 23.400, dejando el actual camino al sur, el cual tiene fuertes pendientes y contrapendientes imposibles de evitar, por lo cual el proyecto lo abandona.

Desde el kilometraje mencionado, continuó la comisión a mi cargo el estudio, hasta terminar en la ciudad de Bulnes. El trazado que se designó deja los faldeos del río Andalién, para pasar al valle del estero Curapalihue a través del portezuelo de donde nace el chorrillo de San Luis, esto es poco antes de la desembocadura del Curapalihue en el Andalién. Esto se hizo, y ya se había notado en la anterior comisión, debido al gran costo del trazado en los faldeos del río Andalién, por lo cual era necesario salir de él tan pronto hubiere una pasada hacia Collico, lo cual también disminuyó el kilometraje del camino. Se atraviesa el Curapalihue frente al chorrillo San Luis, para pasar al estero San Juan, por un portezuelo que existe poco antes de su desembocadura en el Curapalihue. Se remonta el San Juan hasta su nacimiento, pasando por Collico (frente a casa fundo Collico), se atraviesa el cordón que separa Collico con el fundo Taler

mo, para empalmar en el actual camino dos kilómetros antes de llegar al pueblo La Florida.

El trozo comprendido entre La Florida y Bulnes, pasa por el pueblo de Quillón y atraviesa el río Itata en El Roble. Comprende dos secciones esencialmente diferentes en su topografía, pues desde La Florida hasta llegar al valle de Coyanco, el trazado va por faldeos de cerros, tal como la parte anterior a La Florida; en cambio desde Coyanco hasta Bulnes en su casi totalidad va por terrenos planos. Desde La Florida hasta el kilómetro 48.000, el trazado continúa por el actual camino a Quillón, haciéndosele las mejoras de su trazado. De este punto el nuevo camino bajará al estero San José por el valle del mismo nombre, pasará por los faldeos del cerro Queime y llegará al valle del río Coyanco, bajando la quebrada que se encuentra paralelamente a la derecha del actual camino. En esta última parte el proyecto evita fuertes pendientes y contrapendientes, curvas de cortos radios y barrancos que tiene el camino en servicio.

Desde Coyanco hasta Bulnes se sigue por el trazado general del camino actual, atraviesa el estero Quillón por un puente de fierro existente, pasa por el pueblo de Quillón, atraviesa el río Itata en El Roble, para llegar a Bulnes con el kilometraje 87.066. Desde Quillón hasta Bulnes el proyecto evita cierto número de curvas innecesarias que el actual camino tiene.

KILOMETRAJE.—Los kilometrajes parciales y total del proyecto son:

De Concepción a La Florida...	42.700 kl.
De La Florida a Quillón.....	26.500 »
De Quillón a Bulnes.	17.866 »

De Concepción a Bulnes..... 87.066 kl.

TOPOGRAFÍA DE LA REGIÓN ATRAVESADA.
—La topografía en general de la provincia de Concepción es excepcionalmente accidentada. Debido a esto y a las pocas exigencias del tráfico de carretas, el actual camino de Concepción a La Florida y Bulnes pasando por la cuesta del Troncón, en su mayor extensión tiene pendientes bastantes fuertes y curvas muy pronunciadas, en

forma tal que casi no admite tráfico de vehículos motores.

El trazado proyectado dejará al futuro camino en condiciones de admitir un intenso tráfico de auto-vehículos; al mismo tiempo se lleva en forma que su construcción sea lo más económica, dentro de las dificultades de la región.

GRADIENTES Y CURVAS.—La gradiente máxima adoptada fué de 6%, esto es considerando dentro de ella, la suplementaria correspondientes a las curvas. La pendiente longitudinal mínima es de 0.5%.

El radio de curva horizontal mínimo es de 30 metros.

ACORDAMIENTO ENTRE CURVAS.—El acordamiento entre curvas de sentido inverso, se hace por intermedio de elementos rectos mínimos de 35 metros y en casos excepcionales de 25 metros.

PERFILES TRASVERSALES.—Las formas y dimensiones son las indicadas en los perfiles tipos de la figura, teniendo los ensanches correspondientes a los diferentes radios de curvas. Se proyectan fosos de 0,50 metros de profundidad por 0,50 metros de base, sección suficiente para que escurran las aguas a los desagües vecinos. Después de algunos años, el perfil del camino ejecutado, será posible ensancharlo, convirtiendo el foso proyectado en cuneta y dando cabida a la vereda y foso adyacente.

AFIRMADO.—En los dos o tres primeros años convendrá que el camino sea en tierra, a fin que los cortes y terraplenes se consoliden; una vez transcurrido ese tiempo, llegará el momento de colocar una capa de rodado, principalmente en los trozos de mayor tráfico.

Los materiales para formar la superficie de rodado se encuentran en las siguientes partes, en forma visibles.

Kilómetros 23.000, rocas a orillas del río Andalién.

Kilómetros 28 000, rocas en las cercanías del estero Curapalihue.

Kilómetros 29.900, rocas en las cercanías del estero San Juan.

Kilómetros 75.000, ripio y rocas en el río Itata.

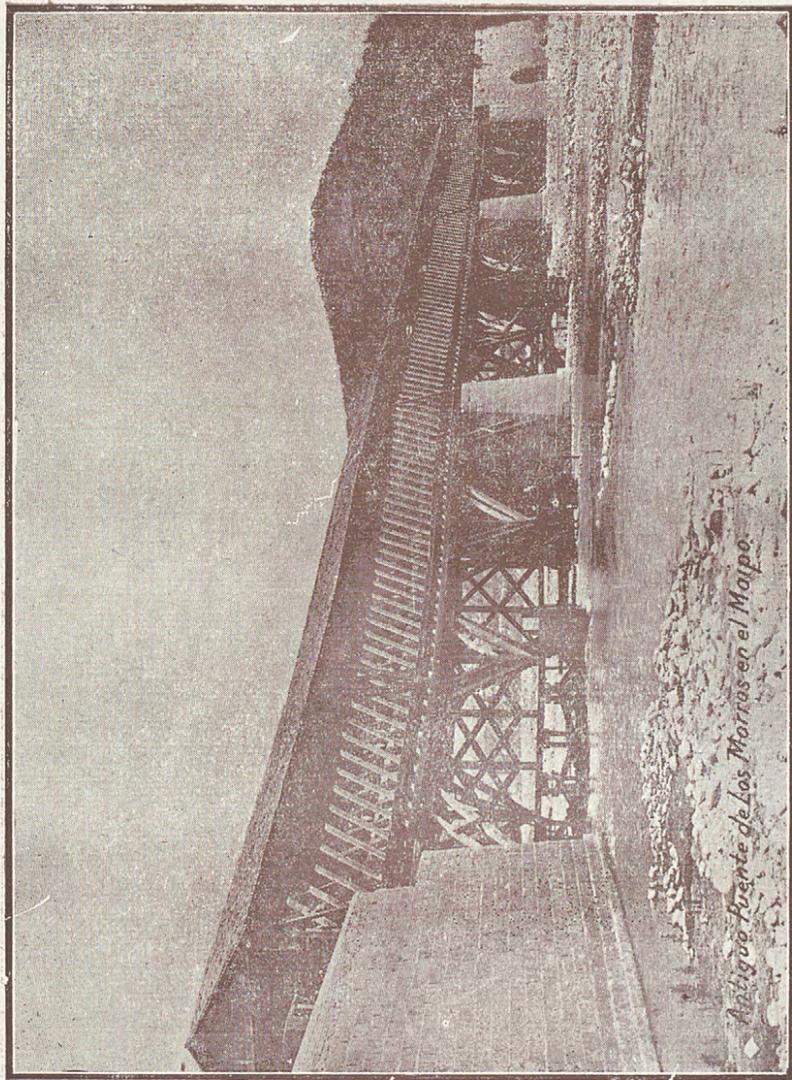
Antiguo

Puente

Maipo

en

Los Morros



Actual

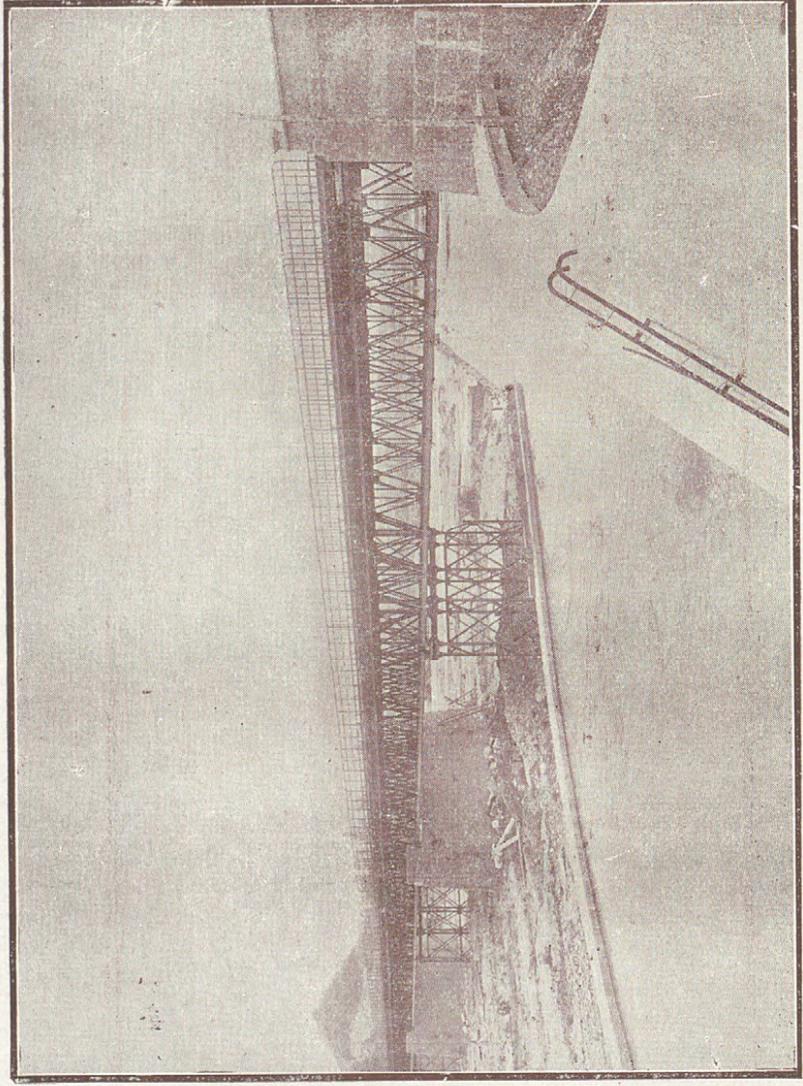
Puente

Maipo

en

Los Morros

1918

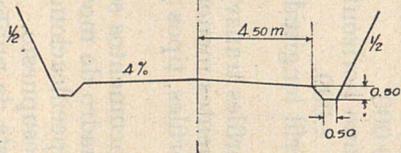


CAMINO CONCEPCION A BULNES.

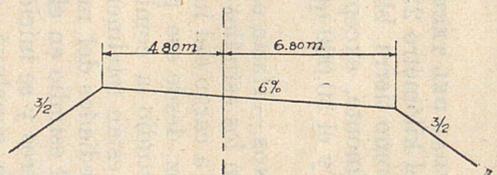
PERFILES TIPOS

Escala 1/200

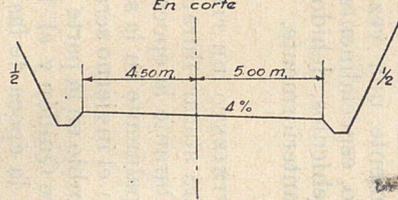
RECTA EN CORTE.
O curvas mayores de 500m



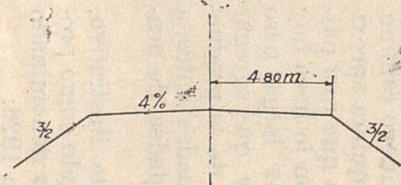
CURVAS DE 30 a 75 m
En terraplen.



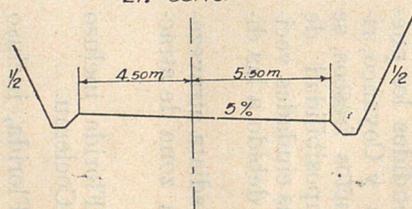
CURVAS DE 125 a 205 m.
En corte



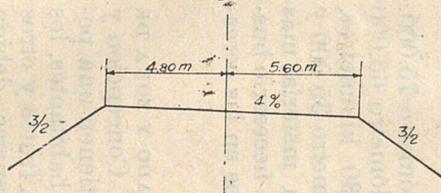
RECTA EN TERRAPLEN.
O curvas mayores de 500m



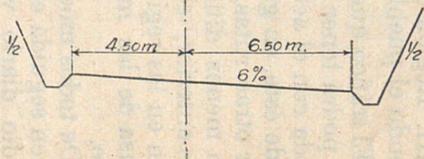
CURVAS DE 75 a 125 m
En corte



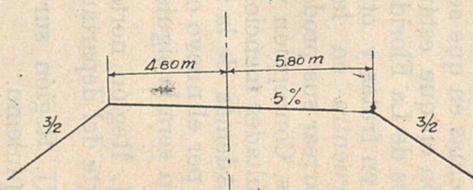
CURVAS DE 125 a 205 m.
En terraplen.



CURVAS DE 30 a 75 m.
En corte



CURVAS DE 75 a 125 m.
En terraplen.



ESTADOS
1928

Según las indicaciones anteriores, es posible colocar una capa de chancado o macadam acuoso hasta el kilómetro 35.000, con una distancia de acarreo media de 2 kilómetros.

Del ripio o rocas del kilómetro 75.000, se podrá utilizar desde el kilómetro 65.000 al kilómetro 87.066. Los 30 kilómetros, comprendidos entre el kilómetro 35 000 y 65.000, serán cubiertos con material más difícil de acarrear y que será necesario buscar o sondear, talvez de pozos en las cercanías de la zona del camino.

JUSTIFICACIÓN DEL TRAZADO Y ZONA DE ATRACCIÓN.—La ciudad de Concepción y pueblos de los alrededores, tienen una población superior a 130.000 habitantes, los que se proveen de verduras, frutas y otros productos desde largas distancias, debido a las dificultades de acceso a las regiones vecinas en que se produce aquello. La región en que están comprendidos los pueblos de La Florida, Quillón y Coyanco, rica en frutas y otros productos frescos, se encuentra en la casi imposibilidad de acarrear sus productos a las ciudades vecinas, Concepción y Bulnes, debido a las dificultades mencionadas.

Además de la zona inmediata atravesada por el nuevo camino, la zona de atracción será la siguiente:

I. Región norte de La Florida, incluso parte del departamento de Coelemu.

II. Región sur de La Florida, incluso Copiulemu.

III. Región oriente de Bulnes, comprendiendo el pueblo de San Ignacio.

El tráfico que habrá en el nuevo camino, no podrá tener relación ni siquiera aproximada con el actual, debido a que una parte de éste, en gran proporción lo hace hoy por otras rutas, aunque más largas pero con menos dificultades. Hay que agregar a lo anterior, el incremento de la producción en las regiones mencionadas antes, a causa de las mayores facilidades de acarreo.

De todos modos como dato ilustrativo, va en seguida el tráfico, tomado como promedio diario y en el punto denominado Los Caracoles, durante el año 1926:

Vehículos motorizados	17
Vehículos a tracción animal.....	79
Animales.....	88

Estos números aumentarán desproporcionalmente, una vez ejecutado el nuevo camino, especialmente en la parte de los auto-vehículos, debido a las razones apuntadas anteriormente.

MOVIMIENTO DE TIERRAS.—Este trabajo se podrá atacar durante los 12 meses del año. Durante la época no lluviosa se hará principalmente en la sección de cerros, porque en el invierno será difícil su ejecución. En cambio en la parte plana, principalmente entre Quillón y el Itata, es terreno arenoso y la época de las lluvias presenta menos dificultades para el tráfico, luego también para la construcción.

CALIDAD DEL TERRENO.—En la totalidad desde el kilómetro 23.400, se puede considerar como tierra blanda, para los efectos del desmonte, excepto entre el kilómetro 29.800 y el 30.000 que es roca.

PLANOS.—Hasta el kilómetro 23.400, se hicieron los estudios definitivos por una comisión a cargo del ingeniero don Emiliano Jiménez, desde ese punto hasta Bulnes hizo el estudio la comisión a mi cargo. Los planos están totalmente terminados.

A mediados del mes de Marzo, se terminó el estudio en el terreno de los 63.666 kilómetros y se inició el de oficina, el cual también concluyó, excepto calcos en tela.

Los planos son:

- 1). Plano de situación del camino, escala 1: 750.000.
- 2). Plano horizontal de curvas de nivel, escala 1: 2.000.
- 3). Perfil longitudinal, escala 1: 2.000 y 1: 200.
- 4). Perfiles transversales, escala 1: 200.
- 5). Puentes menores, diferentes escalas.
- 6). Perfiles, tipos y tubos tipos, escala 1: 200.

Los documentos son:

- 1). Cuadro de movimiento de tierras.
- 2). Especificaciones.
- 3). Presupuesto.
- 4). Lista de puntos de referencia.



5). Cuadro de puentes, alcantarillas y tubos.

Un ingeniero jefe de la comisión, don Alfredo Armijo Serre.

Un topógrafo, don Luis Molina Arza; y Dos niveladores, don José Mela y don Enrique Williams.

El personal que trabajó tanto en el estudio en el terreno como en el de la oficina, fué el siguiente:

4. El dinero invertido en el estudio del terreno, incluso las asignaciones de campaña, fué de \$ 13.875,67.

Noticias de Puentes

Se pidieron propuestas para la construcción del puente Limache en Lo Chaparro. Las propuestas se abrieron el 30 de Enero. Valor de la propuesta oficial: \$245.722,55.

De don Pablo Goldenberg para construir el puente Itata en el Roble, por la suma de \$ 593.000,00, y la propuesta de don Gonzalo Lavín para la construcción del puente Quintero en Valle Alegre por la suma de \$ 185.800.

El Ministerio aceptó las siguientes propuestas:

INFORMACIONES OFICIALES

Nombramiento del personal del Departamento de Caminos

Santiago, 30 de Diciembre de 1927.

SECCIÓN CONSERVACIÓN DE CAMINOS

Secc. 1.^a.—N.º 2139.—Vistas las facultades extraordinarias que me confieren las leyes N.º 4113 y 4156, de 25 de Enero y 4 de Agosto último,

Decreto:

Fígase la siguiente planta del personal y sueldos para el Departamento de Caminos:

DIRECCIÓN	
Director Ingeniero.....	\$ 40.000
Ingeniero Visitador.....	36.000
Ingeniero Visitador.....	33.000
Secretario Abogado.....	18.000
Oficial de Tramitaciones.....	18.000
Oficial de Partes y Archivero...	12.000
Ayudante de la Oficina de Partes y Archivos.....	9.600
Taquígrafo.....	7.200
Dactilógrafo 1.º.....	6.600
Dos Dactilógrafos 2.º con 4.000 pesos c/u.....	9.600
Portero 1.º.....	4.800
Portero 2.º.....	3.600

SECCIÓN ESTUDIOS DE CAMINOS, LABORATORIO Y MÁQUINAS

Jefe.....	\$ 30.000
Ingeniero de Minas.....	12.000
Químico.....	10.000
Dos Ayudantes con \$ 9.600 c/u	19.200

SECCIÓN CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS

Jefe.....	\$ 30.000
Dos Ingenieros 2.º con \$ 21.000 c/u.....	42.000
Dibujante 1.º.....	12.000
Dactilógrafo 2.º.....	4.800

Jefe.....	\$ 30.000
Dactilógrafo 1.º.....	6.600
Cinco Ingenieros de 1.º grado con \$ 30.000 c/u.....	150.000
Siete Ingenieros de 2.º grado con \$ 24.000 c/u.....	168.000
Siete Ingenieros de 3.º grado con \$ 21.000 c/u.....	147.000
Tres Ingenieros de 4.º grado con \$ 18.000 c/u.....	54.000
Tres Conductores de Obras de 1.º grado con \$ 9.600 c/u.....	28.000
Ocho Conductores de Obras de 2.º grado con \$ 8.400 c/u.....	67.200
Quince Conductores de Obras de 3.º grado con \$ 7.200 c/u.	108.000
Veintiseis Conductores de Obras de 4.º grado con \$ 6.000 c/u.	156.000

SECCIÓN ESTUDIOS DE PUENTES

Jefe.....	\$ 30.000
Ingeniero 1.º.....	24.000
Ingeniero 2.º.....	21.000
Dos Ingenieros 2.º con 18.000 pesos c/u.....	36.000
Dos Ingenieros 4.º con 15.000 pesos c/u.....	30.000
Dibujante 2.º.....	10.200

SECCIÓN CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN DE PUENTES

Jefe.....	\$ 30.000
Dibujante 1.º.....	12.000
Dactilógrafo 3.º.....	4.000
Dos Conductores de Obras de 1.º grado con \$ 10.200 c/u.....	20.400
Dos Conductores de Obras de 2.º grado con \$ 8.400 c/u.....	16.800

Dos Conductores de Obras de
3.º grado con \$ 7.200 c/u..... 21.600

El Presidente de la República queda facultado para contratar el personal que sea necesario, cuando así lo requieran determinados trabajos, con cargo a las rentas de caminos destinados a este objeto.

Tómese razón, regístrese, comuníquese, publíquese e insértese en el Boletín de las Leyes y Decretos del Gobierno.—C. IBÁÑEZ C.—*Adolfo Ibáñez B. --Pablo Ramírez.*

Santiago, 30 de Diciembre de 1927.

Secc. 2.ª.—N.º 2143.—Visto el decreto N.º 2139 de 30 del actual, que fija la planta y sueldos del Departamento de Caminos,

Decreto:

Nómbrese a las siguientes personas para que desempeñen los puestos que se indican en el Departamento de Caminos:

DIRECCIÓN

A don Carlos Alliende Arrau, Director Ingeniero.

A don Carlos Concha Fernández, Ingeniero Visitador 1.º

A don Ricardo Lezaeta, Ingeniero Visitador 2.º

A don Aníbal Vicuña, Secretario Abogado.

A don Pedro Baeza, Oficial de Tramitaciones.

A don Miguel Ferreira, Oficial de Partes y Archivero.

A don Urbano Vicuña, Ayudante de la Oficina de Partes y Archivero.

A doña Consuelo Palma de Araya, Taquígrafa.

A doña Rebeca Cordero, Dactilógrafa 1.ª

A doña Adela Gazmuri de Ojeda, Dactilógrafa 2.ª

A doña Lucía Flühmann, Dactilógrafa 3.ª

A don Tomás Alvarez, Portero 1.º

A don Víctor Garrido, Portero 2.º

SECCIÓN ESTUDIOS DE CAMINOS, LABORATORIOS Y MAQUINARIAS

A don Francisco Solar, Jefe.

A los señores Héctor Escobar y Abraham Alcaíno, Ingenieros 2.º

A don Enrique Ramírez, Dibujante 1.º

A doña Sofía Salas, Dactilógrafa 2.ª

SECCIÓN CONSERVACIÓN DE CAMINOS Y PUENTES

A don Alfredo Silva, Jefe.

A doña Sara Carvajal de Ramírez, Dactilógrafa 1.ª

A los señores Gustavo Gandarillas, Fermín León, Alfonso Olea, Juan Carabantes, y Fernando Pesse, Ingenieros de primer grado.

A los señores Pedro Asalgado, Francisco Asenjo, Francisco Pastenes, Carlos Pedraza, Manuel Ramírez y Adolfo Rodríguez, Ingenieros de segundo grado.

A los señores Julio Correa, Guillermo Guzmán, Hildebrando Miranda y Rogelio Mardones, Ingenieros de tercer grado.

A los señores Apolinario Catalán, Manuel Aguirre y Manuel Rodríguez, Conductores de Obras de primer grado.

A los señores Germán Téllez, Carlos Concha Vera y Luis A. del Canto, Ingenieros de cuarto grado.

A los señores Juan Núñez, Felipe Gallardo, José Santelices, Pedro Benítez, Miguel Baigorria, Santiago Gutiérrez y Alfredo Cood, Conductores de Obras de segundo grado.

A don Hipólito Vallejos, Conductor de Obras de segundo grado.

A los señores César Illanes, Vicente M. Meza, Alejandro González, Abraham Ortega, Juan J. Espinoza, Isidro Carpentier, Florindo Encina, Guillermo Contreras, Alfonso Moreno, José García, Arístides Guzmán, Marcial Castro, Francisco Marín, Luis Blanco y Julio Henseleit, Conductores de Obras de tercer grado.

A los señores Gumercindo Díaz, Tomás Vega, Luis Oliva, Carlos Bari Bell, Enrique Ibarra, Luis A. Mery, José Valenzuela, Manuel Soto Glen, Galo Miranda, Miguel Chamorro, Santos Villar, Arturo Elso Baquedano, Carlos Contreras, Urbano Cortés, Héctor Bravo, Alejandro Pinochet, Carlos

Mebold, Humberto Muñoz, Santiago González, Ulises Veglia, Alejandro de los Ríos, Guillermo Godoy, Liberto Pinto, Alejandro Carvajal, Octavio Adiazola y Claudio Ferrera, Conductores de Obras de cuarto grado.

ESTUDIOS DE PUENTES

A don Carlos Ponce de León, Jefe.
A don Vasco Solar Gazmuri, Ingeniero 1.º
A don Roberto Tupper, Ingeniero 2.º
A los señores Julio Ibáñez y Carlos Olayarrieta, Ingenieros 3.º
A don Oscar Tenhamm, Ingeniero 4.º
A don Enrique Madge, Dibujante 2.º

CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN DE PUENTES

A don Francisco Escobar, Jefe.
A don Alberto Carreño, Dibujante 1.º
A doña Fresia Acevedo, Dactilógrafa 3.ª
A los señores Ramón Maturana y Alejandro Cataldo, Conductores de Obras de primer grado.
A los señores José Villa y Aníbal Rojas, Conductores de Obras de segundo grado.
A los señores Julio Rubio, Luis Guzmán y Manuel Daroch, Conductores de Obras de tercer grado.
Páguese a los nombrados el sueldo correspondiente a contar desde el 1.º de Enero próximo.
Tómese razón, regístrese y comuníquese.—C. IBÁÑEZ C.—Adolfo Ibáñez B.

Camino de Concepción a Talcahuano

Proyecto de Ley para su pavimentación

La ciudad de Concepción está unida al puerto de Talcahuano, por un camino de 14 kilómetros que, dada la importancia comercial e industrial de la región, es necesario mejorarlo lo antes posible.

En dicho camino el transporte por vehículo automóvil es más económico que por Ferrocarril. El tránsito de carga es aproximadamente de sesenta mil toneladas y el número de pasajeros que por él transita alcanza anualmente a dos millones más o menos.

A la Empresa de los Ferrocarriles del Estado no le afectará apreciablemente la construcción de dicho camino, por cuanto la mayor parte de la carga que recibe en Talcahuano va consignada al norte y sur de Concepción y casi la totalidad de la que se lleva al puerto en referencia, viene de la frontera o del norte del país.

Es indudable que con el mejoramiento definitivo de este camino, se aumentaría el tránsito por él, importaría un abaratamiento apreciable de los transportes, una disminución en el costo de la vida y, además, se realizaría prácticamente una unión en-

tre las dos ciudades con ventajas recíprocas para sus habitantes.

Los comerciantes y casas importadoras de Concepción que tienen agencias y bodegas en Talcahuano, obtendrán apreciables beneficios con este camino, pues podrá eliminar la estadía de sus mercaderías en esta última ciudad y transportarlas directamente a Concepción, evitando los trasbordos y demoras consiguientes. Asimismo, se facilitará apreciablemente el tránsito de pasajeros, quienes podrán hacer el viaje entre esas ciudades con menor costo y con más frecuencia y oportunidad.

El presente proyecto se refiere únicamente a la pavimentación definitiva de 9 kilómetros 500 metros. Del resto existen ya pavimentados 3 kilómetros 500 metros, trabajo hecho con recursos de las Juntas Departamentales de Caminos de Concepción y Talcahuano, quienes han contratado actualmente una longitud adicional de un kilómetro más.

El financiamiento de este camino no irrogará gastos a la Caja Fiscal por cuanto se costeará con rentas de la ley de caminos y

con los recursos extraordinarios que se detallan en el proyecto de ley que se acompaña.

En atención a las consideraciones expuestas, y haciendo uso de la facultad que me confiere el artículo 46 de la Constitución Política del Estado para solicitar urgencia en el despacho de este proyecto, tengo el honor de someter a vuestra consideración el siguiente

PROYECTO DE LEY:

«Artículo 1.º Se autoriza al Presidente de la República para contratar un empréstito interno o externo hasta por la cantidad necesaria para obtener un millón setecientos mil pesos (\$ 1.700,000) líquidos moneda legal, con un interés que no exceda de siete por ciento (7%) y una amortización acumulativa no inferior al tres por ciento (3%) anuales, suma que se destinará exclusivamente al mejoramiento y pavimentación definitiva del camino de Concepción a Talcahuano.

El tipo de pavimento será fijado por el Presidente de la República.

Art. 2.º Los trabajos se ejecutarán por licitación pública en conformidad a los planos, bases y especificaciones preparadas por el Departamento de Caminos.

Serán de cargo a los contratistas los gastos de conservación del camino durante un plazo máximo de dos años, a contar desde la entrega al tránsito público de la carretera, y garantizarán esta obligación manteniendo la boleta de garantía de su contrato, reducida en un 50% durante el plazo indicado.

Esta garantía se devolverá por mitades al término de cada año de garantía transcurrido, previa deducción del valor de los gastos de conservación o reparaciones que efectuare el Fisco, si no los hubiere efectuado oportunamente el contratista.

Art. 3.º El servicio del empréstito se hará con los siguientes recursos:

a) Con la suma de sesenta mil pesos (\$ 60.000) que se deducirá de los fondos que asigna al antiguo departamento de Concepción la Ley N.º 3611, de 5 de Marzo de 1920;

b) Con la suma de cincuenta mil pesos (\$ 50.000) que se deducirá de los fondos

que asigna a la comuna de Talcahuano la ley indicada:

c) Una contribución de tránsito que pagarán los usuarios del camino en conformidad a la tarifa que fije el Presidente de la República;

d) Una contribución adicional de un medio por mil al año, sobre todas las propiedades raíces, tanto urbanas como rurales, ubicadas en la comuna de Talcahuano; e igual contribución sobre propiedades colindantes con el camino situados en la comuna de Concepción. Dicha contribución se aplicará según el rol de Avalúos vigente en ambas comunas y se pagará en la Tesorería Provincial de Concepción, en las mismas fechas en que se cancela la contribución de la renta, pudiendo admitirse el pago anual anticipado;

e) Con una cuota anual de treinta mil pesos que pagará el Club Hípico de Concepción conforme a las cuotas y en los plazos fijados en el reglamento correspondiente.

Para los efectos de esta cuota se modifica el decreto del ex-Ministerio del Trabajo, Asistencia y Previsión Social en el sentido de que la Junta de Beneficencia de Talcahuano continuará entregando al Club Hípico de Concepción, la suma \$ 1.700 por cada reunión de carreras, asegurando, el Club Hípico, a su vez, a la referida Junta de Beneficencia, una entrega bruta de doscientos cincuenta mil pesos anuales (\$ 250.000).

Art. 4.º La Tesorería Provincial de Concepción retendrá la suma de ciento diez mil pesos (\$ 110,000) proveniente de las letras a) y b) del artículo anterior, de los fondos recaudados de acuerdo con las letras b) y c) de la Ley de Caminos N.º 3611, de 5 de Marzo de 1920, y la depositará conjuntamente con los fondos del empréstito, sus intereses y demás recursos que establece dicho artículo, en una cuota especial que se denominará «*Empréstito del camino de Concepción a Talcahuano*», y que se abrirá en la Caja Nacional de Ahorros o en una institución bancaria de primera clase.

Art. 5.º Una vez canceladas las obligaciones que contraigan de acuerdo con las disposiciones del artículo 1.º se suspenderá la aplicación de las del artículo 3.º, excepto las contribuciones establecidas por las

letras c) y e), las qua quedarán con efecto permanente para destinar su producido al mantenimiento del pavimento.

La contribución que establece la letra c) empezará a aplicarse desde el momento en que se termine la construcción del camino.

Art. 6.º Terminada la pavimentación, la contribución de tránsito y la cuota que fije la letra e) del artículo 3.º, será supervigilada, percibida y distribuída por una Junta formada por el Intendente de Concepción, el Primer Alcalde de Talcahuano y el ingeniero de la provincia, sin perjuicio de las facultades propias del Departamento de Caminos.

Art. 7.º Esta Junta formará anualmente el Presupuesto de distribución de gastos que será aprobado por el Presidente de la República, previo informe del Departamento de Caminos.

Art. 8.º Los fondos percibidos por la contribución de tránsito se destinarán:

a) A satisfacer sus gastos de recaudación;

b) A conservar el camino de acuerdo con los presupuestos elaborados por el Departamento de Caminos;

c) A la adquisición de maquinarias y herramientas que se estimen necesarias para el camino, previo informe del Departamento de Caminos,

Art. 9.º Los fondos que se obtengan por esta contribución se depositarán semanalmente en una cuenta especial que se abrirá en una institución bancaria de primera clase, en la ciudad de Concepción o en la Oficina de la Caja Nacional de Ahorros y sólo se podrá girar en ella con el visto bueno del Intendente de la provincia y de acuerdo con las disposiciones que dicte el Presidente de la República.

Art. 10 Antes de iniciarse los trabajos, se efectuará la expropiación de los terrenos y edificios de propiedad municipal y particular que sean necesarios para la rectificación del trazado y su ensanche hasta un ancho total y uniforme de 20 metros.

Las expropiaciones se llevarán a cabo en conformidad a lo dispuesto en el artículo 17 de la Ley de Caminos y a los planos y cuadros respectivos formados por el Departamento de Caminos.

El Presidente de la República designará

los terrenos fiscales que deban ser ocupados por este camino.

Art. 11 Los dueños de los predios cuyas aguas pasen por el camino a que se refiere la presente ley, proporcionarán las necesarias para el riego y ejecución de la calzada, a juicio del Departamento de Caminos y con acuerdo de la Junta respectiva.

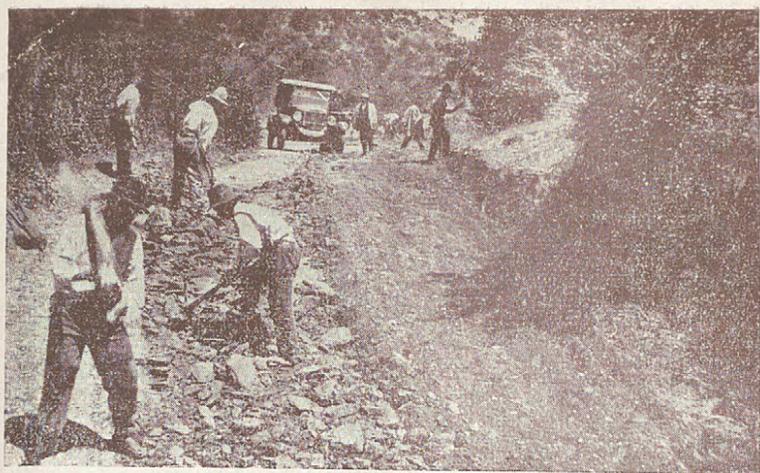
La indemnización a que haya lugar por el uso del agua, se fijará en cada caso de común acuerdo entre el propietario y el Departamento de Caminos. Si este acuerdo no se produjere, el monto de la indemnización será fijado por dos peritos, uno nombrado por el Propietario y otro por el Presidente de la República a propuesta del Departamento de Caminos. En desacuerdo estos dos últimos, el propietario podrá recurrir a la justicia ordinaria y el juicio se tramitará breve y sumariamente como en el caso de avalúo por expropiación conforme a la Ley de 18 de Junio de 1857.

Art. 12. Las multas que se apliquen a los infractores de la Ley N.º 3611, de 5 de Marzo de 1920, y de la presente Ley, en el camino en referencia, se destinarán a incrementar los recursos previstos para el servicio de las obligaciones contraídas de acuerdo con el artículo 1.º; y, una vez canceladas dichas obligaciones, a los fines que señala la letra e) del artículo 25 de la Ley de Caminos.

Art. 13. La deducción del quince por ciento que fija el artículo 126 del Reglamento de Caminos, no se hará efectiva sobre las cuotas de sesenta mil y cincuenta mil pesos con que contribuirán anualmente para este camino cada una de las comunas de Concepción y Talcahuano, respectivamente.

Art. 14. Si terminada la ejecución de esta obra y descontados los fondos destinados a su conservación quedare algún sobrante, el Presidente de la República dispondrá la manera de invertirlo, ya sea en el mismo camino a propuesta de la Junta respectiva, ya sea en la amortización extraordinaria del empréstito.

Art. 15. Se autoriza al Presidente de la República para contratar, con cargo a los fondos concedidos por esta Ley, a propuesta del Departamento de Caminos, el personal de inspección que estime necesario, pa-



CAMINO SAN JAVIER

A CONSTITUCIÓN

CUESTA

TABÓN TINAJA

1927



CAMINO DE SAN JAVIER

A CONSTITUCIÓN

CUESTA

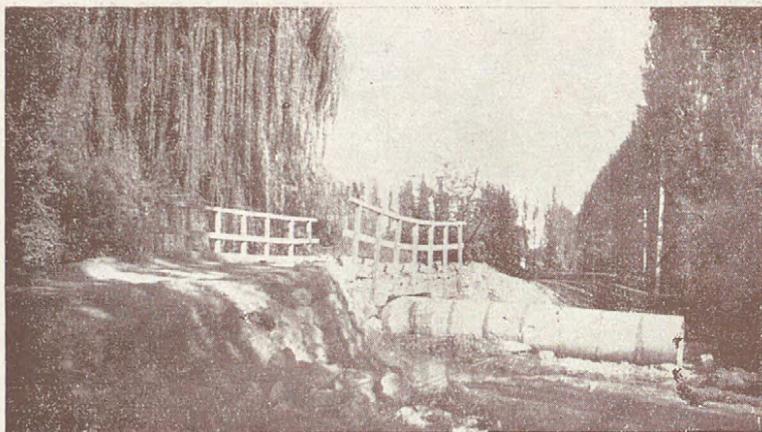
TABÓN TINAJA



CAMINO SAN JAVIER

A

PANIMÁVIDA



CAMINO LONGITUDINAL
ENTRE SAN JAVIER
Y VILLA ALEGRE.
EN EL PUENTE CHOCOA
ANTES DEL ARREGLO

CORTE CERRO EL
MOLINO. CAMINO DE
SAN JAVIER A VILLA
ALEGRE EN CAMINO
LONGITUDINAL



CAMINO LONGITUDINAL
ENTRE SAN JAVIER
Y VILLA ALEGRE
CORTE LOMA DE LAS
TORTILLAS

ra cuyo efecto podrá invertirse hasta el 8% del total del empréstito a que se refiere el artículo 1.º

Art. 16 La presente ley regirá desde la fecha de su publicación en el Diario Ofi-

cial, excepto en lo referente al cobro de contribuciones, el cual se hará efectivo a contar desde el 1.º de Enero de 1928.

Santiago, a 12 de Enero de 1928.—C. IBÁÑEZ C.—*Adolfo Ibáñez*».

Pavimentación Av. José Pedro Alessandri

Ley Núm. 4207, de 30 de Septiembre de 1927

PLIEGO COMPLEMENTARIO

Disposiciones administrativas

Artículo 1.º Rigen las disposiciones administrativas y técnicas del Pliego de Condiciones para trabajos de pavimentación con adoquín o asfalto aprobado por la Junta Directiva de las obras de Pavimentación de Santiago, en lo que no fuere contrario a las disposiciones del presente Pliego Complementario.

Formarán parte integrante del contrato que se celebre para la ejecución de estos trabajos, el Pliego de Condiciones, el presente Pliego Complementario y las bases para la petición de la propuesta los que firmará el contratista, conjuntamente con la escritura de aceptación de su propuesta.

Art. 2.º Para los efectos de la propuesta, el trabajo de pavimentación de las calzadas y ejecución de obras complementarias de la Avenida José Pedro Alessandri, se considerará dividido en dos secciones, a saber:

PRIMERA SECCIÓN.—Desde la Avenida Cañas, término del pavimento de adoquinado existente, hasta enfrentar la línea norte de cierros de sitios de la Avenida Las Acacias.

SEGUNDA SECCIÓN.—Desde Las Acacias hasta el término de la pavimentación en el crucero con el camino Macul-Lo Cañas, incluyendo la superficie correspondiente a este crucero, dos embudos para el camino y uno hacia el sur.

Art. 3.º No se aceptarán propuestas por el trabajo total de la Avenida, debiendo ca-

da propuesta concretarse en su oferta al trabajo de una u otra de las secciones indicadas en el artículo 2.º

La Junta Directiva se reserva el derecho de rechazar todas las propuestas, aceptar sólo para una de las secciones y aún dividir cada sección entre dos proponentes.

La Junta Directiva se reserva igualmente el derecho de trasladar de una sección a otra para los efectos de su aceptación y de acuerdo con el proponente, una propuesta que estime conveniente.

Art. 4.º Cada proponente deberá acompañar a su propuesta, una boleta de garantía, de Banco de primera clase, por veinticinco mil pesos (\$ 25.000), a la orden del Presidente de la Junta Directiva de que habla el artículo 3.º de la ley 4.207.

Las devoluciones de estas boletas quedan sujetas a las disposiciones del Pliego de Condiciones y las de los proponentes favorecidos, serán devueltas después de cuatro años de terminadas las obras. (Art. 4.º de la ley 1.207).

Art. 5.º Los pagos parciales por obra hecha y la devolución de retenciones se sujetará a lo que establece la ley 4.207, Art. 4.º.

Art. 6.º El Presidente de la Junta podrá canjear por boletas bancarias, el 10% de las retenciones de las planillas parciales de pago, siempre que estos canjes sean cada vez por cantidades mayores de 15.000 pesos, previo informe favorable de la Dirección del Alcantarillado de Santiago, designada por Decreto Supremo número 1.715,

de 3 de Noviembre de 1927, del Ministerio de Fomento, como oficina a cargo de las obras.

Art. 7.º No será tomada en cuenta toda propuesta que se presente sin dar cumplimiento a la ley de Papel Sellado, Timbres y Estampillas.

Art. 8.º Las propuestas se presentarán en los formularios que proporcionará la Dirección del Alcantarillado y Pavimentación de Santiago.

Art. 9.º Obras que comprenden las propuestas:

a) Pavimentación con cubierta de «laja» sobre concreto, de dos calzadas de seis metros de ancho cada una y de embudos en los cruces de calles que se prolongarán hasta las líneas de cierros de ambos costados de la Avenida, de acuerdo con el plano y los atravesos de comunicación entre las dos calzadas hasta la distancia de la línea de tranvías que indique la Dirección.

b) Suministro y colocación de soleras de piedra granítica de 0,125 m. de ancho de cara, sobre concreto, formando dos calzadas y refugio central que será limitado en sus cabezas por soleras curvas en la forma que indique la Dirección de los Trabajos.

c) Construcción de una cuneta a cada lado de la Avenida, en la zona en tierra, y según las indicaciones que se darán más adelante.

d) Arreglo de muros y radier y colocación de cubiertas en los canales y acequias que atraviesan la Avenida según las indicaciones que se especifican más adelante.

e) Suministro y colocación de tubos de cemento comprimido en los cruces de las calles transversales para la continuidad de las cunetas de que habla la letra c) de este artículo, según indicaciones y plano que se incluye.

f) Suministro y colocación de una cañería de cemento comprimido de 0.15 m. de diámetro para paso de agua de riego de árboles en la ubicación que indique la Dirección y que comuniquen los refugios centrales en la parte que quedan interrumpidos por los atravesos pavimentados.

g) Retiro de escombros provenientes de las excavaciones en las calzadas, cunetas, pasos de agua, etc. y emparejamiento de las superficies no pavimentadas a satisfacción de la Dirección.

Art. 10. No se hará pago alguno por costo de estas obras complementarias. El contratista estimará su valor y en el precio por metro cuadrado de pavimento de calzada concluido, incluirá el costo de todas esas obras complementarias. De modo que en la propuesta no aparecerán más precios que el de metro cuadrado de pavimento de laja sobre concreto en calzada, metro lineal de solera recta colocada sobre concreto y metro lineal de solera curva colocada sobre concreto. Asimismo el costo de las excavaciones queda incluido en el precio por metro cuadrado de pavimento o por metro corrido de solera colocada, tal como lo establece el artículo 22 del Pliego de Condiciones para trabajos en Santiago.

Condiciones técnicas

Art. 11. Pavimento de «laja».

Sobre la cancha nivelada y rodillada en la forma que indican los artículos 32 y 33 del Pliego, se extenderá una capa de concreto hecha en la forma y proporciones que indican los artículos 35, 36 y 37 del Pliego y de diez centímetros (0,10 m.) de espesor.

Sobre el concreto se colocará una capa de asiento para el clavado, de la cubierta de lajas que será formada por:

100 kilos de cemento

150 litros de arena gruesa lavada

100 litros de piedrecilla o sea huevillo hasta de un centímetro (0,01 cmt.), de preferencia chancado fino que pase por malla de nn centímetro (0,01 cmt.).

Esta mezcla de asiento deberá ser colocada humedecida en la forma que indique la Dirección.

La laja no debe asentar directamente en el concreto de base, debiendo quedar a lo menos uno y medio centímetros (0,015 m.) de la mezcla de asiento antedicha entre la parte inferior de la laja y el concreto.

La colocación de las lajas podrá hacerse arrastrando las lajas para colocarla contra las contiguas de modo que la mezcla de asiento antes descrita, suba rellenando en parte los huecos o juntas hasta cierta altura; en tal forma que siempre quede una altura libre de junta de siete centímetros (0,07 m.) la que será rellenada con la mezcla de fraguado ejecutada cuidadosamente

y colocada con las precauciones que se detallan en el artículo 44 del Pliego.

Art. 12. LAJAS.—Se entiende por laja un trozo de roca granítica de la misma clase de piedras que se aceptan en los adoquines; ese trozo de piedra podrá tener sus caras más o menos irregulares y disparejas, pero deberá presentar una cara sensiblemente pareja que será la que quede formando la superficie superior, de rodado.

DIMENSIONES.—Altura o dimensión normal a la superficie de concreto:

Máxima.....	0,15 m.
Mínima.....	0,11 »

Dimensiones de la cara superior o superficie de rodado: no puede tener ninguna dimensión de más de 0,22 m. y de menos de 0,10 m.

El número de piedras lajas que deben entrar en cada metro cuadrado superficial debe quedar comprendido entre 28 y 35 lajas.

Art. 13. CUÑAS.—Para aumentar la resistencia de la capa de rodadura en los puntos en que por irregularidades de las lajas queden extensiones de mezclas, se colocarán «piedras cuñas» que deben tener a lo menos 0,06 m. de alto empotradas en la mezcla.

La cara superior de la «piedra cuña» quedará al mismo nivel que la superficie de las lajas adyacentes.

La piedra para estas cuñas será de la misma clase que la de la piedra laja, quedando prohibido el empleo en cuñas de la piedra de desmonte de canteras, o cáscaras de piedras.

Art. 14. RIEGO, PISONEO.—Después de colocadas las lajas y sus cuñas en la forma indicada, se regará la superficie convenientemente, en forma de asegurar el conveniente humedecimiento de la mezcla de asiento y de acuerdo con las instrucciones que en la faena se impartan por la Dirección sus agentes.

Además de las precauciones del pisoneo para relleno de juntas de que habla el artículo 44 del Pliego, se hará también pisoneo y emparejamiento de la superficie por medio de una cercha de madera de las dimensiones que indique la Dirección, la que tendrá la forma del perfil transversal

de la calzada y con la cual se golpeará dicha superficie de acuerdo con las instrucciones que se impartan.

Art. 15. SOLERAS.—Se fija como altura mínima aceptable para las soleras que se usen para la pavimentación de la Avenida Alessandri, la de 0,30 m. quedando subsistentes las demás disposiciones del artículo 34 del Pliego.

Obras complementarias para las dos secciones

Art. 16. CUNETAS.—A todo el largo de la Avenida Alessandri y en ambos costados se construirá una cuneta de la sección que indica el plano de detalles, y que se continuará a través de los embudos pavimentados de las calles transversales por medio de las obras que se indica en el artículo 17.

Las cunetas laterales de las calles transversales a la Avenida Alessandri deberán quedar expeditas hasta el empalme con la cuneta construída.

Estas cunetas de las calles transversales tendrán las características que indique la Dirección y que en general serán las de las actuales cunetas existentes en esas calles.

Art. 17. PASOS DE AGUA.—Las cunetas de ambos costados de la Avenida Alessandri se continuarán a través de los embudos de las calles transversales por medio de una obra de arte según plano tipo número 2. Esta obra consistirá en tubos de cemento comprimido de diámetro de 0,45 m. con sus bocas y demás características que indica el plano. Las bocas podrán construirse de albañilería de ladrillo unidos con mezcla de 1×4 o bien de concreto en proporción $1 \times 4 \times 8$.

Deberán quedar con sus paramentos visibles estucados con una chapa de mezcla de cemento de 1×3 , de un centímetro de espesor.

La tubería tendrá en cada paso de embudo una longitud aproximada de 12 metros para embudos de 7 metros de ancho de calzada transversal y su número será el que se indica en las obras de arte que comprende cada sección. Los tubos irán unidos por medio de anillos y emboquillados con mezcla de cemento de 1×2 .

Art. 18. CUBIERTA DE CURSOS DE AGUA QUE ATRAVIESAN LA AVENIDA.—Los cana-

les o acequias que atraviesan la avenida y que se detallan más adelante para cada sección, serán salvados en la pavimentación por medio de una obra construída como sigue:

El contratista deberá revisar los muros y radier del curso del agua cuando éste esté canalizado y hará en ellos las reparaciones y consolidaciones que sean necesarias a juicio de la Dirección.

Sobre los muros así consolidados, y que conservarán las características del cauce en cuanto a luz del puente, pendiente, espesores, etc, se construirá una cubierta de rieles colocados según el eje de la calzada y en tal forma que la superficie de rodado así construída dé el mismo perfil que la calzada contigua. Los rieles deberán quedar uno con la cabeza hacia arriba y el siguiente con la zapata hacia arriba y así sucesivamente para dar contacto entre cabezas y zapatas adyacentes.

Este puente presentará el mismo aspecto que el construído en la Avenida Irarrázaval al poniente del cruce con el camino Lo Plaza.

Cuando el curso de agua no esté canalizado se consultará la canalización completa de él, entendiéndose que esta canalización, como la consolidación del cauce en el caso anterior, comprenden una longitud igual al ancho total de la Avenida Alessandri incluso aceras y paseos en tierras.

Para luces de puentes mayores de 1,20 m. deberán emplearse rieles de canaletas (Phoenix) de los usados par la Compañía de Tracción y Alumbrado de Santiago en sus vías de las calles.

Cuando estas luces sean menores de 1,20 metro podrá usar riel Vignola de 0,20 m. de alto.

La colocación de los rieles, su aceptación y en general toda determinación sobre esta clase de obras de arte queda sujeta en lo que no esté dispuesto en el presente Pliego Complementario, a las disposiciones que en cada caso imparta la Dirección.

Art. 19. Las cunetas de la Avenida Alessandri de que habla el artículo 16 se continuarán a través de los cursos de agua que atraviesan la avenida por medio de una obra de arte como indica el plano tipo número 4. Esta obra consiste en un sifón de cañería de cemento comprimido de 0,45 m.

de diámetro provistas de boca como indica el plano. El trasdós de los tubos quedará tocando la cara inferior del radier del canal; en los muros del canal se dejarán bocas, como indica el plano, las cuales servirán de vertederos de descarga y el agua que pase por estos vertederos caerá dentro de las bocas de entrada y salida del sifón.

Los tubos irán unidos con anillos y emboquillados con mezcla de cemento de 1×2 . Los paramentos visibles de las bocas quedarán estucados con chapa de mezcla de 1×3 de un centímetro de espesor.

Las bocas podrán hacerse de albañilería de ladrillo unidos con mezcla de 1×4 o bien de concreto de $1 \times 4 \times 8$.

Art. 20. Para el paso de las aguas de riego de árboles, que en el futuro podrán colocarse en las bandejas centrales de la avenida, a través de la parte pavimentada que comunica a ambas calzadas se colocarán cañerías de cemento comprimido de diámetro 0,15 m. emboquillado con mezcla de cemento de 1×2 y provisto de boca de entrada y salida. El plano correspondiente da las indicaciones necesarias para esta obra de arte, (plano N.º 3).

Para la construcción de las bocas se atiende a lo indicado en los artículos 17 y 19 respecto a bocas de obras de arte.

Art. 21. OBRAS DE ARTE QUE COMPRENDE LA SECCIÓN PRIMERA.—(Avenida Cañas a Avenida Las Acacias).

a) Al sur del cruce de Avenida Tocornal un curso de agua canalizado de 0,80 m. de luz, que deberá llevar en las calzadas cubiertas de rieles del tipo indicado en el artículo 18, y por lo tanto pudiéndose usar rielas Vignolas de 0,12 m. de alto.

b) Para la continuidad de las cunetas en este mismo paso de agua deberán consultarse en ambas cunetas obras de arte de las indicadas en el artículo 19.

c) Al sur del cruce de Avenida Las Encinas un curso de agua que atraviesa la avenida, canalizado de 0,80 m. de luz, llevará en ambas calzadas cubierta de rieles de los indicados en el artículo 18 y de rielas Vignola de 0,12 m. de alto.

d) En el cruce de ambas cunetas con este canal se construirán obras de arte de las indicadas en el artículo 19.

e) Pasos de aguas de las cunetas de las indicadas en el artículo 17 para los embu-

dos de calzadas transversales, esta sección debe consultar los siguientes:

- 2 en Avenida Tocornal.
- 1 en Avenida Los Aromos.
- 2 en Avenida Los Tilos.
- 2 en Avenida Las Palmeras.
- 2 en Avenida Las Encinas.
- 2 en Avenida Los Arces,

En total 11 pasos de agua del tipo indicado en el artículo 17 (plano N.º 2).

f) Para el paso de aguas de riego entre una y otra de las bandejas centrales según lo indicado en el artículo 20, se consultarán en esta sección las siguientes obras:

- 1 frente a Avenida Cañas.
- 1 frente a Avenida Tocornal.
- 1 entre Tocornal y Los Aromos.
- 1 frente a Avenida Los Aromos.
- 1 entre Los Aromos y Los Tilos.
- 1 frente a Avenida Los Tilos.
- 1 frente a Avenida Las Palmeras.
- 1 frente a Avenida Las Encinas.
- 1 frente a Avenida Los Arces.
- 1 entre Los Arces y Av. Las Acacias.

Art. 22. OBRAS DE ARTE QUE COMPRENDE LA SECCIÓN SEGUNDA.— (Avenida Las Acacias a camino Macul-Lo Caña).

a) A unos 80 metros al sur del cruce de la Avenida Las Acacias, cruza la avenida un canal de 1,80 m. de ancho el cual deberá llevar en las calzadas puentes de rieles de los indicados en el artículo 18, debiendo consultarse riel de canaleta tipo Tracción. Parte del muro norte de este canal en el extremo poniente del cruce está destruido y deberá rehacerse.

b) Las cunetas de ambos costados de la avenida, de que habla el artículo 16, se pasarán por encima del canal indicado por medio de canoas que se construirán con medios tubos de cemento comprimido de 0,40 metros de diámetro apoyados en dos rieles que le servirán de vigas maestras, según indico el plano tipo respectivo. Estos tubos cortados según un plano diametral deberán construirse en forma de media caña y no se acepta el cortar longitudinalmente tubos completos.

c) Al sur del cruce con Avenida Los Olmos atraviesa la Avenida Alessandri un curso de agua que no está canalizado y que deberá canalizarse en todo el ancho necesario con una sección que tendrá 0,60 m. de ancho por 0,80 m. de profundidad y se

construirá de albañilería de ladrillo con mezcla de 1×4 o bien de concreto de $1 \times 4 \times 8$.

d) Sobre este curso de agua así canalizado se harán en ambas calzadas de la avenida puentes de rieles como los indicados en el artículo 18 (riel de Vignola de 0,2 m. de alto).

e) Para el paso de las cunetas bajo este canal se consultarán obras de arte como las indicadas en el artículo 19.

f) Unos 90 metros al norte del cruce con Avenida Los Plátanos cruza la avenida un curso de agua canalizado de 1,20 m. de ancho que deberá consultar en cada calzada un puente como lo indicado en el artículo 18.

g) En este canal se construirán dos obras de arte como las indicadas en el artículo 18 para la continuidad de las cunetas.

h) Al norte del cruce con camino Macul-Lo Cañas, cruza la avenida un canal de 1,80 m. de ancho que debe consultar para ambas calzadas puentes de rieles de los indicados en el artículo 18, debiendo emplearse riel Phoenix.

i) Las cunetas de ambos costados desembocarán en este canal por medio de aberturas hechas en los muros del canal de sección igual al de las cunetas. Estas aberturas en los muros quedarán estucadas con chapa de mezcla de cemento de 1×3 .

j) Pasos de agua en las cunetas de las indicadas en el artículo 17 para los embudos de calzadas transversales, esta sección debe consultar los siguientes:

- 2 en Avenida Las Acacias.
- 2 en Avenida Los Castaños.
- 1 en Avenida Los Fresnos.
- 2 en Avenida Los Olmos.
- 2 en Avenida Los Plátanos.
- 1 en Avenida Madreselvas.
- 1 en Avenida Los Clarines.

1 en cada una de las dos calzadas de Avenida Alessandri inmediatamente al norte de la terminación de la última bandeja central antes del cruce con camino Macul-Lo Cañas.

1 en el embudo que se prolongará al sur del cruce con el camino Macul-Lo Cañas.

En total 14 pasos de agua de los indicados en el artículo 17. (Plano tipo N.º 2).

k) Para el paso de aguas de una a otra

bandeja central se construirán en esta sección las siguientes obras según el tipo indicado en el artículo 20:

- 1 frente a la Avenida Las Acacias.
- 1 entre Las Acacias y Avenida Los Castaños.
- 1 frente Avenida Los Castaños.
- 1 frente a Avenida Los Fresnos.
- 1 frente a Avenida Los Olmos.
- 1 entre Avenida Los Olmos y Avenida Los Plátanos.
- 1 frente a Avenida Los Plátanos.
- 1 frente a la Avenida Madreselvas.
- 1 frente a Avenida Los Clarines.

En total 9 obras de las indicadas en el artículo 20.

Art. 23. Será de obligación del respectivo contratista tomar todas las medidas conducentes a ejecutar las obras de arte enumeradas en los artículos 16 a 22 de acuerdo con las reglas del arte y con las especificaciones técnicas; así serán de su cargo la obtención de las cortas de aguas necesarias, y demás medidas que sean estimadas por Dirección como convenientes de realizar.

Art. 24. Será de responsabilidad exclusiva del contratista correspondiente cualquier perjuicio que se produjere a terceros con motivo de las cortas de aguas necesarias para la construcción de las obras de arte.

Art. 25. Para los efectos de los plazos que indica el artículo 11 del Pliego de Condiciones deberá computarse como fecha inicial del trabajo, el día que se entregue al contratista la superficie por pavimentar

de modo que la faena de pavimentación debe avanzar conjuntamente con la construcción de las obras de arte que a cada sección corresponde.

Art. 26. Las aguas lluvias o de riego provenientes de las calzadas en los puntos en que no tengan escurrimiento natural fuera de la calzada pavimentada, como ocurrirá en las esquinas nor-orientes de los embudos hacia el oriente, serán conducidas a la cuneta por medio de una abertura convenientemente dispuesta que se dejará en la solera.

Art. 27. Los tubos de cemento comprimidos que se usen en las diversas obras de arte, serán confeccionados con mezclas de 500 kilos de cemento por metro cúbico de arena y cumplirán con las siguientes condiciones:

- a) Quedar impermeables a los 30 días de fabricados con presión inferior de 6 metros agua.
- b) No quebrarse a una presión interior de 15 metros de altura de agua.
- c) Resistir una carga exterior de 2.500 kilos por metro cuadrado de proyección horizontal.
- d) Serán de 0,70 m. de largo los tubos de 0,45 m. de diámetro de corte plano y unión por medio de anillos.
- e) Serán de un metro de largo los de 0,150 m. y de unión a cazoleta.
- f) También un espesor mínimo de 5 centímetros los de diámetro de 0,45 m. y de 2,5 centímetros los de 0,150 m. de diámetro.

INFORMACIONES GENERALES

Programa de trabajos de Puentes para el año 1928

Obras por contratos

En el cuadro de puentes contratados que se acompaña puede verse claramente el monto de los contratos actuales; lo pagado hasta la fecha, es decir hasta el 15 de Diciembre de 1927, y el saldo por pagar.

Este saldo en los 35 puentes que aparecen en el cuadro alcanza a la suma de \$ 12.889.864,94.

Durante el año 1928 se calcula, según los gráficos de avance de los trabajos (gráficos que no se acompañan) que podría pagarse una suma cercana a \$ 10.000.000, quedando para el año 1929 el saldo de \$ 2.889.864,94.

Ahora bien el saldo actual del Presupuesto Especial de Puentes para 1927 ítem e) N.º 1 es de \$ 2.630.489,71 y según el presupuesto para el año de 1928 que se acompaña la partida disponible para el ítem e) N.º 1 es de \$ 6.979.000.

Resulta que para el año 1928 tendremos disponible la suma de \$ 9.609.489,71 y los compromisos probables serán de \$ 10.000.000 quedando un saldo en contra de \$ 390.510,29 lo cual no nos permitirá durante el año 1928 contratar ninguna obra nueva. Y aun para evitar posibles dificultades sería conveniente no dar curso a dos de los contratos que están pendientes en estos momentos del Ministerio o sean los puentes de Quinchilca y Donjil.

Durante el año 1928 se terminarán 15 de los 35 puentes actualmente contratados quedando 18 para el año 1929 y 2 para ser terminados el año 30.

En Junio del año 1928 podrán pedirse propuestas para nuevas obras por cuanto

los primeros pagos de éstas nuevas obras vendrán a caer allá por los primeros meses del año de 1930.

Este es el programa de puentes por contrato que no pueda ampliarse más porque los recursos de la ley no lo permiten.

Si se contratara un empréstito podría darse mayor amplitud a la construcción de puentes.

Trabajos por Administración

Por lo que hace a las obras por administración durante el año 1928, el programa tendrá que encuadrarse dentro de los recursos disponibles.

Saldo del ítem e) N.º 2 del año 1927, \$ 74.714,19 y del presupuesto de 1928 tenemos para el ítem e) N.º 2 \$ 997.000, o sea un total disponible de \$ 1.071.714,19 con lo cual se podrán construir sólo 10 o 12 puentes menores. El número dependerá del valor del presupuesto de estos puentes cuyos estudios se hacen en estos momentos.

Trabajos de reparación y conservación de puentes para el año 1928

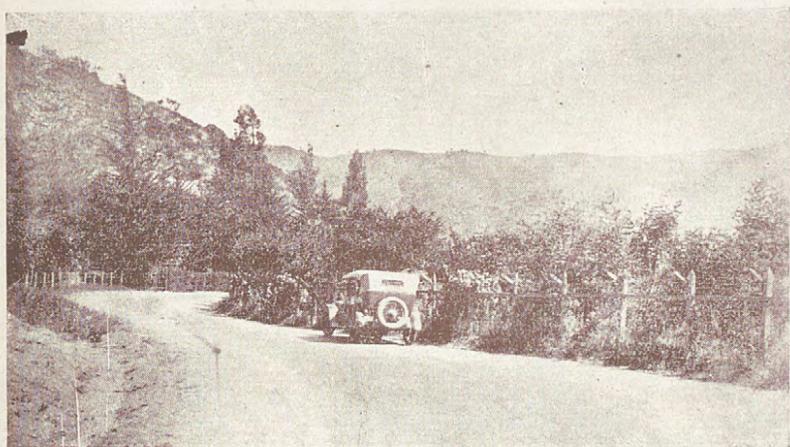
Para estos trabajos disponemos de los siguientes recursos: Saldo del ítem e) N.º 3 del Presupuesto de 1927: \$ 159.492,88.

Calculado para el año 1928 del mismo ítem \$ 1.395.800. En total se dispone de \$ 1.558.292,88 para todos los trabajos de la República. Estos fondos se distribuirán por provincias según su extensión, su kilometraje de caminos y número de puentes.

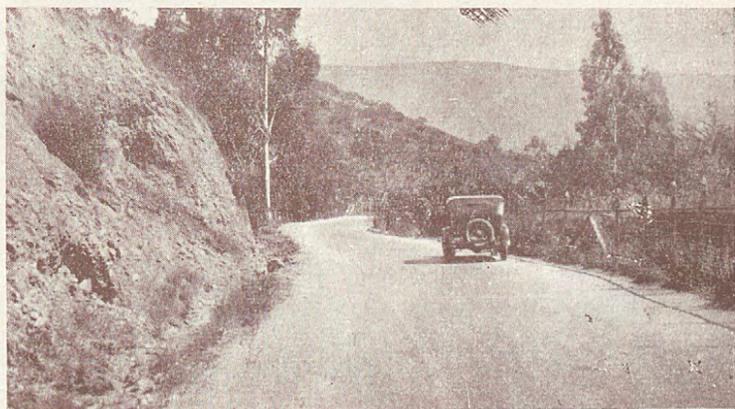
Estado actual de los trabajos de puentes contratados en 31 de Diciembre de 1927

BOLETIN de
CAMINOS

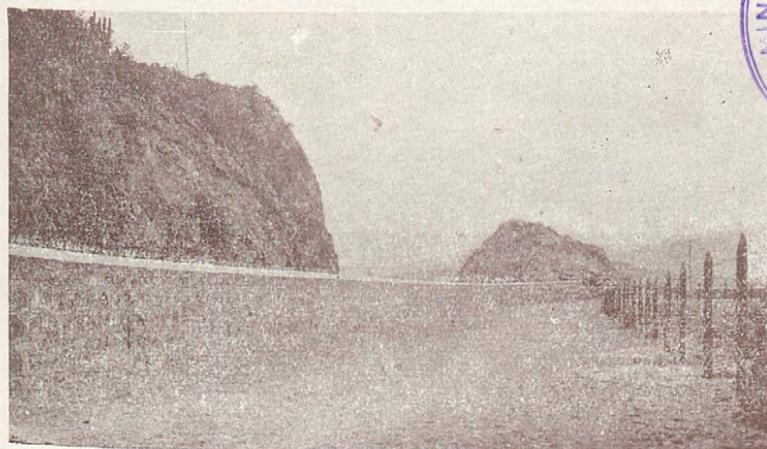
PROVINCIAS	Valor del contrato	Pagado hasta la fecha	Saldos por pagar	Término del plazo
ATACAMA				
Huasco en Vallenar.....	\$ 601.200,00	\$260.588,93	\$ 340.611,07	Mayo de 1929
COQUIMBO				
Coquimbo en Serena	\$ 318.900,—	\$ 158.404,17	\$ 160.495,83	Febrero de 1929
Laguna Negra	172.000,—	40.966,44	131.033,56	Junio de 1929
	\$ 490.900,—	\$ 199.370,61	\$ 291.529,39	
VALPARAÍSO				
Aconcagua en Calera.....	\$ 1.602.000,—	\$ 876.258,45	\$ 725.741,55	Junio de 1928
Quintero en Valle Alegre.....	185.800,—	.....	185.800,—	Febrero de 1929
	\$ 1.787.800,—	\$ 876.258,45	\$ 911.541,55	
SANTIAGO				
El Canelo.....	\$ 110.000,—	\$ 95.230,00	\$ 14.770,00	Mayo de 1928
Yalí	328.980,—	224.537,66	104.442,34	Julio de 1928
Maipo en Chocalán.....	1.167.500,—	423.463,53	744.036,47	Mayo de 1929
Maipo en Lo Gallardo.....	853.000,—	.....	853.000,—	Mayo de 1929
Mapocho en Providencia	408.855,08	.....	408.855,08	Agosto de 1929
	\$ 2.868.335,08	\$ 743.231,19	\$ 2.125.103,89	
O'HIGGINS				
O'Higgins en Rancagua.....	\$ 778.450,30	\$ 241.452,79	\$ 536.997,51	Junio de 1928
Maipo al lado de la línea ferrea.....	2.430.100,—	210.116,73	2.219.983,27	Enero de 1930
Peuco en Angostura.....	177.339,—	.....	177.339,—	Marzo de 1929
	\$ 3.385.889,30	\$ 451.569,52	\$ 2.934.319,78	



CAMINO DEL OLIVAR



CAMINO DEL OLIVAR

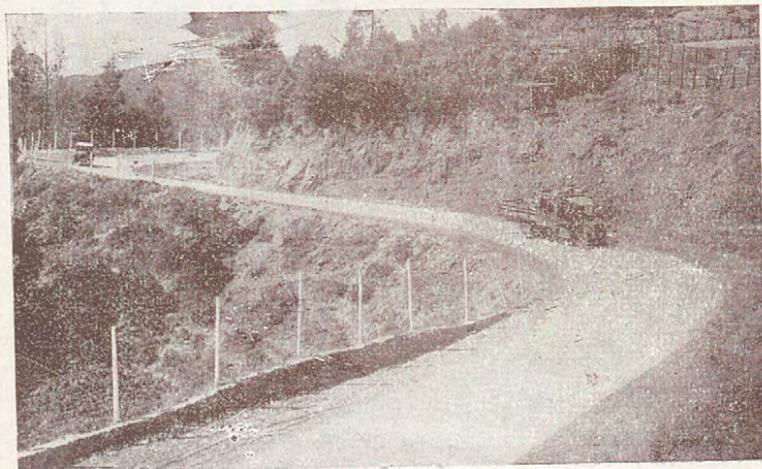
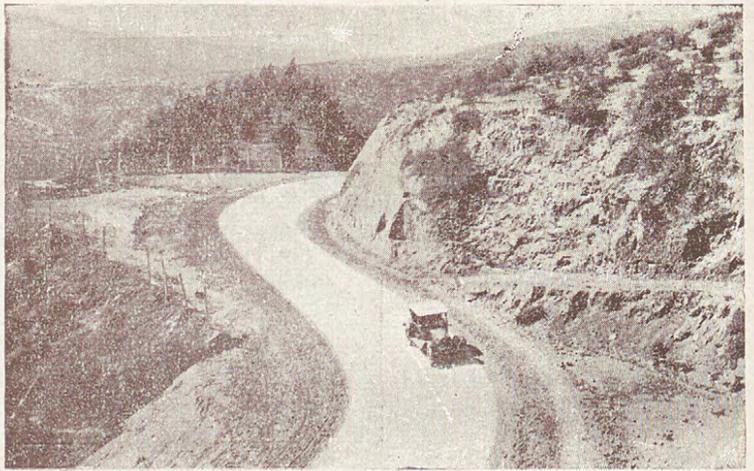


CAMINO DE ACCESO
AL PUENTE LIMARÍ EN
OVALLE



CAMINO A CONCÓN

CAMINO DE VALPARAÍ-
SO A CASABLANCA.
PAVIMENTO DE
CONCRETO ARMADO



CAMINO DE VALPARAÍ-
SO A CASABLANCA.
PAVIMENTO DE
CONCRETO ARMADO

— 13 —

PROVINCIAS	Valor del contrato	Pagado hasta la fecha	Saldo por pagar	Término del plazo
COLCHAGUA				
Zamorano en San Vicente	\$ 498.900,00	\$ 405.282,44	\$ 93.617,56	Agosto de 1928
Chimbarongo en Paniahue	253.000,—	95.827,29	157.172,71	Mayo de 1928
Cadenas en Marchigüe	177.500,—	66.134,50	111.365,50	Junio de 1928
TALCA				
Culénar.....	\$ 66.600,00	\$ 15.007,68	\$ 51.592,32	Mayo de 1928
LINARES				
Putagán.....	\$ 224.666,00	.....	\$ 224.666,00	Octubre de 1928
Longaví.....	805.900,—	.....	805.900,—	Agosto de 1928
Quiquenes.....	70.550,16	.....	70.550,16	Marzo de 1929
MAULE				
Cauquenes en Cauquenes	\$ 717.000,00	\$ 475.486,88	\$ 241.513,12	Octubre de 1928
ÑUBLE				
Gallipavo en Bulnes.....	\$ 74.200,00	\$ 56.832,13	\$ 17.367,87	Marzo de 1928
Coihueco en Coihueco.....	99.900,—	32.547,34	67.352,66	Mayo de 1928
Pal-Pal en Santa Clara.....	91.800,—	.....	91.800,—	Abril de 1929
CONCEPCIÓN				
Itata en El Roble.....	\$ 593.000,00	.....	\$ 593.000,00	Agosto de 1929

— 17 —

PROVINCIA	Valor del contrato	Pagado hasta la fecha	Saldos por pagar	Término del plazo
ARAUCO				
Lebu en Lebu.....	\$ 1.223.350,00	.....	\$ 1.223.350,00	Septiembre de 1930
CAUTÍN				
Cautín en Pillanlelbun.....	\$ 488.000,00	\$ 371.695,31	\$ 116.304,69	Septiembre de 1928
Allipen Choroico.....	434.950,—	141.389,25	293.560,75	Septiembre de 1929
	\$ 922.950,00	\$ 513.084,56	\$ 409.865,44	
VALDIVIA				
Collilelfu en Los Lagos.....	\$ 284.000,00	\$ 165.510,43	\$ 118.489,57	Julio de 1928
Cruces en San José.....	430.000,—	88.767,63	341.232,37	Febrero de 1929
Pilmaiquén.....	630.000,—	.....	620.000,—	Octubre de 1929
Quinchilca en Los Lagos.....	555.000,—	.....	555.000,—	Noviembre de 1929
Donguil en Gorbea.....	228.000,—	.....	228.000,—	Mayo de 1929
	\$ 2.127.000,00	\$ 254.278,06	\$ 1.872.721,94	
LLANQUIHUE				
Pichil.....	\$ 83.500,00	.....	\$ 83.500,00	.....
Chamisa.....	171.424,—	.....	171.424,—	Abril de 1929
	\$ 254.924,00		254.924,00	
TOTALES.....	\$ 17.335.364,54	\$ 4.445.499,60	\$ 12.889.864,94	

Presupuesto de Puentes para 1928

Entradas

SEGÚN CÁLCULO PUBLICADO POR EL MINISTERIO DE HACIENDA LAS ENTRADAS DE PUENTES PARA EL AÑO 1928 SE FIJAN EN LA SUMA DE \$ 11.000.000

Gastos

a) Intereses, amortización del empréstito		
b) Balseaderos y pontoneros	\$ 150.000	
c) Personal 8% viáticos y gastos de trasportes del personal de puentes.....	880 000	
	<hr/>	
SUMA.....		\$ 1.030.000
Saldo disponible para los demás gastos.....		9.970.000
		<hr/>
TOTAL.....		\$ 11.000.000
		<hr/> <hr/>

Partidas <i>a, b y c</i>	\$ 1.030 000	
d) Maquinarias, herramientas, materiales para puentes y arriendo de almacenes y oficinas 6% del saldo 9 millones 970 mil pesos.....	598.200	
e) 1. Puentes mayores y gastos de estudio 70% del saldo de \$ 9.970.000.....	6.979.000	
2. Puentes menores 10%	997.000	
3 Reparación y conservación de puentes existentes....	1.395.800	
	<hr/>	
TOTAL.....		\$ 11.000.000
		<hr/> <hr/>

Características camineras de las provincias de Chile

CUADRO N.º 1

BOLETÍN de
CAMINOS

Nombre de la Provincia	Fondos recaudados en 1925	Superficie Km. ²	Caminos de 1 y 2 Kms.	Población en 1925	Habitantes por Km. de Camino	Recaudación anual por habitantes	Km. ² superficie por Km. de Camino
Tacna	\$ 87.488,66	24.758	482	42.036	87	2.1	51
Tarapacá	792.398,55	42.830	764	97.694	127	8.1	57
Antofagasta	1.505.684,23	120.515	3.805	190.435	50	7.9	31
Atacama	146.518,76	79.531	2.137	43.619	20	3.1	38
Coquimbo	410.905,85	36.509	2.626	155.709	59	2.6	13
Aconcagua	562.016,40	14.080	1.491	113.424	76	4.9	10
Valparaíso	1.939.842,03	4.598	907	332.487	366	5.8	5
Santiago	2.174.565,32	15.260	2.087	737.341	353	2.9	7
O'Higgins	546.831,36	5.617	536	126.307	235	4.3	10
Colchagua	667.515,11	9.973	1.750	168.499	96	3.9	5
Curicó	447.377,75	7.885	1.416	108.489	76	4.1	5
Talca	400.691,00	10.006	2.329	134.580	57	2.0	4
Maule	246.708,20	7.281	2.112	114.149	54	2.1	3
Lináres	408.054,57	10.279	1.410	122.266	86	3.3	7
Ñuble	646.854,50	9.059	3.014	171.685	56	3.7	3
Concepción	915.736,66	8.579	1.306	255.703	195	3.6	6
Arauco	179.539,21	5.668	699	59.804	85	3.0	8
Bío Bío	350.534,02	13.863	1.621	109.919	67	3.2	8
Malleco	464.293,17	8.555	2.315	124.990	54	3.7	7
Cautín	506.105,74	16.524	1.836	210.222	114	2.4	9
Valdivia	552.086,80	23.285	2.046	192.618	94	2.8	11
Llanquihue	518.794,58	90.066	2.138	147.084	68	3.5	42
Chiloé	70.884,27	18.074	656	117.026	178	0.6	27
Territorio Magallanes	776.012,58	168.800	1.903	32.528	17	23.7	88

CUADRO N.º 2

ENERO 1928

Nombre de la Provincia	Densidad de Población habitante por Km. ²	Número de vehículos automotores	Número de vehículos con tracción animal	FERROCARRILES	Kms. de caminos por cada Km. de ferrocarril
				Kilometraje por Provincia	
Tacna	1.10		183	267	1.4
Tarapacá	2.3	737	760	1.027	1.3
Antofagasta	1.6	1.212	967	2.125	1.3
Atacama	0.5	173	460	1.007	2.1
Coquimbo	4.3	589	864	618	4.2
Aconcagua	8.0	331	2.297	421	3.5
Valparaíso	72.3	2.250	3.650	174	11.1
Santiago	48.3	9.426	13.040	350	5.6
O'Higgins	22.5	471	2.114	199	2.7
Colchagua	16.9	503	3.577	202	8.6
Curicó	13.6	390	2.751	97	14.6
Talca	13.5	589	5.989	176	13.2
Maule	15.6	110	4.186	28	75.4
Lináres	11.9	301	3.527	150	9.4
Ñuble	18.9	168	6.575	202	14.8
Concepción	29.9	353	3.510	376	3.4
Arauco	10.6	51	3.039	117	5.9
Bío-Bío	7.9	216	4.393	122	13.3
Malleco	14.6	383	7.459	342	6.4
Cautín	12.7	222	8.684	229	8.0
Valdivia	8.2	273	6.442	266	7.7
Llanquihue	1.6	286	4.238	165	12.9
Chiloé	6.5	1	146	88	7.4
Territorio Magallanes	0.02	586	778	8	238.0

Pruebas de autocamiones

Licitación del 17 de Octubre de 1927

Después de proceder a una revisión detallada de cada una de las máquinas a fin de determinar el desgaste en las pruebas y después de tomar todas las medidas necesarias para determinar la fatiga del material, se realizó una prueba de recorrido con carga normal de Santiago a Valparaíso ida y vuelta por la cuesta de Chacabuco (460 klms. aproximadamente) y se tomaron medidas para tomar diferencias en los resortes.

En seguida se han realizado en el camino de los Pajaritos las pruebas siguientes:

- a) Consumos relativos a la velocidad;
- b) Recorrido semejante a 40 klms; manteniendo todo el recorrido a velocidad deducidas de las curvas construidas con los datos de la prueba; y
- c) Recorridos a expensas del impulso dado por las velocidades de 10, 20 y 30 klms. por hora.

Las pruebas signadas a), b) y c) se repitieron en caminos en mal estado, como ser de Lo Vial a San Bernardo y en adoquín sobre concreto dentro de la ciudad.

“El Caminero”

Este será el título de un folleto que la Dirección de Caminos se propone editar. En él estarán reunidas en forma concisa, la mayor parte de las instrucciones que el Conductor de Caminos y el Inspector de Obras, recibe constantemente del Ingeniero encargado de la Dirección de obras de caminos.

Comprenderá en su introducción un juicio general sobre el orden en la ejecución de los trabajos. Tratará en seguida de las obligaciones del conductor de caminos e Inspector de Obras, instrucciones sobre

movimiento de tierra, cubicación de tierras, trazado de curvas, peralte en las curvas, curvas verticales, perfiles transversales tipos, instrucciones generales sobre obras de artes, algunos tipos de obras de arte, etc.

Comprenderá además, dibujos, y numerosa tablas de frecuente aplicación en las obras de caminos.

En el próximo número el BOLETÍN DE CAMINOS iniciará la publicación de este folleto.

Cartas dirigidas al Director del “Boletín de Caminos”

Publicamos a continuación varias cartas dirigidas al Director del BOLETÍN DE CAMINOS en las cuales se aprecia la labor desarrollada por el Boletín en el año 1927.

Buenos Aires, Junio 30 de 1927.

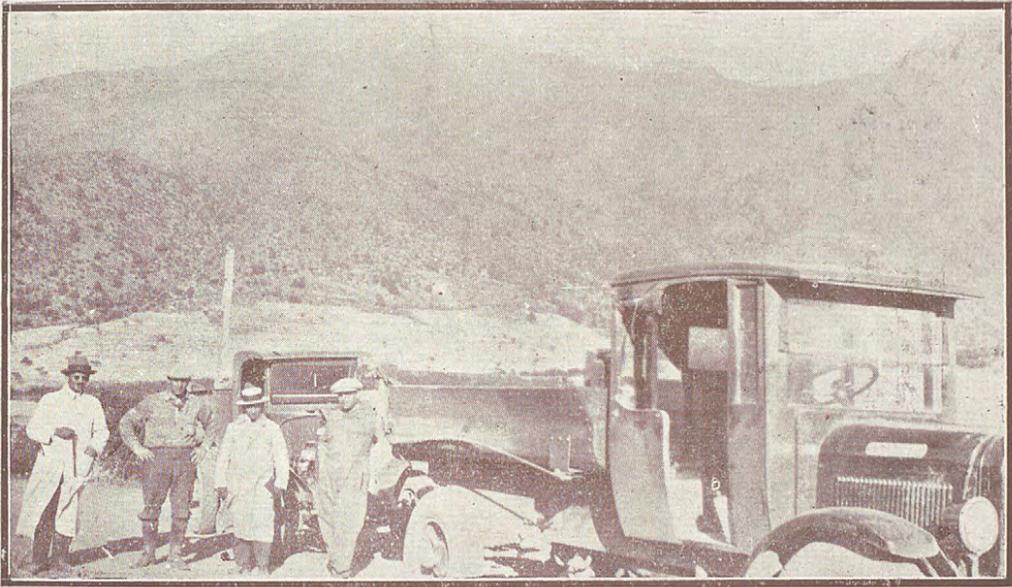
Mi estimado amigo:

Gran placer tuve de recibir su atenta carta y los números del BOLETÍN DE CAMINOS.

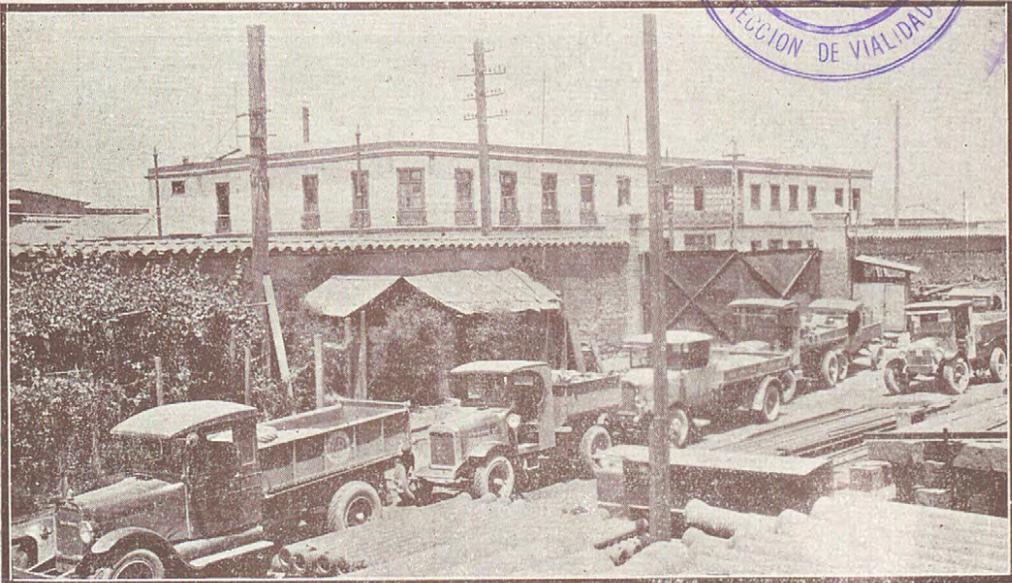
Lo felicito a Vd. sinceramente. Ha llenado Vd. una sentida necesidad y lo ha hecho con acierto.

En nuestro país todavía no hemos podido fundar una revista como esa, de carácter genuinamente técnica, independiente de las instituciones particulares como el Touring Club y el Automóvil Club.

Encuentro en su revista un material que

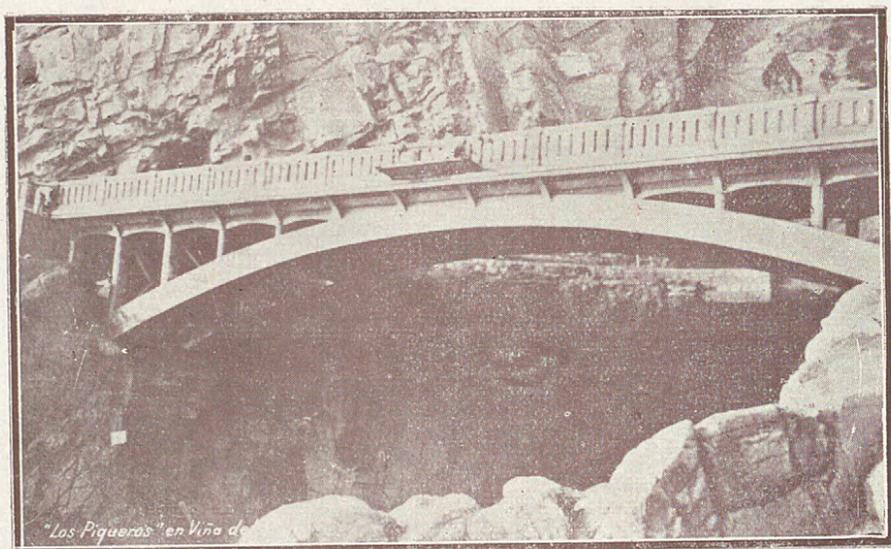


Tomando temperatura a la subida de la cuesta Chacabuco, lado los Andes

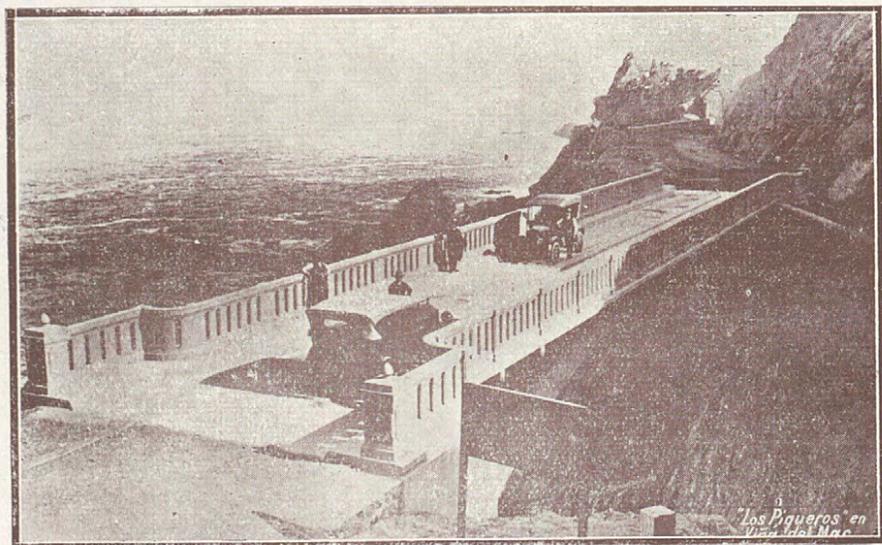


En los Almacenes Fiscales, de vuelta de Valparaíso

Estos camiones quedaron depositados hasta el final de las pruebas.



Puentes Los Piqueros en el camino de
Concón a Monte Mar



Puente Los Piqueros en el camino de
Concón a Monte Mar

me ha agradado mucho; las traducciones de trabajos publicados en los Estados Unidos. Un prejuicio muy arraigado entre nosotros nos hace preferir generalmente los trabajos originales. Esta originalidad que puede ser un mérito cuando se trata de producciones literarias, no tiene ninguna importancia en asuntos técnicos en que, por el contrario, lo que más interesa es estar al corriente de los adelantos efectuados en países que tienen mayor campo de experimentación e investigación que nosotros. Por eso considero que el precedente que Vd. sienta es muy bueno.

Yo también dedico algún tiempo a traducir del inglés para la biblioteca de carreteras que hemos fundado aquí y de que le mando un prospecto.

No me va a ser posible por algún tiempo ofrecerle ninguna colaboración porque estoy completamente dedicado a un libro que pienso publicar este año titulado «El espíritu norteamericano» en el que me alejo algún tanto de mis ocupaciones profesionales habituales y que me exige por eso mismo un mayor esfuerzo y atención. Pero si Vd. quiere, tendré mucho gusto de facilitarle dos traducciones más que no han sido publicadas todavía. Son las siguientes, de la revista «Good Roads de Mayo 1926:

«Tratamiento superficial de calzadas de macadam y grava» por John N. Mackall.

«Salvando los viejos caminos de macadam» por G. F. Schlesinger.

Deseándole el mayor éxito en sus trabajos, me es grato saludarle muy afectuosamente.—Atto. S. y amigo.

R. KURTZ.

Del Gerente de «Tierra y Roca».

Aurora, Illinois, July 9th, 1927.

My dear Friend:

It was with genuine pleasure that I received your letter of June and recognized your astonishing signature. I can't tell you how often I have thought of you and the other friends in your far-off country, since

my return from South America. I wish we lived nearer together so that we could hope to meet occasionally.

The copy of your magazine «Boletin de Caminos» arrived and I wish to congratulate you upon the excellence of the work. We shall be very proud to send Tierra y Roca to you on an exchange basis and in addition I will be especially grateful if you would call my personal attention to matters appearing in the magazine that you think will be of special interest to our publication. I am humiliated in not being able to read your language and being dependent upon translators. If we can be of any service in furnishing you engravings or photographs of work in this country, do not hesitate to command. We have found an extra copy of Volume 1 of Tierra y Roca and are sending it with our very best wishes.

By the way, Mr. Solar, you will be interested in knowing that I am engaged at odd moments in writing a story for boys, based on my experiences in South America, in an endeavor to give the schools of this country correct and readable information regarding South America, and conveying to the boys and girls of my own country, some of the spirit and ideals of the Latin American culture.

I have, or can secure, all the necessary facts, but a story for boys from nine to fifteen years of age, should contain plenty of adventure as a vehicle for carrying the facts and I feel that I am not familiar enough with your country to imagine an adventure that would be probable. Would you be willing to think back to the time when you were a boy and suggest to me as soon as you conveniently can, the outline of some adventurous incident that a North American boy, visiting in Chile, might have. In return I shall be more than glad to send you an autographed copy of the book when published.

Very sincerely yours,

C. P. BURTON,

P. S.—Perhaps I should state that this will be the tenth book in a series that I have written and which are in practically all of the Public Libraries in the United

States, in the Public Library at Manila, P. I., and possibly elsewhere. The boy characters used in this new story are conspicuous in the other books.

—
Santiago, Chile S. A.

Mi estimado amigo:

Con verdadero placer he recibido su carta de Junio y he reconocido su apreciada firma. No puedo expresarle cuan a menudo he pensado en Ud. y demás amigos de su lejano país desde que regresé de Sud América. Desearíamos que viviéramos más próximos para que así pudiéramos vernos más seguido.

He recibido el ejemplar de su Revista **BOLETÍN DE CAMINOS** y quiero felicitarlo por la buena calidad del trabajo. Sería para nosotros un placer mandarle «Tierra y Roca» como intercambio y al mismo tiempo le quedaría muy agradecido que Ud. me llamara la atención hacia los artículos de mayor interés para nosotros que aparezcan en su Revista. Me encuentro avergonzado de no saber su idioma teniendo que depender de traductores. No vacile en pedirnos grabados y fotografías de los trabajos de caminos en este país si Ud. estima que son útiles para su Revista. Le enviamos una edición extra del volumen 1 «Tierra y Roca» con nuestros mejores deseos.

Pasando a otra materia señor Solar quiero poner en su conocimiento que estoy aprovechando el tiempo desocupado en escribir cuentos para los niños basados en observaciones sobre Sud América con la intención de proporcionar a los Escolares de este país informaciones verídicas e interesantes sobre Sud América. También deseo con esto comunicar a los niños de mi Patria algo del espíritu e ideales de la cultura Latino Americano.

Yo tengo o puedo obtener todos los datos necesarios, pero, un Libro de cuentos para niños de 9 a 15 años de edad precisa contener gran número de aventuras como medio de ilustrarlos sobre los hechos y yo no me siento lo suficientemente familiarizado con su país para imaginar una aven-

tura que sea verosímil. Quisiera Ud. volver con su pensamiento hacia los años de su niñez e indicarme cuando Ud. pueda hacerlo incidentes o aventuras de un niño Norte Americano en visita a Chile. Como retribución me agradecería sobre manera poder enviar a Ud. un ejemplar del Libro una vez publicado con autógrafo.

Disponga afectuosamente de

(Firmado).—C. P. BURTON,
Director-Editor

P. D.—Talvez puedo decir que este Libro será el décimo de una serie que yo he escrito y que se encuentra prácticamente en todas las Bibliotecas Públicas de los Estados Unidos, en la Biblioteca de Manila y otras partes. Los caracteres de los niños que se emplean en esta nueva Edición son típicos en los demás libros.

—
Diciembre 27 de 1927.

Muy señor mío:

Al imponerme de que se está por celebrar el primer aniversario del **BOLETÍN DE CAMINOS**, me alegro dejar constancia de la satisfacción que esa Revista me ha proporcionado.

Desde su primer número he sido un lector fiel y para materia sobre los caminos y puentes de Chile ha llegado a ser mirada en esta oficina como una obra de consulta. He encontrado que cada número es completo en sí y realmente es portador de toda materia al día en todo lo que concierna su ramo.

A mi parecer es un verdadero éxito y hago votos por su futura prosperidad.

Le saluda muy atte.

RALPH H. ACKERMAN,
Adicto Comercial de los Estados Unidos.

—
Buenos Aires, Noviembre 15 de 1927.

Mi estimado colega y amigo:

He visto con el mayor agrado el **BOLETÍN DE CAMINOS** que publica la progresista ad-

ministración vial chilena y lo felicito calorosamente.

En prueba del interés que él ha despertado en mí, le ruego encarecidamente me haga remitir los números ya aparecidos y los que se publiquen en el futuro.

Aunque no nos hayamos puesto en comunicación desde la celebración del Primer Congreso Panamericano de Carreteras, no por eso olvido a los buenos y distinguidos ingenieros que integraron la selecta representación de Chile.

Quedando como siempre a sus órdenes, me complazco en saludarle con mi mayor consideración.

JUAN AGUSTÍN VALLE,
Ingeniero Civil.

Ao senhor Director del BOLETÍN DE CAMINOS o Engenheiro Civil Alvaro Moitinho, Director de Obras e de Carris, Luz, Força e Telephones, cumprimenta e pide a finesa he the enviar una collecção completa do BOLETÍN e pido que ficará minto grato. E' socio correspondente da «A. A. V. (Valparaíso) e tera' praser em enviar collaboração e noticias rodoviaris fe o BOLETÍN.

ENG. ALVARO MOITINHO,
Prefeitura de Campos.—Est. do Río Brasil.

Lima, 24 de Noviembre de 1927.

Estimado amigo:

He recibido ayer la grata sorpresa de la visita de nuestro amigo ingeniero Guarello, quien ha sido portador de una carta suya y de una colección del BOLETÍN DE CAMINOS que usted ha tenido la amabilidad de enviarme. Su recomendado, muy simpática persona, sólo disponía de dos horas, pues el vapor zarpaba en la tarde, no obstante lo cual le proporcioné la oportunidad de hacer un recorrido de unos 60 km. por las avenidas y carreteras de Lima y por la parte nueva de la ciudad, al mismo tiempo que el ídem se deslizaba en amena charla. Por el he sabido que el brillante grupo de ingenieros chilenos que concurrieron al Congreso de Carreteras se ha abierto campo en la cosa pública y actúa con la eficacia que era de esperarse, como lo demuestra, por otra parte, la serie de informacio-

nes del BOLETÍN DE CAMINOS, publicación muy interesante y amena y que dice mucho de la actividad y del entusiasmo de ustedes. Yo lo felicito efusivamente por esa iniciativa, ya que las publicaciones son tal vez los mejores medios de llegar a fines prácticos, estimulando el entusiasmo colectivo por los caminos y me permito sugerirle la publicación de los proyectos completos, tal cual lo hacemos acá con el «Boletín de Obras Públicas», de los estudios de caminos y puentes que lleve a cabo la flamante Inspección General de Caminos y Puentes.

No he olvidado, como usted lo supone, a los amigos y colegas del Congreso: guardo demasiado buen recuerdo de sus atenciones y de los momentos de trabajo de aquella actuación, pero he estado tan ocupado y tan lleno de ocupaciones que no me ha sido posible comunicarme con ustedes; las veces que me he comunicado con Vigil le he encargado saludos para todos ustedes y supongo que los habrá transmitido. Tan cierta es mi afirmación que, hacen algunos días, he remitido a Santiago una serie de folletos conteniendo una conferencia que sustenté en la Sociedad de Ingenieros, la misma que supongo usted también habrá recibido: la dirigi al diario «La Nación» y le estimaré mucho averiguar si ha llegado dicho folleto a todos los amigos.

Por primera vez celebramos aquí el Día del Camino con un entusiasmo verdaderamente loco y conseguimos del Gobierno la expedición de un decreto que liberaba de peaje ese día a la vez que se dedicaba la fecha a la inauguración de obras de vialidad. La Federación Peruana de E. V. que he formado y en la cual ocupo el «envidiable cargo» de secretario está en plena actividad y realiza sus labores lo mejor que puede, cosa que usted comprobará leyendo nuestro boletín que le voy a remitir desde este mes y en el cual encontrará usted algunos artículos inieresantes, especialmente uno del ingeniero Romero Sotomayor, profesor de Caminos en la Escuela de Ingenieros, quien se ocupa de algunos aspectos de caminos en territorios semejantes a los nuestros, tema del que se ocupa también en el de ustedes, el ingeniero Concha. Como soy Director de nuestra publicación, he dado orden de establecer el canje con el BOLETÍN

DE CAMINOS y le estimaré disponer el envío de una colección igual a la que yo he recibido. Agradezco a usted, muy de veras, su atención para colaborar y pienso hacerlo cuando un tiempo de reposo, me permita hacer algo digno de la Revista que usted atinadamente dirige.

Es muy posible que en Marzo y por breves días vaya a Santiago por vacaciones y si esto se realiza tendré oportunidad de charlar largo y tendido con ustedes.

Trasmita usted mis saludos a Arce, Asalgado, Avalos, León, Risopatrón, Vigil y los demás colegas de 1925; dígales que tendré mucho gusto en escribirles pero que me ayuden a no parecer ingrato siéndolos ellos. Por mi parte, le reitero mis felicitaciones por su actuación y por la Revista que dirige: medio periodista, ya que he tenido por siete años la Dirección de Informaciones y Memorias de la Sociedad de Ingenieros de Lima, me entusiasman las actividades de este orden, y experimento verdadero placer en estudiar los trabajos de los amigos.

Mi señora agradece y retorna sus recuerdos: siente la nostalgia de un nuevo viaje y no le desagradaría repetirlo.

Cuente usted con mis servicios en ésta y escríbame: en tanto reciba usted la invaluable expresión de mi sincera amistad.

Afectísimo y S. S.

ING. A. ALEXÁNDER Q.,
Delegado Peruano al Congreso de
Caminos.

Santiago, 12 de Marzo de 1927.

Muy señor mío:

Tengo el agrado de acusar a Ud. recibo del primer número del BOLETÍN DE CAMINOS que ha tenido a bien enviar para establecer el canje con esta Revista.

He leído con verdadero interés sus informaciones y encuentro que el conjunto del material no sólo es de gran utilidad práctica para el personal técnico que depende de la Inspección General de Caminos y Puentes, sino también para los cultores del automovilismo.

Hacía falta un Boletín de esta naturaleza porque era necesario ilustrar al personal caminero de la República, por medio de un órgano de publicidad.

Entiendo que este Boletín es el único

en su ramo que se edita en América del Sur.

Con la publicación mensual del Boletín, esa Inspección está en contacto íntimo con cada uno de los Ingenieros de Provincia y con las Juntas Departamentales, de manera que sus reseñas técnicas y prácticas producirán una armonía y criterio uniforme para el desarrollo de nuestros problemas camineros.

Su presentación no deja nada que desear y tiene gran similitud a las revistas editadas en los Estados Unidos.

Al felicitar a Ud. por su iniciativa, cúmpleme desearle buen éxito en sus tareas periodísticas.

Saluda a Ud. atte.

ALEJANDRO GUMUCIO VIVES.
Director de la Revista AUTO Y AERO

Santiago, 9 de Enero de 1927.

Señor don Francisco Solar N.—Presente.

Estimado colega:

Respondo a su atenta del 27 de Diciembre ppdo., en la cual me pide expresarle mi opinión sobre el BOLETÍN DE CAMINOS.

Las ventajas que representa para la colectividad que cada ingeniero que proyecte o dirige una obra puede disponer de la experiencia recogida al practicar los estudios, o adquirida en la ejecución de los trabajos, por los que se han ocupado antes de cuestiones similares, es tan indiscutible que debería obligarse a los ingenieros a confeccionar bajo ciertas reglas la memoria justificativa de las obras que proyectan y la monografía de las que dirigen. Los jefes de servicio deberían tener la facultad de ordenar la publicación de estos documentos toda vez que los conceptúen de interés para el futuro, así como el derecho de premiar a sus autores. El Erario debería cubrir estos gastos en beneficio de la mayor perfección y economía de las obras posteriores.

Para realizar tal propósito es muy conveniente que cada repartición disponga de un órgano oficial de publicidad, que registre todas las cuestiones de orden técnico, económico, legal y administrativo que se relacionen con el respectivo servicio.

Tal órgano de publicidad debe aprovecharse, bien para difundir en el público los conocimientos de las materias fundamentales del ramo, para ilustrarle sobre el desarrollo de las actividades funcionales, sobre los recursos consagrados a tales fines y su inversión, etc.

La «Revista de Caminos» responderá muy satisfactoriamente a los fines esbozados: así puede preverse por la útil labor desarrollada en el corto espacio de un año en que sus páginas han aparecido nutridas de informaciones interesantes para los profesionales y para el público.

No hay hoy día ninguna rama del servicio público que requiera de parte de todos los miembros de la colectividad una penetración tan amplia de su importancia y exactas proporciones como el servicio de caminos, directa o indirectamente vinculado a todas o casi todas las actividades nacionales.

Atribuyo, consecuentemente, a la «Revista de Caminos» una importancia tan considerable para el mejoramiento del sistema de vialidad nacional, que en mi opinión no debería omitirse esfuerzo ni sacrificio alguno para mantenerla a un nivel tan alto como el de las más estimadas del mundo.

Su afmo. colega y amigo.

FRANCISCO MARDONES
Profesor de Caminos en la Escuela
de Ingeniería de la U. de Chile.

Santiago, 26 de Diciembre de 1927.

Señor Francisco Solar N.

Presente.

Estimado amigo:

Me es grato contestar su atn. en la que Ud me pide opinión sobre el BOLETÍN DE CAMINOS.

Es indudable que, desde hace algún tiempo, se hacía sentir la necesidad de que existiera una publicación oficial sobre el ramo de Caminos, cuyo desarrollo va en creciente aumento respondiendo al reclamo imperioso de todo el país que exige buenas vías de comunicación.

A mi juicio el BOLETÍN DE CAMINOS responde brillantemente a esa necesidad.

Su bueno y muy nutrido material de lectura, tanto técnico como informativo, ilustrado con grabados y gráficos bien claros y precisos, ofrecen al lector, cualesquiera que él sea técnico o profano, un tema siempre interesante.

Con el Boletín el público podrá estar al cabo de los trabajos que se ejecutan, de los progresos que se obtienen, del programa que se desarrolla y de los esfuerzos gastados por el personal de Caminos y por las autoridades y demás entidades llamadas a dar cumplimiento a la ley.

A más del interés informativo, el Boletín va haciendo paulatinamente la propaganda para obtener la educación vial en todo el territorio, circunstancia que significará la cooperación a la Oficina de Caminos de todos los elementos que necesitan de las vías de comunicación, y que siempre esperan un punto de partida o una entidad que las empuje a dicha cooperación.

El enorme esfuerzo que representa la redacción y compilación del Boletín están pues compensados con el éxito obtenido, y es de desear que sus redactores y cooperadores no desmayen en esta obra de verdadero beneficio para el país.

Saluda a Ud. atte. su afmo. S. S. y amigo.

ERNESTO RÍOS TALAVERA.

Santiago, 8 de Noviembre de 1927.

Señor don Francisco Solar

Presente.

Apreciado amigo:

Bueno, pero muy bueno encuentro el BOLETÍN DE CAMINOS.

Esta publicación hacía falta en el país y felicito sinceramente a sus fundadores.

Es un magnífico esponente de la cultura profesional de nuestros ingenieros y un buen sembrador de ideas para el dominio de todo importante ramo del progreso de la nación.

Le ruego me incluya entre los suscriptores por año.

Su muy S. S.

G. M. BAÑADOS.

BIBLIOGRAFÍA

**Traité administratif des Travaux
Publics, por L. COURCELLE.**

Sumario: De los trabajos públicos; su clasificación, ejecución. Apertura, arreglos, administración y clasificación de los trabajos públicos. Obligaciones del público. Servicios de transporte, etc.

2 Vol. 1472 págs. Dumod edit. 215 fcs.

**La Técnica de l'Organisation
des entreprises, por JUAN CHEVALIER.**

Sumario: Organización del Trabajo en la dirección general de la empresa y en la de la oficina.

El Gobierno de las empresas, dificultades de uniones, coordinación de esfuerzos. Empleos de capitales. Estudio de mercados y su concurrencia. Equilibrio del capital y trabajo y su colaboración.

1 Vol. 400 págs. Langlois y Cía., edit. 55 fcs.

P R E N S A T É C N I C A

La Química y el problema del camino, por GEORGE BLAUMÉ.

Hace una enumeración rápida de las ventajas e inconvenientes de los diversos procedimientos corrientes empleados para aglutinar los elementos de una calzada; indica un sistema Físico-Químico llamado «Arcite» que le parece realizar las ventajas necesarias para hacer un buen revestimiento, estas son:

Evitar las pérdidas por evaporación de los disolventes caros. Posibilidad de hacer los trabajos en tiempos húmedos o fríos. Repartición fácil a bajas temperaturas. Secamiento instantáneos. Revestimiento muy adherente y no rápido. Realización de este pavimento con petróleos, carbones, lignitos, esquistos, etc., en todo caso con productos nacionales.

Este sistema reúne todas las condiciones para hacer un buen camino; pues su materia prima es nacional, fácil de colocar y de calidad sobresaliente.

(Revue Suisse de la Route, 27 de Sept. 1927).

A comparison between tar and Bitumen as employed for road-making. (Comparación entre el alquitrán y el bitumen utilizador para caminos, por PERCY E. SPIELMANN.

Este artículo no hace discusión sobre las ventajas de uno u otro material sino indica las principales características, químicas y físicas de cada uno de ellos con respecto a su diferenciación.

(Roads and Road Construction 1.º Nov. 1927).

The Theory and the practice of Asphalt Paving Mixture. (La teoría y práctica de las reglas de asfaltos para pavimentos), por A. Dow.

Trata principalmente sobre la absorción, estabilidad y adaptabilidad de las mezclas asfálticas.

(Good Roads. Oct. 1927).

Public Lighting. Some recent development and advances. (The Surveyor. 11 Nov. 1927).

Nuevo método propuesto para ensayos de resistencia de conglomerantes hidráulicos, por R. FERET.

El autor estima que se pueden substituir los ensayos normales de resistencia por medio de un cierto coeficiente que caracteriza la energía de cada conglomerante en condiciones normales definidas y permite de ahí deducir las resistencias a la comprensión de todos los cementos y concretos.

(Communication au Congrès International pour l'essai des matériaux. Sept. 1927).

Estudios de calzadas aglomeradas con silicato de soda. (Annales des Ponts et Chaussées. Julio-Agosto 1927.

Nuevo método de cálculo de vigas continuas, por M. COMTÉ.

(Annales des Ponts et Chaussées. Julio Agosto 1927).

Estudios de la manera de suprimir la vibración de las calzadas. (Roads and Road Construction).

Sobre un nuevo sistema de fundación de concreto. (Revue Générale des Routés. Nov. 1927).

Señalización caminera, por JACQUES THOMAS.

(Revue Générale des Routés. Nov. 1927).

Sociedad Nacional de Agricultura

La Sociedad Nacional de Agricultura ofrece a los agricultores de Chile la oportunidad de ingresar a sus filas para bien de sus intereses y el fomento general de la producción del país. Sin exigirse cuota de incorporación, sólo se cobra una cuota semestral de \$ 40.—Los socios se benefician recibiendo gratis el Boletín Mensual que les lleva toda clase de informaciones agrícolas y enseñanzas sobre el progreso de la ganadería y los cultivos. Disponen, además, de los Servicios de Investigación y Análisis que se llevan a cabo en la Estación Experimental del Llano Subercaseaux. Pueden hacer, con ventajosa rebaja, compra de sueros y vacunas preparados en el Instituto Biológico y beneficiarse, igualmente, con las compras de semillas importadas y toda clase de maquinarias en la Sección Comercial.

Dirigirse a Casilla 40-D Santiago

BOLETIN MENSUAL DE LA SOCIEDAD DE FOMENTO FABRIL

Organo de divulgación industrial

Gran tiraje y su profusa circulación por todos los centros industriales y comerciales del país, desde Tacna a Punta Arenas, lo hace especialmente recomendable para avisos comerciales.

SU TARIFA DE ANUNCIOS ES MUY MODICA:

Por una página, un año	\$ 480
Por media página, un año	280
Por un cuarto de página, un año	150

A todo avisador se le remite, sin más gravamen, un ejemplar mensual del Boletín

Precio de suscripción, por año, \$ 50.00

Envie su orden al Secretario de Sociedad:

MONEDA 759 o CASILLA 44-D. SANTIAGO

PROXIMAMENTE

aparecerá el folleto traducido del Inglés, por el señor MARTIN STONE N.

La Ley de Caminos del Estado de Carolina del Norte, de los Estados Unidos de Norte América,
que consta de 27 capítulos.

Se recibe pedidos de este folleto a:

CASILLA 153 - SANTIAGO DE CHILE