



Continúa



Puente Pedro de Valdivia

REVISTA *de* CAMINOS

PRIMER TRIMESTRE
AÑO 1955

Organo Oficial de la
Dirección de Vialidad
de Chile



Editorial

Es necesario reponer una de las fuentes de recursos para Caminos

Los fondos para caminos y puentes carreteros chilenos en el presente año de 1955 tendrán una fuente menos de recursos, con los consiguientes retrasos de los planes de mejoramiento de la red de carreteras impulsados por la Dirección de Vialidad.

En la Ley de Caminos N° 4,851 figuran, entre otras, la partida correspondiente al Derecho Adicional de Internación de Gasolina. Este derecho se puso en práctica el 1° de Abril de 1930 hasta el 31 de Diciembre de 1933, a base de \$ 0,20 moneda corriente por litro de gasolina internada. En seguida, este derecho se cambió por \$ 0,10 oro por litro, el cual se reducía en moneda corriente según la paridad del peso chileno con respecto al dólar oro, ajustándose esta tasa automáticamente con los distintos tipos de cambios puestos en práctica en el país. Estuvo en vigencia desde el 1° de Enero de 1934 hasta el 10 de Marzo de 1953, o sea, más de 19 años.

El D.F.L. N° 7, de 10 de Marzo de 1953, rebajó a la mitad este derecho para no afectar el precio de venta de la gasolina por la nueva paridad cambiaría de \$ 110 por dólar. En estas condiciones los \$ 0,05 oro representaban un derecho de \$ 1,135 moneda corriente por litro, derecho que, conforme con el volumen de importación de este combustible líquido, representaba alrededor de 475 millones de pesos para el Servicio de Vialidad.

Durante el presente año de 1955 y los venideros, si no se toman medidas, no contaremos con estos fondos, lo que repercutirá en una menor acción de las faenas de mantenimiento de la red de caminos, y el atraso en la ejecución de algunas obras de construcción ya planeadas.

El motivo de su eliminación, fue la puesta en marcha de la Refinería Nacional de Petróleo de Concón, la que desde Octubre de 1954 empezó a aprovisionar al país de gasolina chilena, que por esta razón no está sujeta al derecho de internación.

El espíritu de la Ley de Caminos N° 4,851 es que los usuarios sufragan directamente por medio del derecho adicional de internación de la gasolina, parte de los gastos que significa construir y mantener las carrete-

ras. Este derecho adicional debería, en consecuencia, reponerse como un impuesto a la venta del combustible, a fin de mantener las fuentes de financiamiento caminero.

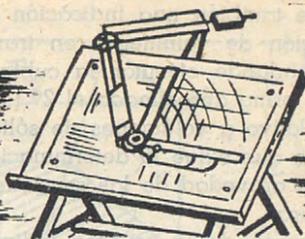
Para apreciar el porcentaje más lógico que debería cobrarse como impuesto a la venta de los combustibles líquidos, es necesario recordar que el derecho adicional para caminos de \$ 1,135 cobrado en 1954, cuando la gasolina se vendía al público a \$ 9,49, representaba el 12,4%. (Esta cantidad ya estaba rebajada a la mitad por el D.F.L. N° 7, de Marzo de 1953). En cambio, en 1951, este porcentaje era de un 15,85% y de 17,8% durante el año 1949.

Este impuesto, que reemplazaría al que se cobraba desde 1930 hasta 1954, es lógico y justo, porque estas sumas han sido consideradas como entradas seguras en todos los estudios de mejoramiento de las carreteras chilenas, y resulta tanto más justo ya que en la Refinería Nacional sólo un tercio del petróleo crudo tratado es de nuestros propios pozos de Magallanes, y los dos tercios restantes son de procedencia extranjera. Este impuesto adicional a las ventas de la gasolina y el petróleo diesel podría fijarse en una cifra de 15%, la cual es más baja que el término medio usufructuado por el Servicio desde su puesta en práctica desde hace 24 años a la fecha. Se ha estimado conveniente hacer extensivo este impuesto al petróleo diesel, el cual es empleado por los vehículos de transporte de alto tonelaje, los cuales ganan los mayores dividendos con una buena red caminera.

Como la gasolina consumida en el año último ha subido a 430 millones de litros y su precio actual es de \$ 19.—, y el volumen de petróleo diesel alcanza a los 100 millones de litros, y su precio es de \$ 12,80, el rendimiento anual de este impuesto sería del orden de los 1,400 millones de pesos, suma que se destinaría principalmente a la construcción y mantenimiento de la red de caminos.

En 1954, se estimaba que para obtener la "Red Satisfactoria de Caminos", para el actual desarrollo económico del país, la Dirección de Vialidad necesitaba disponer de 10,000 millones de pesos, pero, en el presente año el presupuesto alcanza a sólo 4,143 millones de pesos, suma que estrechamente cubre las necesidades más urgentes de construcción y conservación de las vías principales. Por esta razón, el reponer el impuesto adicional de internación de la gasolina con un impuesto adicional a la venta de los combustibles líquidos, su rendimiento de 1,400 millones de pesos anuales, vendría a aliviar en parte la falta de recursos que reclaman los caminos chilenos.

R. E. I.

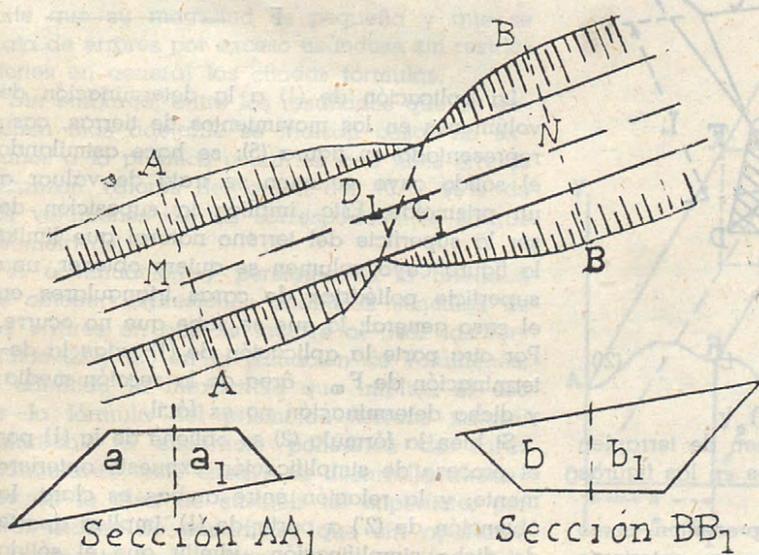


ERRORES ORIGINADOS POR EL PROCEDIMIENTO HABITUAL DE CUBICACION DE TIERRAS

Por el Técnico Fernando Carrillo Smith

En un artículo anterior se hizo referencia al error sistemático por exceso en que se incurre al valuar volúmenes en los movimientos de tierras mediante el procedimiento aproximado usual. Este error extremadamente variable, y que puede adquirir valores de bastante consideración en ciertos casos sin que sea sencillo determinarlo exactamente en forma práctica, conduce indudablemente no sólo a inexactitudes en la apreciación de costos en los movimientos de tierras, sino también en la distribución de las mismas, la cual en la práctica resulta siempre distinta de lo que fue en el proyecto, por causa entre las cuales seguramente no es la más despreciable, el error sistemático con que se valúan los volúmenes al ejecutar las cubicaciones de tierras.

La preocupación por alcanzar resultados más exactos de los que se obtienen por los procedimientos usuales, puede apreciarse aun en los tratados modernos. Así por ejemplo Ingeniería de Carreteras de Collins y Hart (Edición 1953, páginas 433 y 435), en razón de obtener mayor exactitud, tratándose del caso de valuar volúmenes entre una sección transversal en corte y otra en terraplén (Fig. 1), hace una indicación relativa a que la división del sólido cuyo volumen se busca, mediante un plano vertical que pase por el eje de la construcción, en dos partes que se consideran separadamente, conduce a una mayor aproximación que el procedimiento corriente en que se prescinde de este fraccionamiento.



MN: Traza plano vertical

Volúmenes de terraplén

$$\frac{\alpha}{2} \quad MC_1 \quad \frac{\alpha_1}{2} \quad MD_1$$

$$\frac{b}{2} \quad NC_1 \quad \frac{b_1}{2} \quad ND_1$$

Fig. (1)

Hace también una indicación especial sobre valuación de volúmenes en tramos en curva, recomendando ejecutar la cubicación aplicando en forma aproximada el 2º teorema de Guldin, relativo a volúmenes de sólidos de revolución, lo que exige la determinación de los centros de gravedad de las secciones extremas de la figura.

La razón de la primera indicación del Tratado de Hart y Collins, proviene seguramente del hecho de que precisamente en este caso en que las secciones extremas del sólido son distintas, el error cometido al estimar el volumen es máximo.

El procedimiento usual para la cubicación de las tierras se basa en el uso de las dos fórmulas:

haciendo corresponder las partes de las secciones que quedan entre trazos verticales, como en ella se indica.

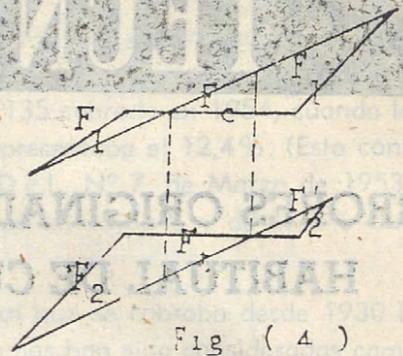


Fig (4)

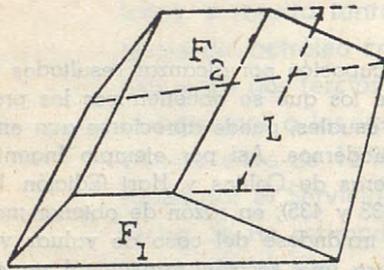


Fig (2)

$$V_t = \frac{F_1 + F_2}{2} L \quad (2)$$

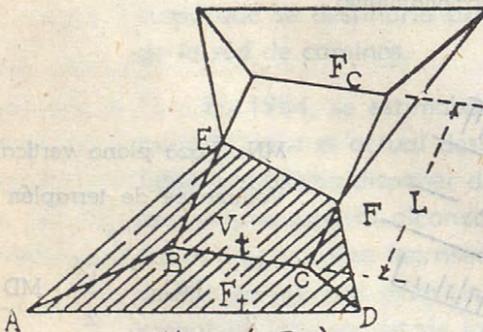


Fig (3)

$$V_t = \frac{F_t}{2(F_t + F_c)} L \quad (2')$$

aplicables al cálculo del volumen de terraplen en los dos casos esquematizados en las figuras (2) y (3).

Los casos especiales que se presentan, como el de la figura (4) se refieren a los anteriores

A F_1 y F_2 ; F'_1 y F'_2

se aplica (2)

Para el cálculo del volumen V_t comprendido entre F_1 y F_2 se aplica (2')

La fórmula (2) puede considerarse como una simplificación de la fórmula más general:

$$V = (F_1 + 4F_m + F_2) \frac{L}{6} \quad (1)$$

que permite calcular el volumen del prismoide, sólido limitado en sus extremos por dos caras paralelas poligonales y lateralmente por triángulos. F_1 y F_2 son las áreas de las secciones extremas del prismoide distante entre sí L ; y F_m el área de la sección media (2) se obtiene de (1) suponiendo que

$$F_m = \frac{F_1 + F_2}{2}$$

La aplicación de (1) a la determinación de volúmenes en los movimientos de tierras, caso representado en figura (5); se hace asimilando el sólido cuyo volumen se trata de valuar a un prismoide. Esto implica la suposición de ser la superficie del terreno natural que limita la figura cuyo volumen se quiere obtener, una superficie poliédrica de caras triangulares en el caso general, lo que se sabe que no ocurre. Por otra parte la aplicación de (1) exige la determinación de F_m , área de la sección media; y dicha determinación no es fácil.

Si bien la fórmula (2) se obtiene de la (1) por el proceso de simplificación expuesto anteriormente; y la relación entre ambas es clara, la obtención de (2') a partir de (1), implica aparte de dicha simplificación, admitir que el sólido

AEIHD Superficie terreno natural (Poliédrica de caras triangulares).

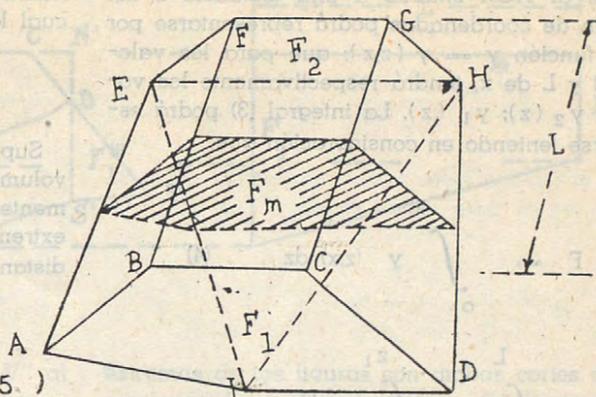


Fig. (5)

ABCDEFGH de la figura (3) puede asimilarse a un prismoide tal que la distancia entre sus caras extremas sea dada por:

$$d_t = \frac{F_t}{F_t + F_c} L$$

Se tendría así para el cálculo del volumen V_t las fórmulas:

$$V_t = \frac{F_t d_t}{2} \quad d_t = \frac{F_t}{F_t + F_c} L$$

de las que se obtiene (2) por eliminación de d_t .

Las hipótesis simplificatorias sucesivas introducidas para obtener las fórmulas usuales (2) y (2') constituyen otras tantas causas de error en la estimación de los volúmenes.

Respecto a estos errores, en general se admite que su magnitud es pequeña y que se trata de errores por exceso usándose sin restricciones en general las citadas fórmulas.

Sin embargo, entre los resultados que se exponen más adelante se indican casos no extraños a la práctica usual, en que tales errores alcanzan valores del orden del 40 y 50% de los volúmenes de las correspondientes figuras geométricas.

A continuación y persiguiendo la finalidad de obtener expresiones analíticas sencillas de los errores en que se incurre al usar las fórmulas (2) y (2') en la valuación de volúmenes; y admitida la inexactitud que implica el uso de la fórmula del prismoide (terreno natural asimilable a superficie poliédrica de caras triangulares); este ensayo se desarrolla alrededor de la idea de sustituir tal superficie, por otras clases de superficies que sin apartarse mayormente de nuestras nociones intuitivas de

la forma del terreno natural, permitan a través de la exposición de una teoría de la cubicación, alcanzar los fines mencionados.

Si se trata de valuar el volumen del sólido representado en la figura (6), se sabe que dicho volumen se obtiene calculando la integral:

$$V = \int_0^L F \cdot dx \quad (3)$$

En la figura (6) se admitirá que los contornos AB y CD de las secciones transversales extremas de la figura cuyas áreas se designarán por F_2 y F_1 , son curvas cualesquiera, pero representables por funciones continuas $y_2 = y_2(z)$, $y_1 = y_1(z)$ de la variable independiente z . Siendo la superficie curva ABCD cualquiera, su sección por un plano pa-

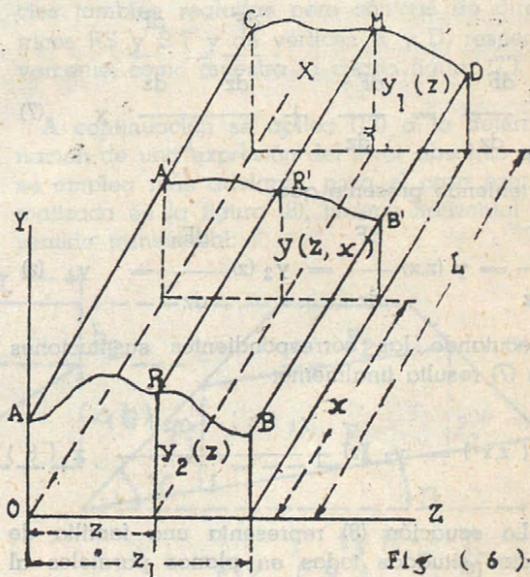


Fig. (6)

ralelo al AOX situado a una distancia z del origen de coordenadas podrá representarse por una función $y = y(z, x)$; que para los valores 0 y L de x , tendrá respectivamente los valores $y_2(z)$; $y_1(z)$. La integral (3) podrá escribirse teniendo en consideración que:

$$F = \int_0^{z_1} y(z, x) dz \quad (4)$$

$$V = \int_0^L dx \int_0^{z_1} y(z, x) dz \quad (5)$$

Si en (3) fuera:

$$F = F_2 + \frac{F_1 - F_2}{L} x \quad (6)$$

entonces:

$$V = \int_0^L F dx = \int_0^L (F_2 +$$

y el volumen del sólido sólo dependería de las áreas de las secciones extremas; y se puede en tal caso preguntar sobre la forma que en tal hipótesis tendría la función $y(z, x)$ en (5); y en consecuencia la superficie curva ABCD.

De (6) se deduce por diferenciación:

$$\frac{dF}{dz} = \frac{dF_2}{dz} + \frac{dF_1}{dz} x \quad (7)$$

y teniendo presente que:

$$\frac{dF}{dz} = y(z, x) = y_2(z) + \frac{dF_1}{dz} x = y_1(z)$$

ejecutando las correspondientes sustituciones en (7) resulta finalmente:

$$y(z, x) = y_2(z) + \frac{y_1(z) - y_2(z)}{L} x \quad (8)$$

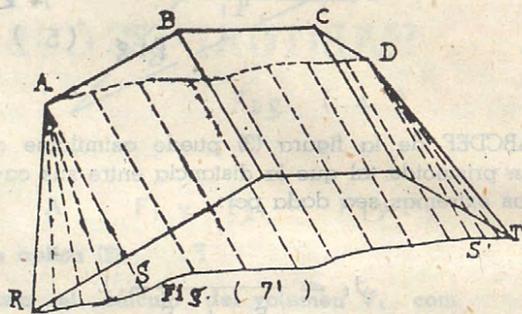
La ecuación (8) representa una familia de rectas situadas todas en planos paralelos al AOX; y en razón de la continuidad de la va-

riable z , una superficie curva reglada para la cual la integral (3) tiene el valor:

$$\frac{F_1 + F_2}{2} L$$

Supóngase ahora que se trata de valuar el volumen del sólido representado esquemáticamente en figura (7) de secciones transversales extremas ABCD de área F_2 y RBCT de área distantes L , siendo:

$$F_1 = F_2 + F''_1 + F'''_1$$



$$\frac{F_1 - F_2}{L} x) dx = \frac{F_1 + F_2}{2} L$$

$$F_1 = \text{Area} (SABCD S')$$

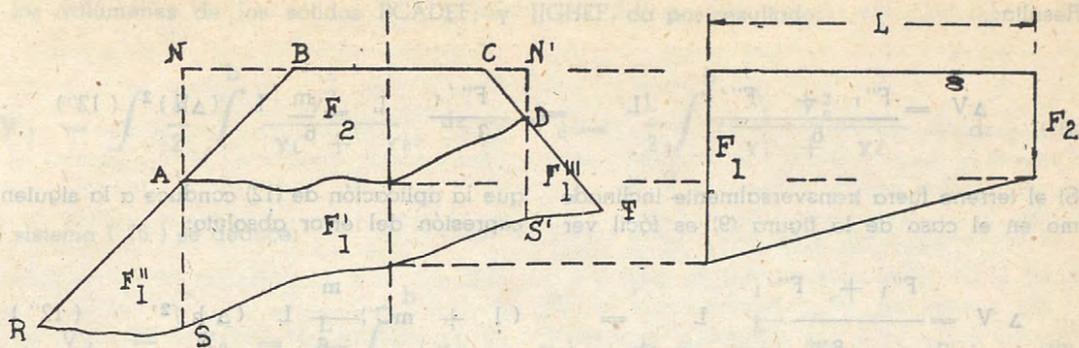
$$F''_1 = \text{Area} (RAS)$$

$$F'''_1 = \text{Area} (SDT)$$

y que haciendo aplicación de lo anterior se considera la superficie curva cuyos límites en sentido transversal son las líneas SS' y AD , como una superficie reglada del tipo definido por la relación (8). Entonces considerando el caso del sólido de secciones extremas $SABCD S'$ — $ANBCN'D$ o simplemente aquel que tiene por secciones extremas $ABCD$ — $SABCD S'$, (figura 7) lo que puede hacerse porque ANB y $CN'D$ son triángulos comunes a las dos secciones extremas del sólido $SABCD S'$ — $ANBCN'D$, resultaría llamando V' al volumen parcial así determinado:

$$V' = \frac{F'_1 + F_2}{2} L \quad (9)$$

A ambos lados de la figura considerada, quedan dos sólidos limitados por los planos cuyas trazas son AS y AR , DS' y DT ; y por superficies que se supondrán también regladas pero de tipo cónico, cuyas intersecciones con los planos de las secciones transversales extremas



de la figura serían RS y S'T. Llamando V'' al volumen total de estos dos sólidos se tiene:

$$V'' = \frac{F''_1 + F'''_1}{3} L \quad (10)$$

y el volumen total de la figura sería:

$$V = V' + V'' = \left(\frac{F_1 + F_2}{2} + \frac{F''_1 + F'''_1}{6} \right) L \quad (11)$$

De la fórmula general (11) se deduciría una expresión general muy simple del error en que se incurre al valor volúmenes mediante la aplicación de la fórmula (2) que sería:

$$\Delta V = \text{Error absoluto} = \frac{F''_1 + F'''_1}{6} L \quad (12)$$

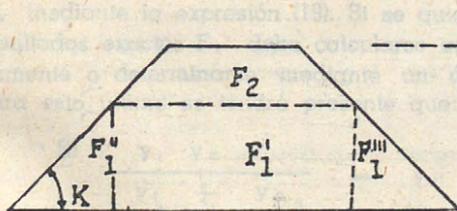
Naturalmente la expresión (12) del error sería exacta si los sólidos reales se asimilaran a figuras del tipo de la estudiada; y sólo aproximada en general si aquellos se asimilan a prismoides, todo lo que en última instancia es cuestión convencional. En todo caso las fórmulas (11) y la (1) dan resultados análogos cuando la superficie del terreno natural puede considerarse como un plano horizontal o inclinado; y también en algunos otros casos en que la superficie del terreno pueda asimilarse a varios planos sucesivos cuyas intersecciones sean paralelas al eje de la construcción, todo esto naturalmente en el supuesto de que las secciones

extremas de las figuras son ambas cortes o terraplenes, figura (7'). En todos estos casos también, la expresión del error dado por (12) es exacta.

Como ya se ha dicho la diferencia que existiría entre la valuación del volumen hecha por la fórmula (11) y la que se hace con la fórmula (1) del prismoide, estriba en que esta última se aplica en el supuesto de que el terreno natural es una superficie poliédrica de caras triangulares, figura (5); mientras que la aplicación de

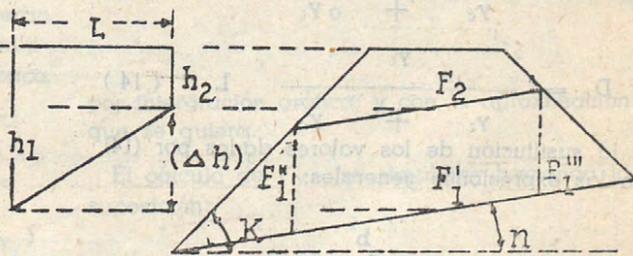
(11) supone la superficie del terreno natural asimilable en la zona central de la figura a una superficie reglada, cuyas generatrices en el punto de abscisa z, tendría por ecuación la expresión (8); y en las zonas laterales a superficies también regladas pero cónicas de directrices RS y S'T y de vértices A y D, respectivamente, como muestra la citada figura (7').

A continuación se aplica (12) a la determinación de una expresión del error absoluto que se emplea más adelante, para el caso esquematizado en la figura (8), terreno horizontal en sentido transversal:



$$\text{tg } K = \frac{1}{m}$$

Fig. (8)



$$\text{tg } K = \frac{1}{m}$$

Fig. (9)

Resulta:

$$\Delta V = \frac{F''_1 + F'''_1}{6} L = \frac{F''_1}{3} L = \frac{m}{6} L (\Delta h)^2 \quad (12'')$$

Si el terreno fuera transversalmente inclinado como en el caso de la figura (9) es fácil ver que la aplicación de (12) conduce a la siguiente expresión del error absoluto:

$$\Delta V = \frac{F''_1 + F'''_1}{6} L = \frac{m}{6} (1 + mC) L (\Delta h)^2 \quad (12''')$$

La constante C en (12''') tiene el valor:

$$C = \frac{\text{sen} 2K \cdot \text{sen}^2 n}{\cos 2n - \cos 2K} \quad (12'''')$$

A continuación se aplican las ideas antes desarrolladas a la determinación de volúmenes y errores absolutos provenientes de la aplicación de la fórmula (2) que es una expresión sintética del procedimiento usual para la obtención de los volúmenes, en el caso esquematizado en las figuras (3) y (10).

Si se supone en dicha figura que BCEFIJ es una superficie reglada del tipo definido por la ecuación (8); teniendo presente las notaciones indicadas en la figura se verifican las siguientes relaciones:

$$D_c + D_t = L$$

$$\frac{y_c}{y_t} = \frac{D}{D}$$

entre las ordenadas de dos puntos R y R', distantes z del eje DJ, de coordenadas y sus correspondientes distancias D_c y D_t a la línea de paso EF. La resolución del sistema (13) conduce a las expresiones:

$$F_t = F'_t + F''_t + F'''_t$$

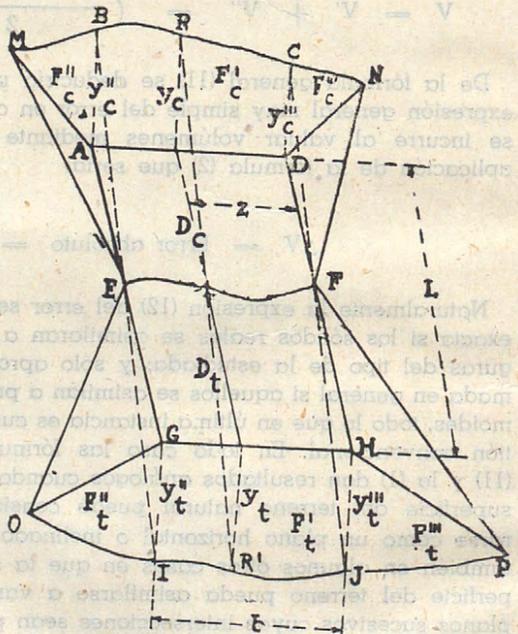
$$D_c = \frac{y_c}{y_c + y_t} L$$

$$D_t = \frac{y_t}{y_t + y_c} L \quad (14)$$

y la sustitución de los valores dados por (14) en las expresiones generales:

$$V_c = \frac{1}{2} \int_0^b y_c D_c dz$$

$$V_t = \frac{1}{2} \int_0^b y_t D_t dz \quad (15)$$



de los volúmenes de los sólidos BCADEF; y IJGHEF, da por resultado:

$$V'_t = \int_0^b \frac{L}{2} \int_0^c \frac{y_t^2}{y_t + y_c} dz \quad V'_c = \int_0^b \frac{L}{2} \int_0^c \frac{y_c^2}{y_t + y_c} dz \quad (16)$$

Del sistema (16) se deduce:

$$V'_t - V'_c = \frac{L}{2} \int_0^b (y_t - y_c) dz = \frac{L}{2} (F'_t - F'_c) \quad (17)$$

si se hace:

$$F'_t = \int_0^b y_t dz \quad F'_c = \int_0^b y_c dz$$

Del sistema (16) también se obtiene:

$$V'_t + V'_c = \frac{L}{2} (F'_t + F'_c) = LF_v \quad (18)$$

si se hace:

$$F_v = \int_0^b \frac{y_t y_c}{y_t + y_c} dz \quad (19)$$

Del sistema (17) (18), resulta en definitiva:

$$V'_t = \frac{L}{2} (F'_t - F_v) \quad (20)$$

$$V'_c = \frac{L}{2} (F'_c - F_v)$$

Los volúmenes V'_t y V'_c pueden obtenerse según (20) en función de longitudes y superficies L , F'_t y F'_c que se obtendrían directamente de la figura; y además determinando F_v mediante la expresión (19). Si se quisieran resultados exactos F_v debe calcularse analíticamente o determinarse mediante un ábaco. Para esto último se tendrá presente que:

$$\text{Si } \frac{y_t y_c}{y_t + y_c} = y_v$$

$$\log(y_t y_c) = \log y_v + \log(y_t + y_c)$$

$$K = Y + X \quad (21)$$

la ecuación (21) obtenida por anamorfosis, representa una familia de rectas inclinadas a 45°. Obtenidos del gráfico así construido, distintos valores de y ; es inmediata la deducción de:

$$F_v = \int_0^b y_v dz$$

por intergración gráfica; y con la aproximación que se quiera.

El cálculo de F_v se simplifica haciendo la suposición:

$$y_t = (y_t) \text{ medio} = Y_t = \text{Constante}$$

$$y_c = (y_c) \text{ medio} = Y_c = \text{Constante}$$

La introducción de esta hipótesis en (19) conduce a:

$$F_v = \int_0^b \frac{Y_t Y_c}{Y_t + Y_c} dz = \frac{F'_t F'_c}{F'_t + F'_c} \quad (22)$$

y llevando este valor a las expresiones (20) se tendrá:

$$V'_t = \frac{L}{2} \frac{F'^2_t}{F'_t + F'_c} \quad V'_c = \frac{L}{2} \frac{F'_c}{F'_c + F'_t} \quad (23)$$

Para obtener el volumen total del sólido OIR' JPGHEF de terraplén, debe agregarse al volumen parcial del sólido GIHJFE dado por la primera de las fórmulas (23) los volúmenes de

los sólidos laterales IGOE y HJPF, que como en el caso anterior se asimilarían a segmentos cónicos. Con las notaciones de la figura (10) y teniendo en consideración lo anterior, resulta:

$$V_t = \frac{L}{2} \frac{F'^2_t}{F'_t + F'_c} + \frac{L}{3} \left(\frac{y''_t}{y''_t + y''_c} F''_t + \frac{y'''_t}{y'''_t + y'''_c} F'''_t \right) \quad (24)$$

Si como anteriormente se supone que:

$$\frac{y''_t}{y''_t + y''_c} = \frac{y'''_t}{y'''_t + y'''_c} = \frac{(y_t) \text{ medio}}{(y_t) \text{ medio} + (y_c) \text{ medio}} = \frac{F'_t}{F'_t + F'_c}$$

ejecutando las correspondientes sustituciones en (24) resulta:

$$V_t = \left(\frac{F'_t}{2} + \frac{F''_t + F'''_t}{3} \right) L \frac{F'_t}{F'_t + F'_c} \quad (26)$$

o también: teniendo presente que $F_t = F'_t + F''_t + F'''_t$

$$V_t = \left(\frac{F_t}{2} - \frac{F''_t + F'''_t}{6} \right) L \frac{F'_t}{F'_t + F'_c} \quad (27)$$

Si en (27), aún se hace la suposición:

$$\frac{F'_t}{F'_t + F'_c} = \frac{F_t}{F_t + F'_c}$$

resulta finalmente:

$$V_t = \left(\frac{F_t}{2} - \frac{F''_t + F'''_t}{6} \right) L \frac{F_t}{F_t + F'_c} \quad (28)$$

Si en la fórmula (28) se prescinde del 2.º término del primer factor resulta:

$$V_t = \frac{F'^2_t}{2(F_t + F'_c)} L$$

o sea la fórmula (2') usada en la práctica.

De acuerdo con lo anterior el error proveniente del uso de (2') es aproximadamente igual a:

$$\Delta V_t = \frac{F''_t + F'''_t}{6} L$$

es decir, tiene una expresión análoga a la dada por la fórmula (12) si la distancia L entre perfiles se reemplaza por $d_t = \frac{F}{F_t + F_c}$ L

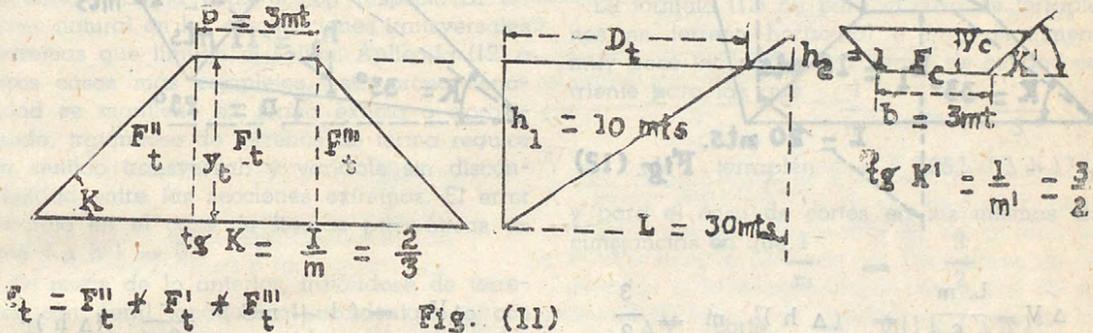
distancia del perfil considerado a la línea de paso.

El proceso de deducción de la fórmula (2') que se acaba de exponer tiene interés porque

$$L \frac{F_t}{F_t + F_c} \quad (29)$$

muestra como se introducen las diversas hipótesis simplificatorias en el cálculo; y porque a partir de él se pueden obtener expresiones de los errores, absolutos por exceso en el cálculo usual de los volúmenes, mediante (2').

Así para el caso esquematizado en la figura (11) el volumen exacto V_t se obtiene por la fórmula (27), pues las y_t e y_c , son constantes en la figura.



$V_t = F''_t * F'_t * F'''_t$ Fig. (11)

Si se aplica (2') a la determinación del volumen el error es:

$$\Delta V_t = \frac{F'_t}{2(F_t + F_c)} L - \left(\frac{F_t}{2} - \frac{F''_t + F'''_t}{6} \right) L \frac{F_t}{F_t + F_c} \quad (30)$$

Como la distancia exacta del perfil a la línea de paso estaría dada por:

$$D = \frac{y}{y_t + y_c} L = \frac{F_t}{F_t + F_c} L \quad (31)$$

$$d_t = \frac{F_t}{F_t + F_c} L \quad (32)$$

sólo es una expresión aproximada de dicha distancia; y:

$$d_t = D_t + \Delta D_t \quad (33)$$

en que:

$$\Delta D_t = \left(\frac{F_t}{F_t + F_c} - \frac{F''_t}{F_t + F_c} \right) L$$

Como por otra parte $\frac{F''_t + F'''_t}{6} = \frac{m}{6} h_1^2$ según (12') con $\Delta h = h_1$

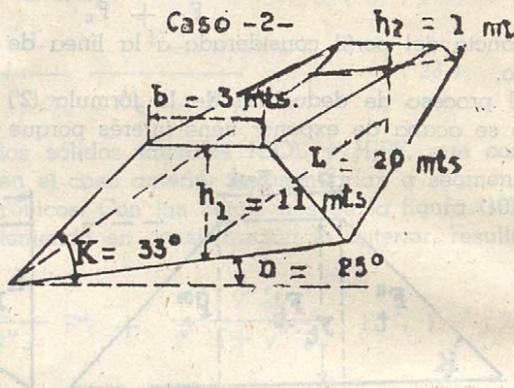
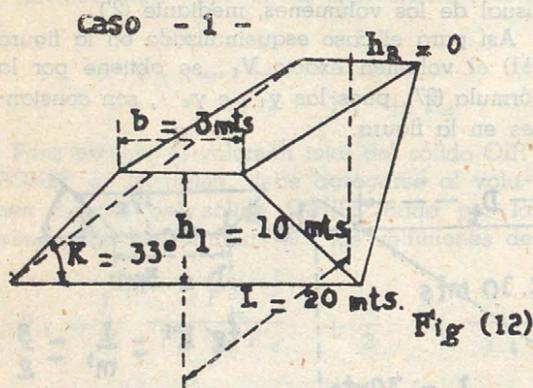
la fórmula (30) puede escribirse en la siguiente forma:

$$\Delta V_t = \frac{F_t}{2} \Delta D_t + \frac{m}{6} h_1^2 D_t \quad (35)$$

Es obvia la forma como podrían extenderse las consideraciones anteriores sobre cálculo de volúmenes y errores de cubicación al caso correspondiente a la figura (4) que es sólo una combinación de los dos casos tratados.

Magnitud que pueden alcanzar los errores.

Es fácil comprobar utilizando las fórmulas establecidas que los errores por exceso en que se incurre al utilizar las fórmulas prácticas (2) y (2') pueden alcanzar valores del 40 y aún del 50% de los volúmenes exactos si es que se usan sin limitaciones.



$$\Delta V = \frac{L \cdot m}{6} = (\Delta h)^2 \cdot m = \frac{3}{2}$$

$$\Delta V = 500 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen exacto } V = 1.300 \text{ m}^3$$

$$\% \text{ Error} = 100 \frac{\Delta V}{V} = 40\%$$

$$\Delta V = (1 + mC) \frac{L}{6} (\Delta h)^2$$

$$m = \frac{3}{2}$$

$$C = \frac{\text{sen. } 2K \cdot \text{sen } n}{\cos. 2n - \cos. 2K} = 0,7$$

$$\Delta V = 1.025 \text{ m}^3 \quad V = 3.506 \text{ m}^3$$

$$\% \text{ Error} = 100 \frac{\Delta V}{V} = 29\%$$

La valuación del volumen V en ambos casos se hace utilizando la fórmula (11) y la del error utilizando la (12) en sus formas (12') (12'').

Para el caso representado en la Fig. (11) tomando en consideración los datos allí consignados se tiene:

$$F_t = 180 \text{ m}^2 \quad F_c = 3,7 \text{ m}^2 \quad F'_t = 30 \text{ m}^2 \quad F'_c = 3 \text{ m}^2$$

$$\text{Distancia exacta a línea paso} \quad D_t = 27,3 \text{ m} \quad \text{según (31)}$$

$$\text{Error en apreciación distancia a línea paso} \quad \Delta D_t = 2,1 \text{ m} \quad \text{según (34)}$$

$$\text{Error absoluto apreciación volumen} \quad \Delta V_t = 872 \text{ m}^3 \quad \text{según (35)}$$

Volumen exacto

$$V_t = \frac{F_t}{2} \cdot D_t = \frac{m}{6} \cdot h_1^2 \cdot D_t = 1.774 \text{ m}^3 \quad \text{según (27)}$$

$$\% \text{ Error} = \frac{100 \cdot \Delta V_t}{V_t} = \frac{872}{1.744} = 50\%$$

Puesta de manifiesto de acuerdo con lo anterior la magnitud considerable que pueden llegar a adquirir los errores por exceso en las cubicaciones de tierras cuando las fórmulas usuales se emplean sin limitaciones, se hace necesario precisar criterios para eludir estos errores hasta donde sea posible, dentro de la simplicidad de operación que impone la práctica.

De la aplicación hecha de la fórmula (12) a los casos (1) y (2), se aprecia que en ambos el error absoluto varía proporcionalmente al cuadrado de (Δh) diferencia de alturas de la plataforma de la construcción respecto al terreno natural en las dos secciones transversales extremas que limitan el sólido. Aplicada (12) a otros casos más complejos, esta proporcionalidad se mantiene en forma exacta o aproximada, tratándose de terrenos de forma regular en sentido transversal; y variable sin discontinuidad entre las secciones extremas. El error es nulo en el caso de figuras prismáticas en que $(\Delta h) = 0$

En razón de lo anterior, tratándose de terrenos con perfil longitudinal accidentado o con perfil longitudinal sin accidentes, pero en los que se advierta que las alturas de la plataforma respecto al terreno van a variar considerablemente de un punto a otro, debe multiplicarse los perfiles transversales, en orden a reducir los (Δh) de cuyo cuadrado depende principalmente la magnitud del error.

Deberá tenerse presente también, que en los casos como el de la figura (11) en que la fórmula con que se cubica es la (2); y la que da el valor del error absoluto es la (35), el error es mayor debido a la presencia del término $\frac{F \cdot \Delta D}{2}$, que es proporcional a la distancia

L entre perfiles como se desprende de la fórmula (34). Conviene, pues, en general, limitar las distancias entre estacas en los estacados, incluso en aquellos que se ejecutan en terrenos llanos.

Del examen de las fórmulas (12') y (12'') aplicadas a los casos (1) y (2) se desprende que los porcentajes del error crecen cuando disminuye el ancho b de la plataforma de la construcción, pues al reducirse b, disminuye también el volumen sin que sufra alteración el error absoluto. Los porcentajes de error serán pues mayores en los casos de construcciones con plataforma de escaso ancho (Caminos de penetración); que en aquellos en que la plataforma es más amplia; y consecuentemente debe procederse con un mayor cuidado en la eva-

luación de volúmenes a objeto de que el porcentaje de error se mantenga dentro de límites aceptables.

Del examen de los resultados obtenidos en los casos (1) y (2); también se desprende que si bien los errores absolutos crecen con la inclinación del terreno, los porcentajes de error en cambio disminuyen. Los porcentajes máximos de error se producen precisamente en los casos en que el terreno es horizontal en sentido transversal y para figuras del tipo considerado en el caso (1) cuña, en que

$$(\Delta h) = h_1 - h_2 = h_1$$

La fórmula (12) da para el caso de terraplenes en terreno horizontal o transversalmente muy poco inclinado para tierras de calidad corriente para las que $\frac{1}{m} = \frac{2}{3}$

$$\Delta V \text{ terraplén} = 0.25L (\Delta h)^2$$

y para el caso de cortes en las mismas circunstancias en que $\frac{1}{m} = \frac{3}{2}$

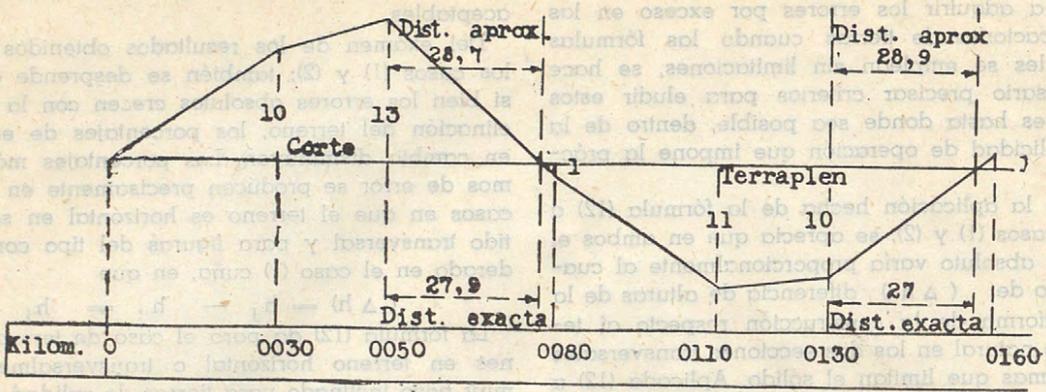
$$\Delta V \text{ corte} = 0.11L (\Delta h)^2$$

Del examen de estas fórmulas se desprende que para una misma diferencia (Δh) y una misma longitud L; el error absoluto por exceso con que se estima un volumen de terraplén, es mayor que dos veces el error absoluto por exceso con que se estima un volumen de corte. Sentado esto es de esperar que en general una vez ejecutada la cubicación total de las tierras de un proyecto, el error total en la estimación de los terraplenes, exceda en mucho al error total con que se han estimado los cortes.

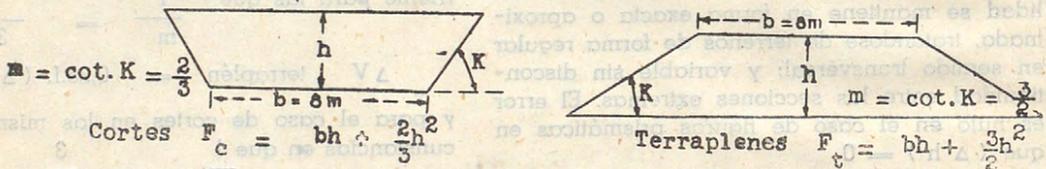
Ahora bien, si prescindiendo de este hecho se hiciera la distribución de las tierras basándose en las cubicaciones únicamente, es posible que ocurra en un caso determinado, en que la distribución de tierras proyectada haga presumir que se precisan tierras de empréstito para terminar los terraplenes, que lo que en realidad exista sea compensación o exceso de tierras de corte o simplemente como en el caso de figura (13) un empréstito menor que el indicado por el gráfico.

Teniendo en cuenta lo anterior sería conveniente por una parte tomar en consideración el hecho general señalado al hacer la distribución de tierras en los proyectos; y por otra parte durante la construcción no ejecutar las excavaciones de empréstito que indique la distribución proyectada, sin antes adquirir la certidumbre de que son en realidad necesarias.

Perfil longitudinal

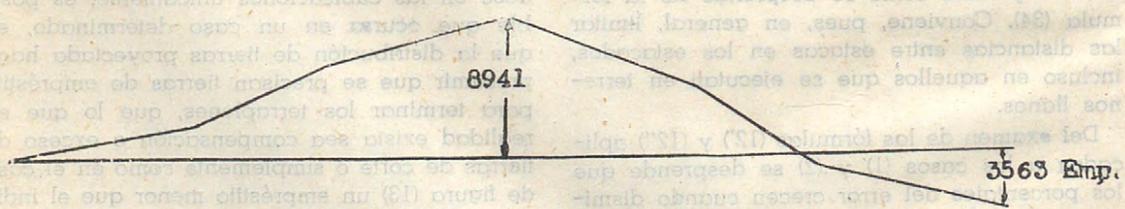


Fórmulas para calcular las áreas de los perfiles transversales:



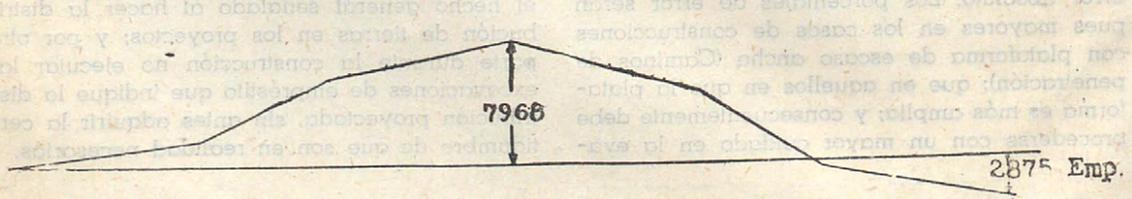
Kilometros	Distancias	Cubicación de tierras		Volúmenes exactos	
		F _c	F _v	Corte	Terraplén
0.000	—	—	—	—	—
0.030	30	146,6	—	2199	1866
0.050	20	216,7	—	3633	3613
0.080	30	—	9,5	3109	2499
0.110	30	—	269,5	—	—
0.130	20	—	230,0	—	—
0.160	30	8,7	—	5	12
				8946	12509
					7990
					10865

Gráfico de Bruckner: Distribución correspondiente a cubicación ordinaria. Se supone para simplificar, nulo el esponjamiento de tierras



Según este gráfico se necesitan 3.563 m³ de empréstito.

Gráfico de Bruckner: Distribución correspondiente a cubicación exacta.



Según este gráfico sólo se necesitan en realidad 2875 m³ de empréstito.

UN ESTUDIO DE LABORATORIO SOBRE MEZCLAS DE GOMA Y ASFALTO PARA PAVIMENTO

Informado por HARRY M. REX, Ingeniero Supervigilante de Investigación Física de Caminos, y ROBERT A. PECH, Ingeniero de Investigación Física de Caminos

(Tomado de la Revista PUBLIC ROADS de Washington, U. S. A.)

—SEGUNDA Y ULTIMA PARTE—

Diferencias en Densidad, Resistencia y Susceptibilidad a la Temperatura

Los resultados de las pruebas de compresión no confinada hechos en muestras curadas en un horno a 60° C., durante un día, se dan en la mitad de la izquierda de la tabla 2. Cada uno de los valores mostrados es el promedio para tres ejemplares de prueba. En el primer grupo de resultados mostrados en esta tabla hay una mezcla de control, y combinaciones en cuya preparación se añadió polvos de goma recuperada, sintética y natural al agregado caliente en la mezcladora, antes de añadir el asfalto. Al amoldar los cilindros de ensaye en este grupo de mezclas, se usó la presión standard de moldaje de 3.000 libras por pulgada cuadrada. Esto dio como resultado un intervalo amplio de densidades para las diversas mezclas con variaciones correspondientes en los valores de resistencia a la compresión y de deformación plástica. Todas las mezclas que contenían polvo de goma fueron menos compactables que la mezcla de control, y en general esta observación basada en pruebas hechas en muestras preparadas en laboratorio concuerda con los datos disponibles de pruebas efectuadas anteriormente con un número limitado de muestras cortadas de instalaciones experimentales recién colocadas en caminos. La tabla 3 exhibe datos obtenidos de muestras de tres de estos caminos de prueba. Evidentemente, al estudiar estos datos, las comparaciones de peso específico de masa sólo son válidas para mezclas del mismo tipo.

En el primer grupo de mezclas (las mezclas que llevan A en sus designaciones) de la tabla 2, en las que la goma pulverizada fue

añadida al agregado y al asfalto en la mezcladora, y con las que se usó la presión standard de moldaje, la mezcla 1A (de control) fue la más estable, juzgada por los valores de resistencia a la compresión a cualquiera de las dos temperaturas de prueba, siguiendo en orden descendente las mezclas de goma 3A (sintética), 2A (recuperada) y 4A (natural). Los valores de módulo de deformación a cualquiera de las temperaturas de prueba manifestaron la misma clasificación para las mezclas de este grupo. La clasificación por susceptibilidad a la temperatura tuvo también el mismo orden, siendo las mezclas menos estables las más susceptibles.

Estos avalúos de susceptibilidad a la temperatura de las mezclas estuvieron en desacuerdo con lo que se podría haber esperado a base de los resultados de pruebas efectuadas por numerosos laboratorios, incluso el del Bureau de Caminos Públicos, en mezclas de asfalto y goma solamente. Basándose en comparaciones de las inclinaciones de las curvas del logaritmo penetración-temperatura mencionadas en el comentario precedente, se ha visto que la susceptibilidad a la temperatura de las mezclas de algunas gomas y algunos asfaltos es menor que la de los respectivos asfaltos base.

Con la idea de verificar hasta qué punto esta aparente discrepancia era atribuible al hecho de que las mezclas compactadas variaban mucho respecto de densidad, se hizo pruebas en un segundo grupo de muestras (grupo B), en cuya preparación se varió la presión de moldaje para que las densidades resultantes fueran aproximadamente iguales. Como la mezcla 4A (goma natural) en el primer grupo de prueba tenía la densidad más baja, se usó presiones de 200, 1.000 y 400 libras por pulgada cuadrada al preparar las mezclas 1B, 2B y 3B,

TABLA 2.—Resultados de pruebas de compresión no confinada de mezclas de hormigón betuminoso después de exposición en horno a 60° C durante 1 día y 21 días.

Mezcla N°	Tipo de goma	Forma de goma	Presión de moldaje lb/plg ²	Pruebas después de 1 día						Pruebas después de 21 días					
				Densidad gr/cc	Pruebas a 25° C		Pruebas a 60° C		Índice de susceptibilidad a la temperatura	Densidad gr/cc	Pruebas a 25° C		Pruebas a 60° C		Índice de susceptibilidad a la temperatura
					Resistencia a la compresión lb/plg ²	Módulo de deformación	Resistencia a la compresión lb/plg ²	Módulo de deformación			Resistencia a la compresión lb/plg ²	Módulo de deformación			
													Resistencia a la compresión lb/plg ²	Módulo de deformación	
1A	Nada	—	3,000	2,240	245	8,830	69	4,190	51	2,240	315	10,150	87	4,650	54
2A	Recup'da	Polvo	3,000	2,120	149	3,500	21	655	115	2,121	178	3,830	37	995	93
3A	Sintética	Polvo	3,000	2,204	199	5,925	44	1,885	79	2,208	275	7,310	73	2,710	68
4A	Natural	Polvo	3,000	2,058	134	2,500	14	345	136	2,057	164	2,620	23	485	116
1B	Nada	—	200	2,053	80	4,725	6	380	174	2,059	131	7,590	14	890	143
2B	Recup'da	Polvo	1,000	2,061	129	4,260	12	560	140	2,064	156	4,420	24	815	116
3B	Sintética	Polvo	400	2,061	126	7,010	13	690	160	2,061	173	8,770	29	1,320	130
2C	Recup'da	Mezc. previa	3,000	2,104	175	4,900	23	825	123	2,106	229	5,250	50	1,600	82
3C	Sintética	Mezc. previa	3,000	2,217	261	7,590	61	3,820	47	2,217	317	10,130	90	4,900	50
4C	Natural	Mezc. previa	3,000	2,228	257	13,640	102	7,165	44	2,232	368	17,810	124	6,540	69
5C	Plastif'da	Mezc. previa	3,000	2,237	320	11,450	92	6,270	42	2,237	400	17,520	125	8,220	52

respectivamente, para que las densidades de esta mezcla se aproximaran a la densidad de la mezcla 4A.

Habiendo retirado como variable la densidad de las mezclas compactadas, la resistencia a la compresión de la mezcla 4A en cualquiera de las temperaturas de prueba fue la más alta. A 25° C. las resistencias a la compresión de las mezclas 2B, 3B y 1B en el grupo de densidad igual, siguieron a 4A en orden descendente. A 60° C. la posición de clasificación en resistencia a la compresión de las mezclas 3B y 2B se invirtió, pero nuevamente la mezcla 1B (control) tuvo la clasificación más baja.

Aunque los resultados de las pruebas a 25° C. mostraron que la mezcla 4A tenía una resistencia a la compresión ligeramente más alta que la de las muestras 1B, 2B ó 3B, también mostraron que esta mezcla era la más plástica a esa temperatura, basándose en los valores comparados de módulo de deformación. A esta temperatura de prueba la mezcla 3B era la menos plástica, si bien no tuvo la resistencia más alta a la compresión. A 60° C., aunque las resistencias a la compresión de las mezclas 4A y 3B fueron esencialmente iguales, el valor del módulo de deformación de la mezcla 3B indica que ésta fue el doble de tibia (o la mitad de plástica) que la mezcla 4A. En este grupo de prueba, todas las mezclas que contenían polvos de goma eran algo más resistentes al cambio de temperatura que la mezcla de control para el grupo (1B). En comparaciones limitadas a este grupo, se puede discernir así un grado de relación entre el efecto de agregar goma al

asfalto medido con pruebas de laboratorio de las mezclas de asfalto y goma, y el efecto medido con pruebas de laboratorio de mezclas correspondientes compuestas de agregado y el mismo asfalto y goma cuando la goma se añade en forma de polvo. Las más altas resistencias a la compresión y valores más bajo de índice de susceptibilidad a la temperatura obtenidos para las mezclas 2B (recuperada), 3B (sintética) y 4A (natural), comparados con la muestra de control (1B), reflejan en grado perceptible la reducción en penetración, aumento en el punto de ablandamiento y reducción en la susceptibilidad a la temperatura observados en los resultados de las pruebas efectuadas en el mismo asfalto y las mismas gomas en forma de una mezcla.

La tabla 4 está arreglada para facilitar las comparaciones precedentes.

Al estudiar los resultados de las pruebas en las mezclas de igual densidad, debe tenerse presente que su importancia es, quizá, solamente académica, y consiste principalmente en recalcar la diferencia en efectividad entre agregar la goma a la mezcla en forma de polvo y agregarla como parte del ligante. Para obtener los efectos observados fue necesario, al amoldar las muestras de mezclas en que la goma se había incorporado en forma de polvo, compensar las variaciones en compactibilidad que caracteriza a las diversas mezclas usando arbitrariamente presiones de moldaje que, por lo menos en dos casos, serían consideradas completamente irreales.

Por el comentario que precede es evidente

que, en las condiciones de compactación standard de laboratorio, las mezclas que contienen goma que ha sido incorporada al agregado en forma de polvo son menos compactables, más plásticas y menos estables tanto a 25° como a 60° C., y, dentro del tramo de temperatura 25°-60° C., son más susceptibles a los cambios de temperatura que las mezclas comparables de control que no contienen goma. Además, para desarrollar comparaciones favorables entre las mezclas que contienen tales polvos de goma y la mezcla de control, fue necesario eliminar las pronunciadas diferencias en compactabilidad, usando presiones de compactación desiguales e irreales al amoldar las muestras para prueba.

La goma es más efectiva cuando se la mezcla previamente

Los ligantes usados en las mezclas 2C, 3C y 4C consistían en mezclas de asfalto y goma recuperada, sintética y natural, respectivamente, preparadas como ya se ha descrito. El ligante en la mezcla 5C consistía en una mezcla de goma plastificada y asfalto. Como las muestras de prueba del grupo C se formaron usando 3.000 libras por pulgada cuadrada de presión de moldeaje, los resultados de las pruebas para este grupo son directamente comparables con los de las mezclas del grupo A.

El efecto del método de añadir la goma en los resultados de las pruebas de las mezclas es claramente evidente, en la mitad de la izquierda de la tabla 2, por las mayores densidades obtenidas con las mezclas que contenían goma sintética y natural mezclada previamente (3C y 4C) que con las mezclas correspondientes (3A y 4A) en las que las gomas se introdujeron en forma de polvo. En el caso de la goma recuperada, no se observó esta mejora en la compactabilidad.

De igual modo, las resistencias a la compresión y los valores del índice de susceptibilidad a la temperatura indican el efecto relativo de los dos métodos diferentes de preparación, con mayor estabilidad y mayor resistencia al cambio de temperatura en las mezclas de goma sintética y natural combinadas previamente en comparación con sus contrapartes de goma en polvo. Aunque la estabilidad de la mezcla previamente combinada de goma recuperada (2C) a las dos temperaturas de prueba fue más alta que la obtenida con la misma goma en forma de polvo (2A), la susceptibilidad a la temperatura fue aproximadamente la misma para esta goma sin considerar el método de preparación.

Las comparaciones limitadas a las mezclas que constituyen el grupo C y su mezcla de control (1A) sirven para indicar el valor relativo de los cuatro tipos diferentes de goma respecto

TABLA 3.—Densidad de las muestras cortadas de secciones de pruebas de caminos

Tipo de pavimento y goma	Forma de la goma	Densidad en el tiempo de la construcción		Densidad en pruebas posteriores	
		Año de construcción	Peso específico de la masa	Año de prueba	Peso específico de la masa
Concreto betuminoso (Tex):					
Nada	—	1949	2,19	—	—
Goma natural	Polvo	1949	2,04	—	—
Goma recuperada	"	1949	2,15	—	2,17
Asfalto en arena (Va.):					
Nada	—	Mayo 1949	1,81	1951	2,12
Goma natural	Polvo	Mayo 1949	1,71	1951	1,99
Nada	—	Sept. 1949	(1)	1951	1,99
Goma recuperada	Polvo	Sept. 1949	(1)	1951	—
Asfalto en arena (D.C.):					
Nada	—	1951	2,20	1952	2,23
Goma natural	Polvo	1951	2,00	1952	2,19
Goma sintética	"	1951	2,12	1952	2,20
Goma recuperada	"	1951	2,04	1952	2,20
Goma plastificada	Mezcla previa	1951	2,10	1952	2,24
Asfalto en hojas (D.C.):					
Nada	—	1951	2,11	1952	2,15
Goma natural	Polvo	1951	2,06	1952	2,13
Goma sintética	"	1951	2,02	1952	2,06
Goma recuperada	"	1951	2,03	1952	2,10
Goma plastificada	Mezcla previa	1951	2,07	1952	2,17

(1).—No se dispone de datos sobre densidad cuando se construyó.

de su efecto en las propiedades de prueba de la mezcla después de un día de cura en el horno. En las pruebas a 25° C. en las mezclas del grupo C, la resistencia a la compresión de la mezcla 5C (plastificada) fue mayor, siguiendo en orden descendente los valores de las mezclas 3C (sintética), 4C (natural), 1A (control), y 2C (recuperada). Los valores comparativos del módulo de deformación indican que a esta temperatura la mezcla 2C fue la más plástica y 4C la menos plástica. A 60° C., la resistencia a la compresión de la mezcla 4C fue más alta y las mezclas 5C, 1A, 3C y 2C siguieron en orden descendente. A esta temperatura, como a 25° C., la mezcla 4C fue la menos plástica y 2C la más plástica, basándose en los valores del módulo de deformación. Juzgadas por los valores del índice de susceptibilidad a la temperatura, la mezcla 2C fue la más susceptible al cambio de temperatura. Las comparaciones de los valores de índice señalan que las mezclas 3C, 4C y 5C fueron ligeramente más resistentes al cambio de la temperatura que la mezcla 1A.

Como ya se ha mencionado al comentar los resultados de las pruebas de compresión del grupo de mezclas de igual densidad (B), las pruebas en mezclas de asfalto y goma han indicado que en algunos casos la adición de la goma dio por resultado una penetración más baja y redujo la susceptibilidad a la temperatura. En la comparación de las mezclas 2C, 3C, 4C y 5C con la mezcla correspondiente de control 1A, se puede discernir cierta relación entre los cambios observados en las pruebas de mezclas de asfalto y goma, y los ligeros cambios observados en muestras de las mezclas de agregados y las correspondientes combinacio-

nes. Esto es, las resistencias a la compresión más altas de las mezclas 3C (sintética), 4C (natural) y 5C (plastificada), comparadas con la muestra de control 1A, son consecuentes con la mayor viscosidad resultante de la combinación de las correspondientes gomas con asfaltos. De igual modo, la reducción en susceptibilidad a la temperatura resultante de la mezcla de gomas con asfaltos se refleja en los menores valores de índice de susceptibilidad a la temperatura obtenidos para las mezclas 3C, 4C y 5C comparados con el de la muestra de control 1A. Nuevamente se hace referencia a la tabla 4, en la que los materiales relacionados se comparan directamente.

Los datos de la mitad de la izquierda de la tabla 2 indican, sin embargo, que si bien la escala de cambio en las propiedades plásticas medida por los valores de los índices de susceptibilidad a la temperatura es ligeramente más baja en las mezclas que contienen goma y asfalto mezclados previamente que en la mezcla de control que no tiene goma, las mezclas que contienen las mezclas previas de goma no son apreciablemente más plásticas a temperaturas más bajas, y al mismo tiempo, apreciablemente menos plásticas a temperaturas más altas que las mezclas sin goma, por lo menos en el tramo de temperatura de 25°-60°C. Los valores del módulo de deformación indican que las mezclas 2C (recuperada) y 3C (sintética) fueron más plásticas a 25°C. que la mezcla 1A., pero al mismo tiempo fueron más plásticas a 60° C. En cambio, si bien las mezclas 4C (natural) y 5C (plastificada) fueron menos plásticas a 60° C. que la muestra de control, también fueron menos plásticas a 25° C. Las indicaciones implícitas de estos resultados

TABLA 4.—Características del asfalto AC-2 y mezclas de 5 por ciento de polvos de goma con este asfalto comparadas con las características de mezclas compactadas de agregado y estos mismos materiales.

Tipo de goma	Características de las mezclas de goma y asfalto				Mezclas de igual densidad con goma pulverizada (1)		Mezclas amoldadas a igual presión con goma mezclada previamente (1)	
	Identificación de la goma	Penetración a 25° C	Punto de ablandamiento	Susceptibilidad a la temperatura (2)	Mezcla N°	Índice de susceptibilidad a la temperatura	Mezcla N°	Índice de susceptibilidad a la temperatura
Nada	—	87	122	226	1 B	174	1 A	51
Recuperada	R-2	80	126	207	2 B	140	2 C	123
Sintética	R-3	74	127	202	3 B	160	3 C	47
Natural	R-1	67	147	165	4 A	136	4 C	44

1.—Las mezclas 1B, 2B y 3B fueron amoldadas bajo presiones variables hasta la misma densidad que se obtuvo con la mezcla 1A amoldada bajo 3.000 lb por pulgada cuadrada de presión. Las mezclas 1A, 2C, 3C y 4C se amoldaron bajo 3.000 lb. por pulgada cuadrada de presión.

2.—Inclinación del logaritmo curvas de penetración-temperaturas x 10⁴.

TABLA 5.— Cambios en resistencia a la compresión, módulo de deformación y susceptibilidad a la temperatura resultante de 20 días adicionales de exposición al aire en horno a 60° C.

Mezcla Nº	Tipo de goma	Forma de la goma	PRUEBAS A 25° C		PRUEBAS A 60° C		Índice de susceptibilidad a la temperatura (1)
			Resistencia a la compresión	Módulo de deformación	Resistencia a la compresión	Módulo de deformación	
			%	%	%	%	%
Nada	—	—	+ 29	+ 15	+ 26	+ 11	+ 6
Recuperada	Polvo	—	+ 19	+ 9	+ 76	+ 52	- 19
Sintética	"	—	+ 38	+ 23	+ 66	+ 44	- 14
Natural	"	—	+ 22	+ 5	+ 64	+ 41	- 15
Nada	—	—	+ 64	+ 61	+ 134	+ 134	- 15
Recuperada	Polvo	—	+ 21	+ 4	+ 100	+ 45	- 17
Sintética	"	—	+ 37	+ 25	+ 123	+ 91	- 19
Recuperada	Mezcla previa	—	+ 31	+ 7	+ 117	+ 93	- 33
Sintética	" "	—	+ 21	+ 33	+ 48	+ 28	+ 6
Natural	" "	—	+ 43	+ 31	+ 22	- 8	+ 57
Plastificada	" "	—	+ 25	+ 53	+ 36	+ 31	+ 24

(1) Los valores negativos indican una ganancia en resistencia al cambio de temperatura.

de pruebas no concuerdan con las pretenciones de que las mezclas para pavimento que contienen goma son más plásticas a temperaturas bajas y menos plásticas a temperaturas altas que las mezclas similares sin goma.

Efecto de la exposición prolongada en el horno

La mitad de la derecha de la tabla 2 da los resultados de pruebas hechas en muestras amoldadas que se mantuvieron en un horno a 60° C. por 21 días. Estas muestras fueron amoldadas y colocadas en el horno al mismo tiempo que las representadas en la mitad de la izquierda de la tabla, habiendo sido para éstas de un día el período de exposición en el horno en conformidad al procedimiento habitual para la prueba de compresión no confinada. Como las densidades de los juegos correspondientes de muestras concordaban estrechamente, las diferencias en otras propiedades físicas entre exposiciones de un día y de 21 días en el horno pueden atribuirse justamente al efecto del tratamiento caliente prolongado. La tabla 5 se preparó para mostrar, en porcentajes, los cambios en valores numéricos para las diferentes propiedades evaluadas.

En las muestras de mezcla de control amoldadas a 3.000 libras por pulgada cuadrada (1A), la exposición prolongada al aire caliente dio por resultado mayores resistencias a la compresión y valores más altos de módulo a las dos temperaturas de prueba. Sin embargo, es interesante recalcar que la susceptibilidad a la temperatura de esta mezcla cambió poco con el calentamiento prolongado. Las muestras que contenían esta misma mezcla, amoldadas a 200 libras por pulgada cuadrada

(1B) mostraron aumentos pronunciados en porcentajes de resistencias a la compresión y valores de módulo. Como se muestra en la tabla 5, hubo cambios en todas las mezclas que contenían polvos de goma, independientemente de la presión usada en la operación de moldaje. Los cambios en resistencia a la compresión y valores de módulo parecen ser más marcados en los resultados de las pruebas hechas a 60° C. Al estudiar los valores dados en la tabla 5, debe tenerse presente que los aumentos en resistencia al cambio de temperatura serían indicados por valores negativos en porcentaje en la columna de índice de susceptibilidad a la temperatura, y los descensos en la resistencia al cambio de temperatura por valores positivos, ya que en la tabla 2 los valores altos de índice indican alta susceptibilidad al cambio de temperatura y los valores bajos indican baja susceptibilidad.

Todas las mezclas que contenían goma agregada en forma de polvo ganaron en resistencia al cambio de temperatura durante el período de exposición de 21 días. Esto podría interpretarse como indicando que el efecto completo de la goma agregada de esta manera pueda no obtenerse inmediatamente después de construido el pavimento, y que se podría esperar cierta mejora en la resistencia al cambio de temperatura con el paso del tiempo. Debe observarse, sin embargo, que de acuerdo con los resultados de pruebas de la tabla 2, la muestra de control amoldada a 3.000 libras por pulgada cuadrada fue superior en resistencia al cambio de temperatura que cualquiera de las mezclas que contenían polvo de goma, aún al terminar el período de exposición.

El efecto del calentamiento prolongado en el

TABLA 6.—Resultados de las pruebas de inmersión y compresión de mezclas de concreto betuminoso después de exposición en horno a 60° C por 1 día y 21 días.

Mezcla N°	Tipo de goma	Forma de goma	Pre-sión de mol-daje	PRUEBAS DESPUES DE 1 DIA							PRUEBAS DESPUES DE 21 DIAS						
				Características de las muestras moldeadas			Después de inmersión a 49° C				Características de las muestras moldeadas			Después de inmersión a 49° C			
				Densidad	Vacíos de aire	Resistencia a la compresión a 25° C	Absorción	Hincha-zón	Resistencia a la compresión a 25° C	Resistencia retenida	Densidad	Vacíos de aire	Resistencia a la compresión a 25° C	Absorción	Hincha-zón	Resistencia a la compresión a 25° C	Resistencia retenida
lb./plg.2	gr./cc	%	lb./plg.2	%	%	lb./plg.2	%	gr./cc	%	lb./plg.2	%	%	lb./plg.2	%			
1A	Nada	—	3.000	2,249	10,6	238	2,4	0,8	177	74	2,248	10,7	309	2,0	0,3	269	87
2A	Recuper.	Polvo	3.000	2,125	15,3	162	4,4	0,7	107	66	2,121	15,4	210	3,5	(1)	179	85
3A	Sintét.	"	3.000	2,206	12,0	206	2,9	0,8	162	79	2,207	11,7	289	2,8	0,6	233	81
4A	Natural	"	3.000	2,061	17,8	133	4,9	0,0	101	76	2,055	18,0	173	4,0	(1)	134	77
1B	Nada	—	200	2,043	18,8	72	6,4	(1)	69	96	2,051	18,0	140	5,9	1,4	108	77
2B	Recuper.	Polvo	1.000	2,048	18,4	115	5,2	(1)	94	82	2,060	17,9	166	5,4	(1)	121	73
3B	Sintét.	"	400	2,058	17,9	127	5,3	(1)	96	76	2,064	17,6	157	5,4	(1)	130	83
2C	Recuper.	Mezcl. previa	3.000	2,122	15,4	194	4,3	1,0	128	66	2,114	15,7	215	4,4	0,4	187	87
3C	Sintét.	"	3.000	2,219	11,5	258	2,7	1,3	177	69	2,220	11,4	324	2,6	0,9	251	77
4C	Natural	"	3.000	2,236	10,7	254	2,5	1,0	184	72	2,237	10,7	330	2,8	0,9	266	81
5C	Plastif.	"	3.000	2,235	10,9	303	2,7	1,1	207	68	2,238	10,8	391	2,4	1,0	280	77

1.—No se hinchó.

grupo de mezclas que contenían goma mezclada previamente fue muy variable. Se observó un marcado aumento en la resistencia a la compresión a las dos temperaturas de prueba en las cuatro muestras mezcladas previamente, pero a 60° C. el cambio en valores de módulo de deformación varió de un 93 por ciento de aumento en la goma recuperada (2C) a un 8 por ciento de disminución en la mezcla de goma natural (4C). Los cambios en susceptibilidad a la temperatura variaron de notables mejoras en resistencia al cambio de temperatura en la mezcla que contenía goma recuperada (2C), a regresión en las mezclas que contenían goma natural, sintética y plastificada mezclada previamente.

Resistencia de las mezclas a la acción del agua

Los resultados de las pruebas de inmersión y compresión hechas en las mezclas después de un día de exposición en el horno a 60° C. aparecen en la mitad de la izquierda de la tabla 6. Los valores de resistencia retenida en las muestras que contenían goma sintética y natural en forma de polvo (3A y 4A) fueron ligeramente mayores que los de la correspondiente muestra de control (1A). Los valores de resistencia retenida en todas las mezclas de goma previamente combinada (2C, 3C, 4C y 5C) fueron menores que en la mezcla de control. En el grupo de igual densidad, todas las mezclas que contenían goma (2B, 3B y 4A) tuvieron valores consistentemente inferiores de resistencia retenida que la mezcla de control (1B).

Los resultados de las pruebas de inmersión y compresión hechas en las muestras compañeras mantenidas en un horno a 60° C. por 21 días después de amoldadas aparecen en la mitad de la derecha de la tabla 6. Juzgando por los valores de resistencia retenida, la pro-

longación de la exposición en el horno aumentó la resistencia a la acción del agua en todas las mezclas, excepto en la de control amoldada a 200 libras por pulgada cuadrada (1B) y la mezcla de goma recuperada amoldada a igual densidad (2B). La mezcla que contenía polvo de goma sintética en el grupo de densidad igual (3B) mostró un mayor valor de resistencia retenida que la correspondiente mezcla de control (1B). Todas las demás que contenían goma manifestaron valores de resistencia retenida iguales o inferiores a los de las correspondientes mezclas de control.

Pruebas de denudación por inmersión estática

En la tabla 7 se da los resultados de las pruebas de denudación por inmersión estática en mezclas de cuarcita y asfalto, con y sin goma. Estos resultados pueden compararse, por lo menos cualitativamente, con los de las pruebas de inmersión y compresión en mezclas que habían sido guardadas por un día en el horno a 60° C. que aparecen en la tabla 6. No se hizo pruebas de denudación en las mezclas mantenidas en el horno durante 21 días.

Los resultados de las pruebas de denudación a la temperatura de inmersión de 38° C. mostraron una marcada mejora sobre la mezcla de control (N° 1) sólo en la goma natural mezclada previamente (N° 7). Cuando fue añadida como un polvo, los resultados a 38° C. indican que la goma natural fue la menos efectiva. En las pruebas a 49° C. sólo la goma natural previamente mezclada (N° 7) pareció igualar a la mezcla de control (N° 1). A esa temperatura la mezcla previa de goma plastificada (N° 8) pareció ser la menos resistente a la denudación. En las pruebas a 60° C., la mezcla previa de goma natural (N° 7) fue la más resistente a la denudación y la mezcla previa de goma sintética (N° 6) la menos resistente. A esa tem-

TABLA 7.—Resultados de las pruebas de denudación por inmersión estática.

Mezcla N°	Tipo de goma	Forma de la goma	Superficie estimada que permanece revestida después de 24 horas de inmersión a la temperatura indicada		
			38° C %	49° C. %	60° C %
1	Nada	—	90	85	75
2	Recuperada	Polvo	90	80	70
3	Sintética	"	90	75	50
4	Natural	"	80	75	60
5	Recuperada	Mezcla previa	95	65	40
6	Sintética	" "	85	70	30
7	Natural	" "	100	85	80
8	Plastificada	" "	95	60	45

TABLA 8.—Resultados de la prueba de abrasión, de California, modificada

Mezcla Nº	Tipo de goma	Forma de la goma	Promedio de pérdida (1) después de exposición a 163° C durante					
			0	1/4 hora	1 hora	2 horas	4 horas	8 horas
1	Nada	—	0,23	0,03	0,02	0,02	0,16	0,57
2	Natural	Polvo	0,64	0,40	0,11	0,19	0,25	0,44
3	Natural	Mezclada	0,	0,	0,	0,01	0,09	0,30
4	Sintética	"	0,81	0,14	0,20	0,24	0,29	0,52
5	Recuperada	"	0,93	0,30	0,23	0,35	0,49	0,83
6	Plastificada	"	0,21	0,09	0,22	0,29	0,64	1,42

(1) En gramos por 1.000 gramos de municiones.

peratura la mezcla previa de goma natural (Nº 7) fue la única mezcla tan resistente a la acción del agua como la mezcla de control (Nº 1).

En general, los resultados de las pruebas de denudación por inmersión estática confirman las indicaciones basadas en los resultados de la prueba de inmersión y compresión, a saber, que la adición de goma a mezclas betuminosas que contienen agregado hidrofílico fue ineficaz para mejorar la resistencia de tales mezclas a la acción del agua.

Eficacia de la goma en la prueba de abrasión

En la tabla 8 se da los resultados de las pruebas de abrasión de California, modificadas en mezclas compuestas por arena de Ottawa y asfalto, con y sin goma. En la prueba hecha con la mezcla 1, la pérdida ocurrida en la muestra que no había estado expuesta a la temperatura de 163° C sería considerada bastante alta, aunque en esta prueba es usual que haya cierta cantidad de pérdida en mezclas frescas no curadas ni expuestas.

Se observó una aguda reducción de pérdida en la mezcla 1, en la muestra que había sido expuesta por 1/4 de hora a 163° C. y esta mejora en resistencia a la abrasión se conforma con el patrón general para muestras semejantes que contienen asfaltos y que tienen historias de buen comportamiento en el servicio. Este mismo patrón de pérdida relativamente alta para muestras de mezcla fresca, y de pérdida reducida después de 1/4 de hora de exposición fue seguido también por las mez-

clas 2, 4, 5 y 6, pero las reducciones fueron de orden diferente. La desviación de este patrón mostrada por la mezcla 3 fue notable; no hubo pérdida ni en la muestra fresca ni en la muestra expuesta al horno por 1/4 de hora. En realidad, la primera pérdida mensurable en esta mezcla se notó sólo después de 2 horas a 163° C.

Después de 4 horas de exposición, la pérdida por abrasión en la mezcla 1 aumentó agudamente, y después de 8 horas la pérdida llegó a 0.57 gramos por 1.000 gramos de municiones. Después de 4 horas de exposición la mezcla 3 fue la más resistente a la abrasión y la mezcla 6 la menos resistente. Después de 8 horas de exposición la mezcla 3 siguió siendo la más resistente a la abrasión, siguiendo en orden descendente de resistencia las mezclas 2, 4, 5 y 6.

Los resultados de este número muy limitado de muestras indican que la goma natural, cuando es agregada a la mezcla como una combinación de goma y asfalto, aumenta la resistencia de la mezcla a la abrasión. La notable diferencia en resultados entre la mezcla 2 y la mezcla 3 presenta una evidencia adicional en apoyo de la creencia que para obtener el máximo de eficacia de los materiales de goma, éstos deben ser mezclados previamente con el asfalto antes de incorporarlos al agregado. Los resultados de las pruebas de abrasión también indican que la eficacia del aditivo de goma en mejorar la resistencia de las mezclas asfálticas a la abrasión varía con el tipo de goma.

Una buena red de caminos hará más habitables los campos y las aldeas, evitando la emigración a las ciudades.

AEROPUERTO DE PUERTO MONTT EN "EL TEPUAL"

Por el Ingeniero Luis E. Jobet Bourquez

Generalidades

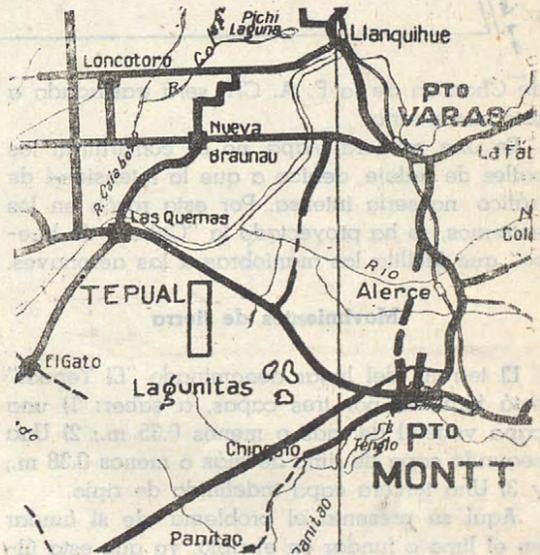
De la naturaleza geográfica de nuestro país, naturaleza larga y angosta, se desprende la necesidad de elaborar un Plan Nacional de Aeropuertos. Este Plan contemplaría la construcción de cuatro aeropuertos internacionales, correspondientes a la clase A, B, o C de la O. A. C. I., que estarían ubicados casi simétricamente a lo largo del país, en Antofagasta-Santiago-Puerto Montt y Punta Arenas. De estos aeropuertos existen: Cerro Moreno en Antofagasta, Los Cerrillos en Santiago y están en construcción, Chobunco en Punta Arenas y "El Tepual" en Puerto Montt. En seguida se ubicarían los aeropuertos nacionales, correspondientes a la clase C, D, o E de la O. A. C. I., que estarían en su mayoría ubicados en las capitales de provincias. Para atender el vuelo regional, se ubicarían los aeropuertos regionales, correspondientes a la clase E, F, o G de la O. A. C. I. y por último estarían los aeródromos de emergencia y clubes aéreos.

Dentro de este Plan, Puerto Montt ocupa un lugar de importancia, como puente de unión entre Santiago y la lejana zona austral y además se atendería la zona de Aysen.

Plano regulador

Tomando en cuenta estos hechos, se diseñó el aeropuerto para la clase C Instrumental de la O. A. C. I. Se contempla la posibilidad de vuelo instrumental, puesto que dentro de un futuro cercano, será necesario volar en todo tiempo, y como esta zona está sometida a cambios climáticos de importancia, debe dotarse al aeropuerto de instrumental que permita aprovechar en su máximo porcentaje su utilización.

El proyecto contempla una pista pavimentada de rumbo 348° - 168° magnético y de 2.000 m. de largo por 45 m. de ancho, largo de pista que permite el aterrizaje de los más modernos aviones de transporte, y su despegue.

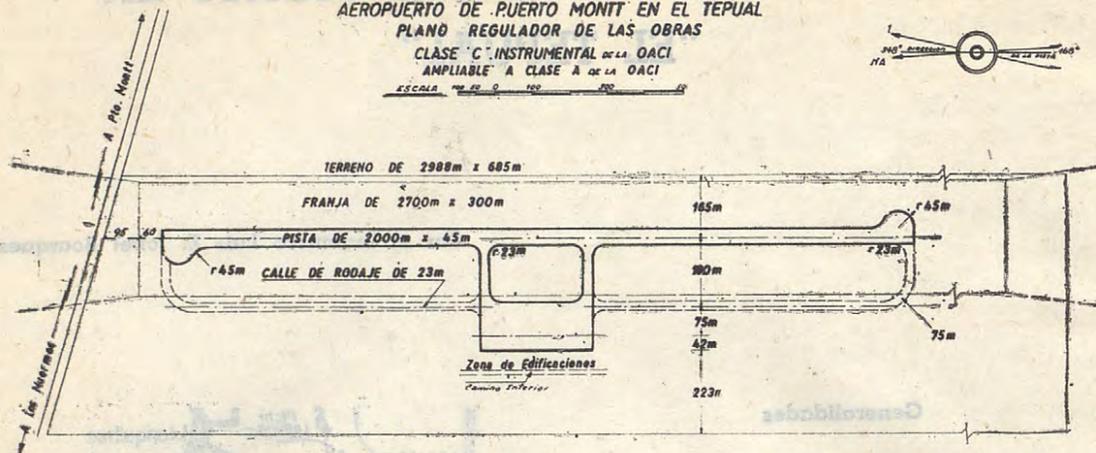


El camino de Puerto Montt a El Tepual, corresponde a un sector del camino de Puerto Montt-Los Muermos-Maullín.

La plataforma se ha colocado al centro, por razones de simetría, y porque así puede usarse la pista en tandem, puesto que en 1.150 m. aterriza y despegan la mayoría de los aviones pequeños y medianos. La plataforma se ha colocado al poniente por dos razones: 1º) El sol de la tarde es muy molesto, para los operarios de la torre de control, en tanto que el sol de la mañana no molesta, esto es por razones atmosféricas; 2º) El panorama que presenta la cordillera, con sus volcanes nevados, el Osorno, el Calbuco, para los viajeros y para las personas que visitan el aeropuerto es francamente hermoso. Este antecedente es muy importante, para desarrollar el gusto por la aviación civil y explotar el aeropuerto como lugar de distracción.

La plataforma se ha proyectado para satisfacer, tanto las demandas de la aviación comercial, como la militar, puesto que, la base

AEROPUERTO DE PUERTO MONTT EN EL TEPUAL
 PLANO REGULADOR DE LAS OBRAS
 CLASE 'C' INSTRUMENTAL DE LA OACI
 AMPLIABLE A CLASE A DE LA OACI
 ESCALA 1:1000



de Chamiza de la F. A. C. H. será trasladada a este aeropuerto.

En una primera etapa no se construirán las calles de rodaje, debido a que la intensidad de tráfico no sería intensa. Por esta razón en los extremos, se ha proyectado la "Cabeza de hueso" que facilita las maniobras a las aeronaves.

Movimientos de tierra

El terreno del lugar denominado "El Tepual" está formado por tres capas, a saber: 1) una capa vegetal de más o menos 0.35 m.; 2) Una segunda capa de limo de más o menos 0.38 m., y 3) Una tercera capa indefinida de ripio.

Aquí se presenta el problema, de si fundar en el limo o fundar en el ripio, ya que esta última solución implica un mayor movimiento de tierras. Luego, el problema se reduce a determinar qué solución es más económica dentro de una solución técnica adecuado, para fundar el pavimento, si en el limo o en el ripio. Es evidente que ambos tienen su pro y su contra. Al analizar el problema, vemos que existen algunos puntos comunes para ambas soluciones, que no se tomarán en cuenta, como ser: 1) La capa vegetal que tendrá que removerse por obligación en ambos casos, y 2) El pavimento de concreto de la pista de la plataforma; luego, los puntos que es necesario comparar en cuanto al costo, serían: 1) La construcción de una sub-base y el drenaje que resulta más delicado en caso de fundar en el limo, contra 2). El movimiento de tierras de la segunda capa, que es necesario remover para fundar en el ripio, trayendo esto aparejado un drenaje menos costoso y más expedito, como también la ventaja de aprovechar el ripio que salga en la construcción de las cunetas, en la construcción de la base. Para el cálculo se tomó un peso igual a 27.000 kgs. ó 60.000 libras por rueda equivalente, para pavimentos rígidos.

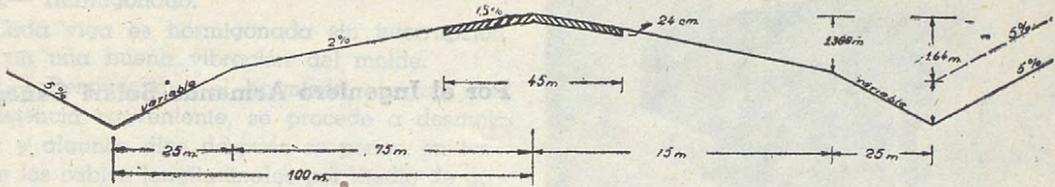
De la comparación de los costos calculados para las dos posibilidades, se desprende una clara ventaja de fundar en el ripio, por cuanto



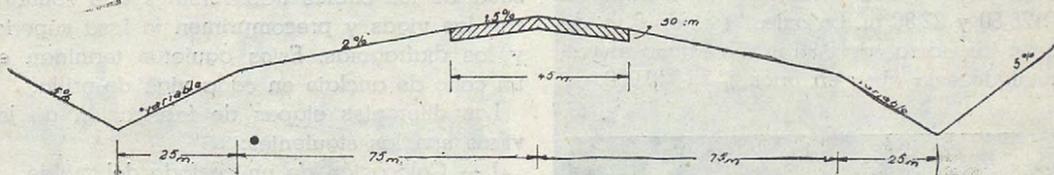
En la fotografía, el Ingeniero de la Provincia de Llanquihue, don Luis Alberto Plaza, muestra las diferentes capas del terreno donde se construirá el Aeródromo de El Tepual. Esta zanja se excavó perpendicularmente al eje de la cancha para hacer escurrir las aguas a un estero cercano.

Perfil Tipo — Pista de Aterrizaje

Esc. Horizontal 1:1000
Vertical 1:100



Perfil Reforzado en los Extremos



se obtienen una mejor base de fundación, un mejor y más simple drenaje y además, resulta que los costos son más o menos del mismo orden, para ambas soluciones. Todo esto en la suposición de contar con el equipo necesario para el movimiento de tierras.

En un comienzo, sería de importancia habilitar una pista de 1.200 m., con lo que se simplificaría el problema del movimiento de tierras.

Estudio del perfil tipo

Se le dio pendientes transversales suaves debido a que el terreno de fundación, es ripio.

El espesor del pavimento se calculó para un peso por rueda equivalente de 27.000 kgs. = 60.000 libras, lo que da un espesor de 24 cms. para el pavimento de la pista de aterrizaje y un espesor de 30 cms., en los extremos de ella, en las calles de rodaje y en la plataforma.

Subrasante:

La subrasante fue trazada para un largo de pista de 2.000 m., dividida en tres tramos para su mejor adaptación al terreno natural.

El primer tramo es de 1.355 m. con una pendiente de 0.175%, el segundo tramo es de 545 m. con una pendiente de 0.046% y el tercero es de 615 m. con una pendiente de 0.723%.

Esta subrasante da origen a un movimiento aproximado de tierras de 165.260 m³. de corte

a terraplén y un movimiento de terraplén de 157.070 m³, con lo que resulta un depósito de 10.190 m³.

Desagüe

En el caso de fundar en el ripio, el desagüe se simplifica bastante, ya que es necesario una cuneta triangular a cada lado de la pista, cuneta que se construye conjuntamente con el movimiento de tierras, en la perfiladura, como una prolongación de ésta.

Estas cunetas resultan a una distancia de 100 m. del eje de la pista.

Primer tramo: 1.355 m.

Pendiente de la rasante	1.74%
" necesaria	2.50%
" que falta	0.75%

Para obtener esta pendiente complementaria de 0.75% basta variar el extremo de la herma de 1% a 5%, lográndose un desnivel de 1 m. Segundo tramo: 545 m.

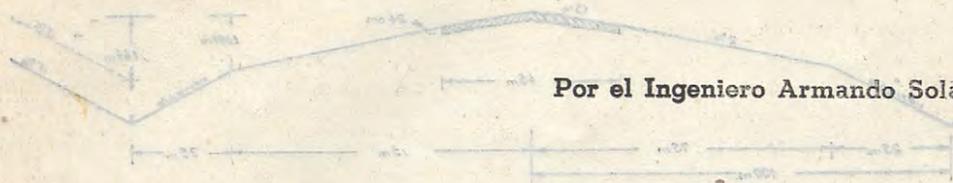
Pendiente de la rasante	0.46%
" necesaria	2.26%
" que falta	1.80%

Para obtener la pendiente necesaria de 2.26% basta variar el extremo de la herma de 1% a 5%, lográndose un desnivel de 1 m.

Tercer tramo: 615 m.

En este tramo existe pendiente suficiente y la cuneta se ha ubicado a 100 m. del eje de la pista de aterrizaje, para mantener la uniformidad.

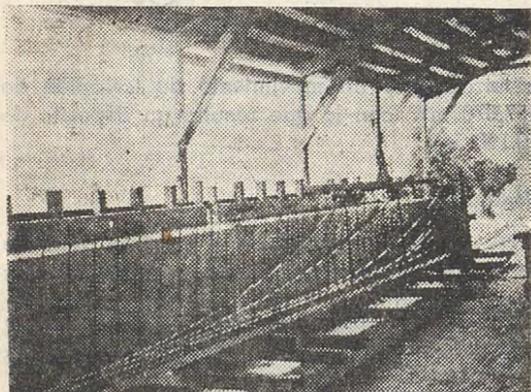
PUENTE CARRETERO DE HORMIGON PRECOMPRI- MIDO SOBRE EL RIO LONCOMILLA EN SAN JAVIER



Por el Ingeniero Armando Solari Cánepa.

Esta obra en construcción que se encuentra ubicada en el camino de San Javier a Constitución y Cauquenes, provincia de Linares, viene a reemplazar al antiguo puente destruido por la crecida extraordinaria del río Loncomilla ocurrida el 26 de mayo de 1953.

La longitud del puente es de 178,90 m. dividida en siete tramos de 22,80-27,30-26,50-26,50-26,50-26,50 y 22,80 m. La calzada es de 6 m. de ancho y las aceras de 0,90 m. Se estima el valor total de esta obra en unos \$ 20.000.000.



Disposición de los cables y barras de acero dulce en el molde de fabricación de las vigas.

El tablero se compone de 7-9 y 10 vigas de hormigón precomprimido en los tramos de 22,80-26,50 y 27,30 m. de longitud respectivamente. Las vigas de sección T de 1,05 m. de altura tienen el ala superior de 0,70 m. de ancho y 0,15 m. de espesor, el alma es de espesor variable de 0,12 m. arriba y 0,26 m. abajo. Cada viga tiene diafragmas transversales con el objeto de atiesar el puente y su separación es tal que permite el máximo reemplazo de los costados de los moldes en la fabricación de las vigas de diferentes largos. Los extremos de las vigas o placas son prefabricados y se colocan en cada extremidad del molde, antes de poner los cables y efectuar el hormigonado. El peso de las vigas más largas es de 19,5 toneladas con un volumen de 8,1 m³.

La precompresión longitudinal de cada viga se obtiene por medio de cables compuestos de 12 hebras de acero duro de 5 mm. de diámetro. Estos cables son 7 por viga en los tramos de 22,80 m. y 8 en los tramos de 26,50 m. y 27,30 m.

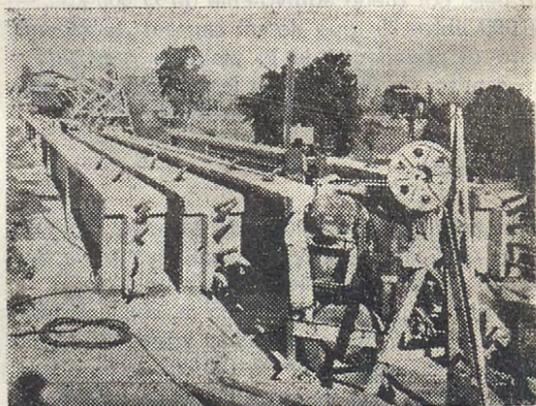
En el ala superior de las vigas y en los diafragmas se contemplan agujeros para la pasada de los cables transversales que solidarizan las vigas y precomprimen la losa superior y los diafragmas. Estos agujeros terminan en un cono de anclaje en cada viga de orilla.

Las diferentes etapas de fabricación de las vigas son las siguientes:

- 1.— Colocación de un costado del molde.
- 2.— Colocación de las placas extremas.
- 3.— Colocación de los conos de anclaje correspondientes a los cables que no llegan a los extremos.
- 4.— Colocación de los cables formados por doce hebras de acero duro de 5 mm. de diámetro repartidas alrededor de un resorte central.

Los cables quedan separados del hormigón por una vaina de papel Kraft aceitado con un producto especial.

La posición de los cables dentro del molde conforme a los planos se consigue, entre otros accesorios, mediante separadores de diferentes dimensiones que se confeccionan con una buena mezcla de arena y cemento.



Vigas en cancha con sus cables sin tensión.

5.— Colocación de barras y horquillas de acero dulce.

6.— Colocación del otro costado del molde.

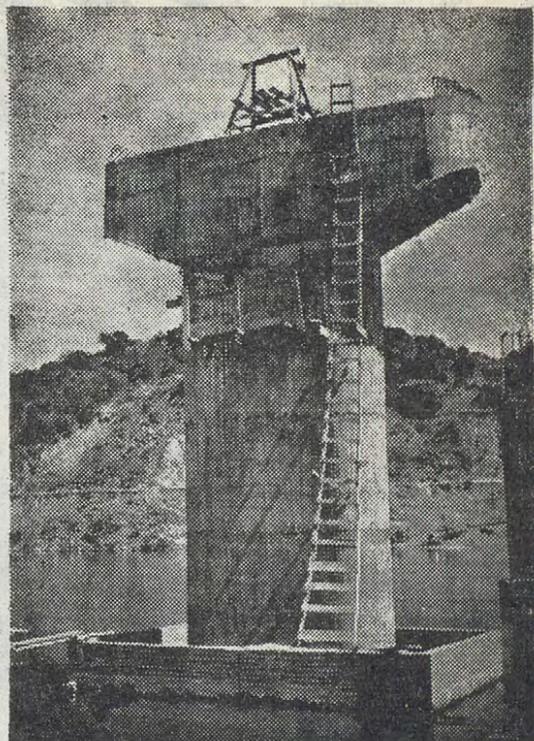
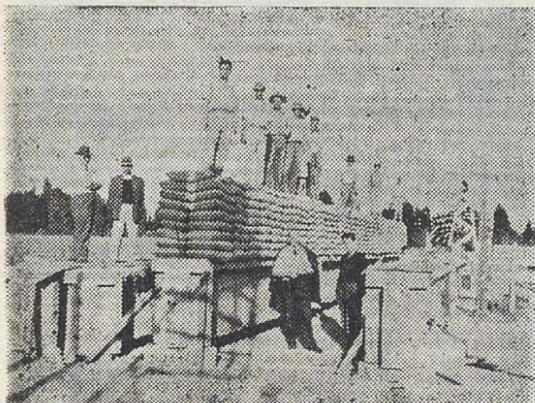
7.— Colocación de tubos para los agujeros transversales.

8.— Hormigonado.

Cada viga es hormigonada sin interrupción y con una buena vibración del molde.

9.— Después que el hormigón alcanza una resistencia conveniente, se procede a desmoldar y algunos días después se ponen en tensión los cables longitudinales por medio de gatas especiales tipo Freyssinet y bombas hidráulicas.

10.— Inyección de los cables con lechada de cemento.



Elevación de una cepa del puente: altura 12,80 m. — ancho de la cúspide 9,10 m. — ancho de la base 4,60 m.

Prueba de resistencia de una viga pretensionada sometida a una carga uniforme máxima de 1.200 Kgs./m.l. El día de las pruebas estuvo presente el ingeniero Francisco Dick, del Laboratorio de Investigaciones de Vialidad.

Una vez que las vigas se han colocado en sitio, se introducen los cables transversales y se hormigonan los intervalos entre las alas superiores y entre los diafragmas. Cuando el hormigón alcanza el endurecimiento necesario se ponen en tensión los cables transversales y después se inyectan.

Para el cálculo de resistencia de las vigas se emplearon las sobrecargas siguientes:

- 1.— Sobre aceras: 400 Kg/m².
Sobre calzada: (750-4L) Kg/m². (L=Luz).
- 2.— Tren de vehículos de 24 Tcn. c/u. (Ejes de 6 y 18 Ton. a 4,20 m. de distancia; separación entre los vehículos 3 m.)

Fatigas adoptadas en el cálculo de las vigas:
Hormigón.

Resistencia a la compresión a los 90 días, 450 Kg/cm².

Compresión máxima de trabajo, 126 Kg/cm².

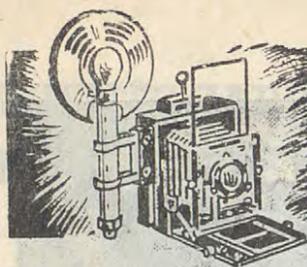
Compresión mínima de trabajo, 10 Kg/cm².
Acero duro.

Límite de elasticidad (A. F. N. O. R.), 120 Kg/mm².

Límite de ruptura, 140 Kg/mm².

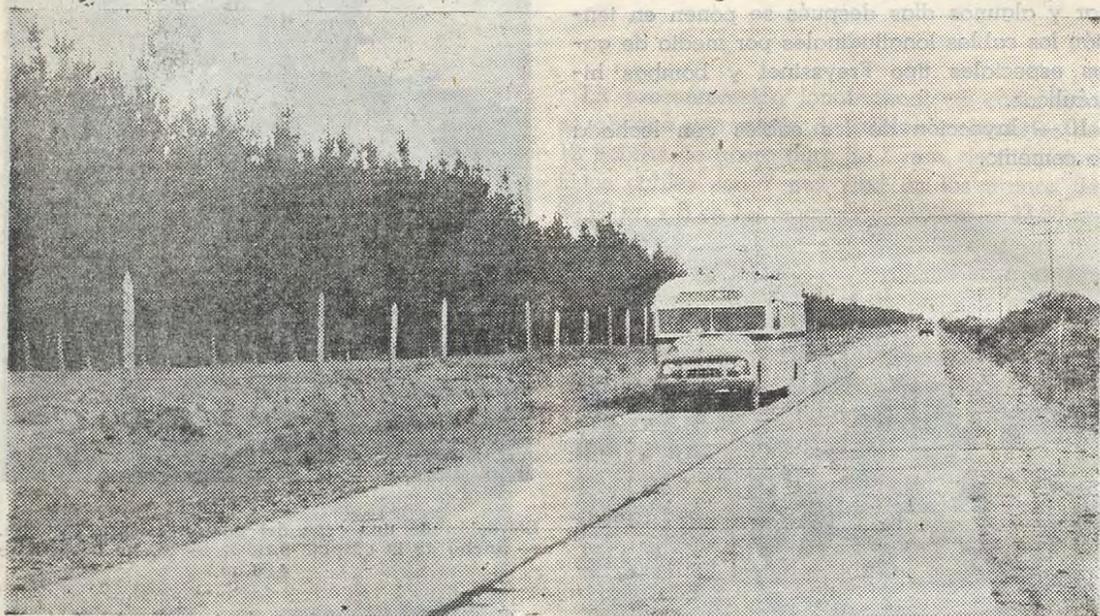


Lanzamiento de una viga precomprimida para su colocación en el tramo extremo lado oriente.

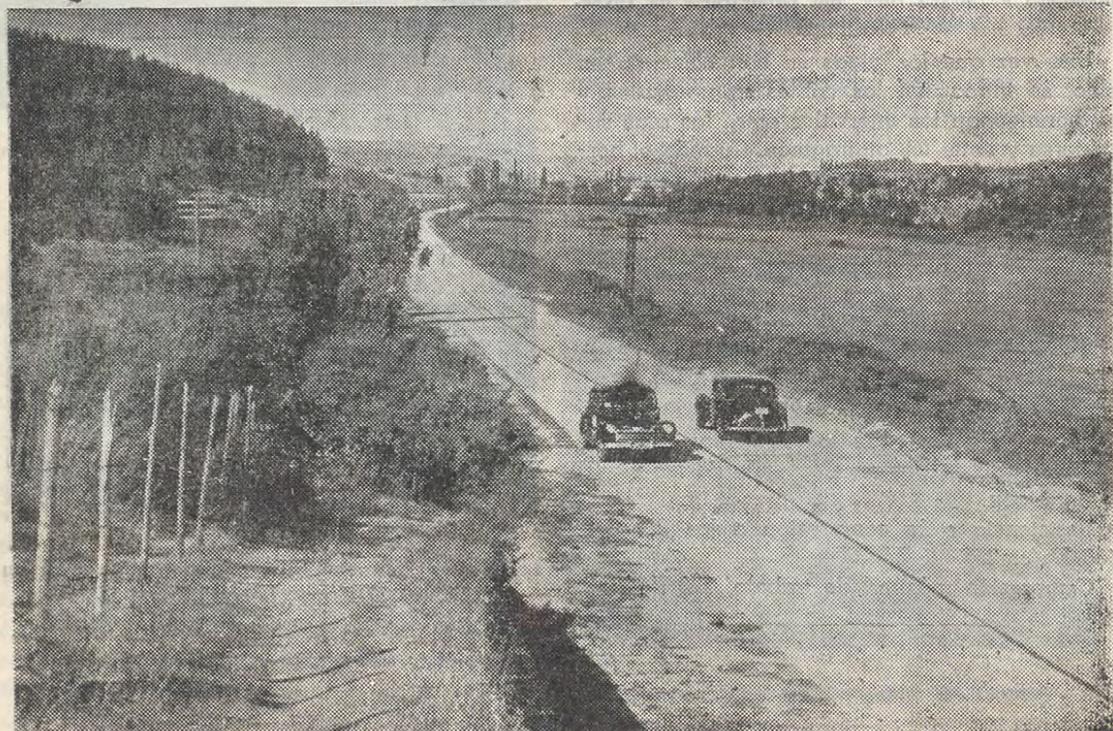


Fotografías de OBRAS

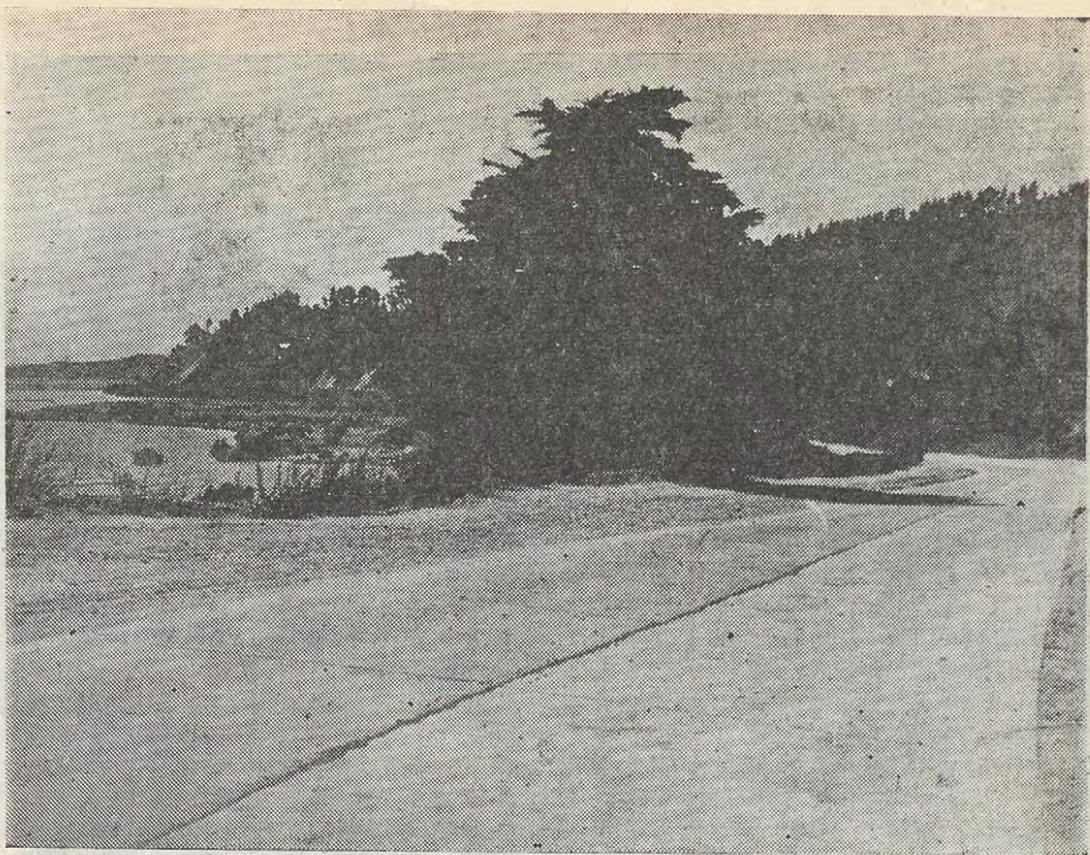
CAMINOS DE LA PROVINCIA DE CONCEPCION



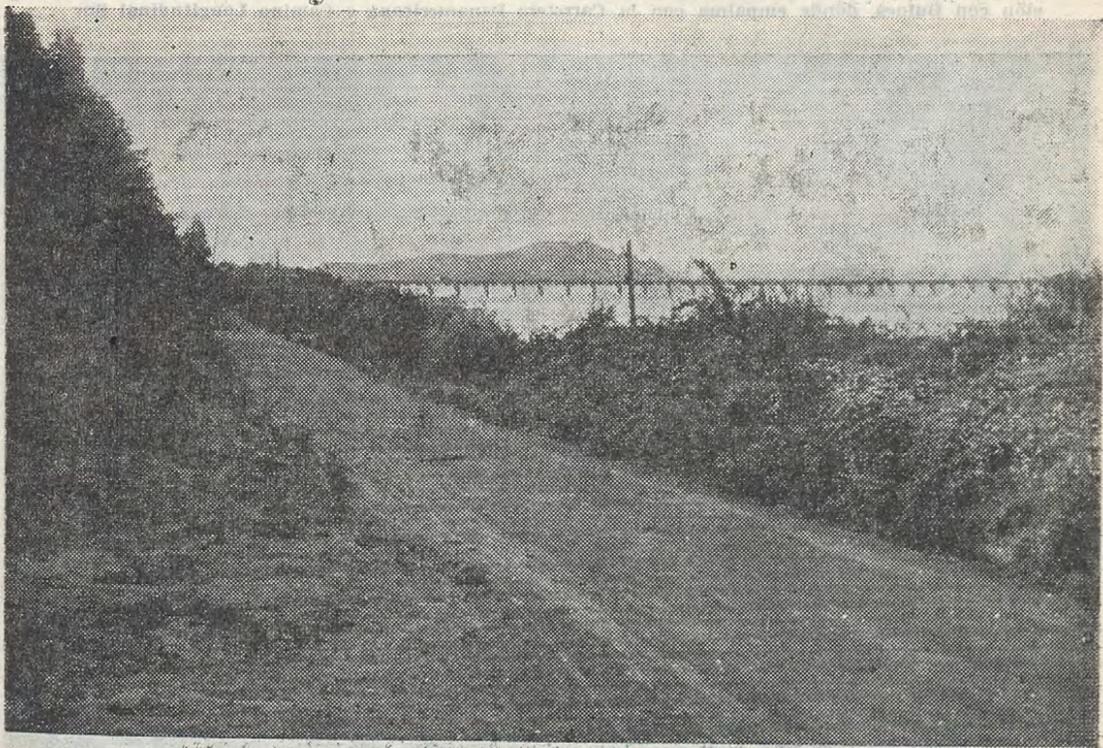
CAMINO DE CONCEPCION A CORONEL Y LOTA, KM. 14.— Gran recta que se extiende desde San Pedro hasta Coronel. Camino pavimentado de 6 m. de ancho. El bus viaja desde Lota a Concepción



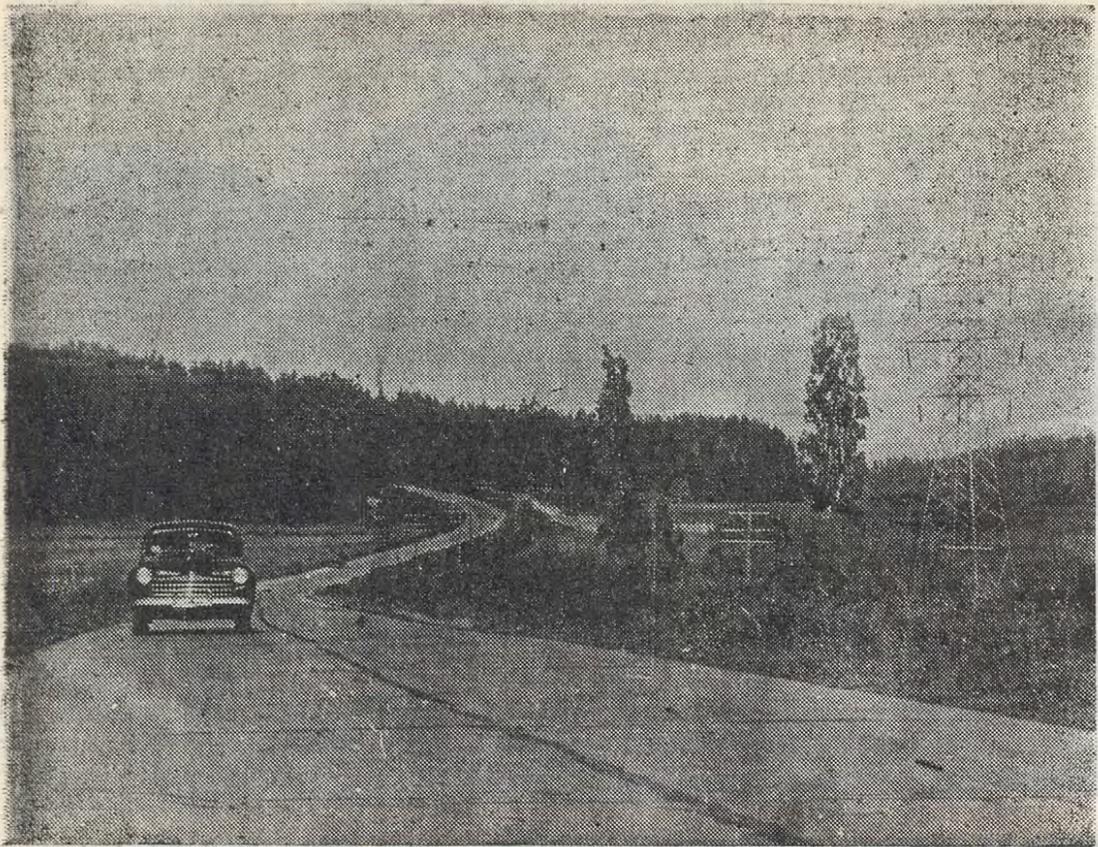
CAMINO DE CONCEPCION A TOME, KM. 7.— Calzada de hormigón de 6 m. de ancho; de los 31 Kms. de longitud se tiene pavimentado hasta Penco (Km. 13). Se continúa la pavimentación hacia Lirquen



CAMINO DE CONCEPCION A CHIGUAYANTE Y HUALQUI.— Km. 7. Zona de Lonco. Calzada de hormigón de 6 m. de ancho que se extiende por la ribera norte del río Bió-Bío. Se está estudiando la prolongación de esta ruta para hacer la unión directa de Concepción a Los Angeles



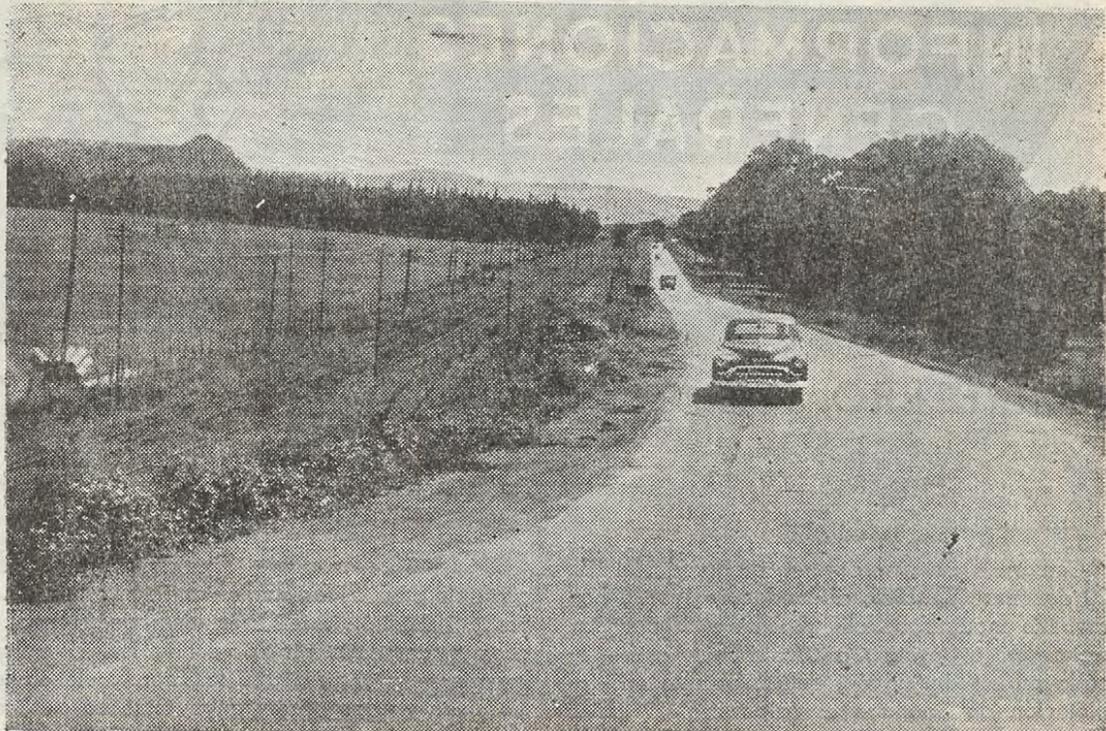
CAMINO DE CONCEPCION A SANTA JUANA.— Fotografía a 1 Km. al Sur del Puente Bió-Bío, en la cual se aprecia al fondo parte de sus 1.610 m. de largo. Este camino ripiado se encuentra muy bien conservado y se desarrolla por la ribera Sur del río Bio-Bío. Este camino será la ruta de aprovisionamiento de madera de pino de la futura planta de celulosa que se está instalando en San Pedro.



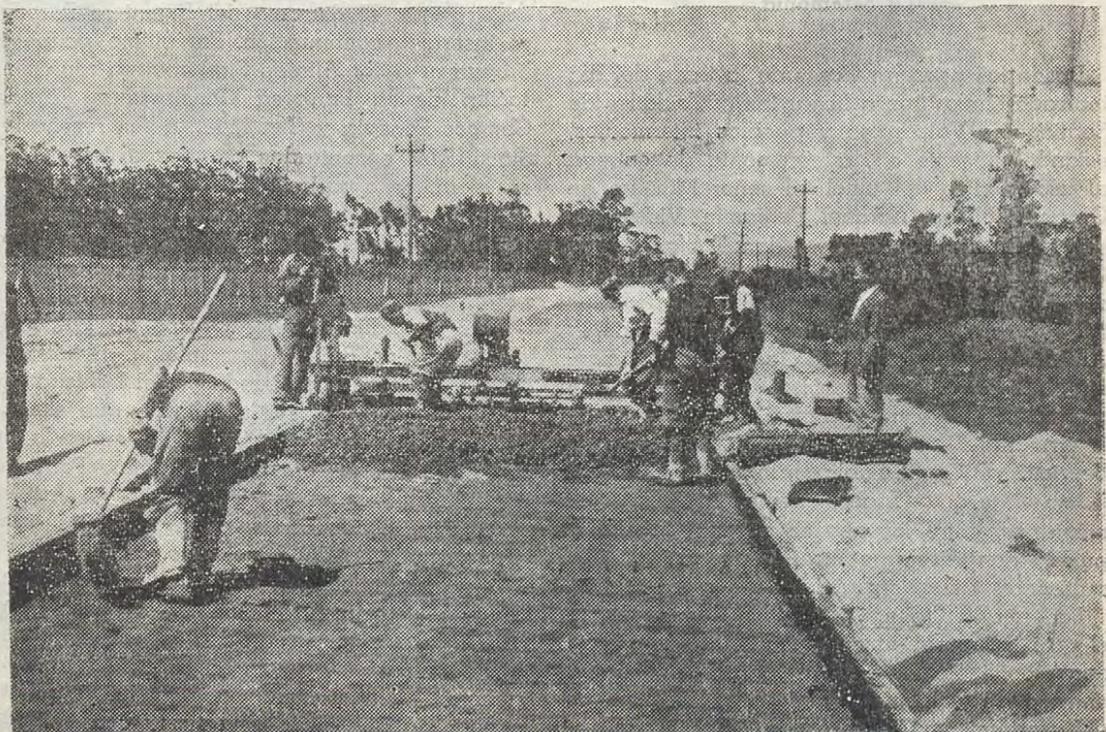
CAMINO DE CONCEPCION A BULNES, KM. 5.— Zona del Zambo. Cerro de Santa Adriana, cubierto por pinos insignis. Calzada de hormigón de 6 m. de ancho. Este camino de 91 Kms. une a la ciudad de Concepción con Bulnes, donde empalma con la Carretera Panamericana o Camino Longitudinal Sur



CAMINO DE CONCEPCION A TOME KM. 16.— Cami o riplado cuya pavimentación está programada. Al fondo, la Bahía de Lirquén, donde se pueden apreciar las instalaciones de la Fábrica de Vidrios Planos y el gran desmante de forma cónica de la tosca extraída de las minas de carbón



CAMINO DE CONCEPCION A TALCAHUANO.— Km. 7.—La fotografía muestra a un automóvil que viene desde Talcahuano y sube el terraplén del Puente Perales. Esta ruta tiene un tránsito muy intenso.



CAMINO DE CONCEPCION A HUACHIPATO.— Sector Cuatro Esquinas a Usina.— En este camino se está pavimentando una calzada de hormigón de 7 m. de ancho y de 18 cm. de espesor. La vista muestra las faenas de pavimentación de una de las fajas

INFORMACIONES GENERALES



INAUGURACION OFICIAL DEL TUNEL CARRETERO EN LA CUESTA "LO ZAPATA"

Conforme con el programa elaborado, el día 20 de enero de 1955, alrededor de las 18 horas, fue inaugurado oficialmente el Túnel Carretero en la Cuesta "Lo Zapata", que está ubicado en el Km. 83 del actual camino en explotación de Santiago a Valparaíso. El señor Ministro de Obras Públicas, Coronel Benjamín Videla Vergara, entregó simbólicamente al tránsito público esta obra, al cortar la huincha tricolor que cerraba la entrada Oriente.

La ceremonia

Desde las primeras horas de la tarde del día indicado empezaron a llegar las autoridades de Santiago y Valparaíso y pueblos intermedios, estando presente en la ceremonia de entrega al uso público del túnel, el señor Ministro de Obras Públicas, Coronel Benjamín Videla; el señor Ministro de Defensa, don Tobías Barros Ortiz; el señor Subsecretario de Obras Públicas, don Raúl Munizaga; Intendentes de Santiago y Valparaíso; Comandante en Jefe de la Armada; Alcaldesas de Santiago y Quinta Normal; Alcaldes de Valparaíso, Casablanca, Curacaví; Obispo de Valparaíso; Delegaciones de la Armada, Ejército y Carabineros; Jefes de los Servicios de Obras Públicas; Ingenieros de Vialidad; otras autoridades, además de los parlamentarios, entre los que se encontraba el Diputado don Abelardo Pizarro, uno de los impulsores del financiamiento de esta obra.

La entrada Oriente, donde se llevó a efecto el acto inaugural, estaba engalanada con banderas chilenas; en uno de los costados de la entrada se colocaron gráficos representativos del acortamiento del recorrido, consumo de explosivos, combustibles y costo de las obras.

El primero en usar de la palabra, fue el Ministro de Obras Públicas, quien lo hizo en nombre del Excmo. señor Presidente de la República y del suyo propio, donde felicitó a los Ingenieros y obreros que tomaron parte en la ejecución de las obras, cuyo texto se agrega más adelante. En seguida, habló el Ingeniero Eduardo Paredes Martínez, Director de Vialidad, quien hizo una reseña histórica del Camino de Santiago a Valparaíso, de la labor que le correspondió a los funcionarios de Vialidad en la obra que se inauguraba y la empresa constructora. El discurso del Ingeniero Paredes se inserta a continuación. Por último, ocupó la tribuna el señor Alfredo Figueroa, en representación de la Empresa Constructora Alfredo Campos Segovia y Cía. Ltda., quien reseñó las dificultades encontradas para excavar tan duro cerro, y agradeció a las autoridades de Obras Públicas la franca cooperación para llevar adelante esta obra y, finalmente, invitó a todos los presentes a beber una copa de champagne por la felicidad y progreso de Chile.

Acto seguido, el señor Obispo de Valparaíso, Monseñor Rafael Lira Infante, bendijo el túnel y, terminada la bendición, el Ministro Videla procedió a cortar la huincha que simbólicamente impedía el tránsito, irrumpiendo de inmediato con los acordes del Himno Patrio la banda instrumental del Regimiento de Artillería Tacna, siendo coreada por todos los asistentes con marcado entusiasmo.

Tanto las autoridades e invitados a esta ceremonia fueron agasajados por la Firma Contratista con un cocktail, el cual se prolongó hasta pasadas las 20 horas. La citada banda instrumental militar como también un conjunto folklórico, amenizaron esta fiesta con selectas tonadas nacionales.



Vista parcial de la concurrencia que presenció la inauguración oficial, en los momentos de iniciar el recorrido interior del túnel desde la Boca Oriente. La Banda Instrumental del Regimiento de Artillería Tacna, de Guarnición en Santiago, ejecuta tonadas chilenas, amenizando tan significativo acto. En el ángulo izquierdo superior, el señor Alfredo Figueroa, representante de la Empresa Constructora, hace uso de la palabra.



Escuchan atentos el discurso del señor Alfredo Figueroa, representante de la Empresa Constructora; el señor Ministro de Obras Públicas, don Benjamín Videla Vergara; el Sr. Director de Vialidad, don Eduardo Paredes Martínez; el Sr. Alfredo Campos Segovia, contratista de las obras del túnel; el Sr. Ingeniero Jefe del Departamento de Construcción de Caminos y Aeródromos, don Oscar Risopatrón Barredo, y el Ingeniero don Julio Echevarría Abarca, Inspector de Vialidad al frente de las faenas de construcción del Túnel de Zapata.

Discurso pronunciado por el señor Ministro de Obras Públicas, Coronel don Benjamín Videla Vergara

Autoridades, señoras y señores:

Como militar educado en el culto a las tradiciones, sea mi primera expresión en estos instantes, para rendir mi tributo de admiración y respeto a todos los Ingenieros que en el pasado sirvieron en el Ministerio de Obras Públicas y supieron crear una escuela de abnegado, esforzado y positivo servir patrio, la que respetada y seguida por sus sucesores nos permite asistir a la inauguración de esta magna obra de ingeniería que es el Túnel de Zapata, inmutable e indestructible testimonio de la capacidad creadora de los Ingenieros de la Dirección de Vialidad y de la eficiencia técnica de los otros funcionarios que en su construcción han intervenido, al igual que de la de los Contratistas que tuvieron la responsabilidad de su ejecución.

Esta obra encierra, también, en sí misma, una elocuente demostración del valer de nuestra raza, pues ella es la nítida expresión de una pujante y constante lucha de un núcleo valioso de obreros chilenos que supieron, con indomable tesón, vencer las duras aristas de la montaña para abrir esta nueva senda de progreso y hermandad nacional. Vaya para todos ellos el agradecimiento de S. E. el Presidente de la República, a quien tengo en estos momentos el alto honor de representar.

Séame, además, permitido aprovechar esta ocasión para hacer resaltar algunos aspectos referentes a las ventajas de todo orden que se derivarán de la rectificación del sistema vial de las tres provincias centrales de la República, previstas por la Ley N.º 8.733, de enero de 1947, y que financió estas obras con la modesta contribución de \$ 0,20 por litro de gasolina vendido en la zona.

Estas obras, que en general representarán para los automovilistas y usuarios de la red comodidad y seguridad, economía en combustibles y lubricantes y un menor desgaste en los vehículos, abarcan, en lo fundamental, lo siguiente:

a) La variante y Túnel de Zapata, cuyo valor total alcanzará a doscientos millones de pesos, incluyendo sus obras anexas y que acortará aproximadamente en media hora el recorrido entre Santiago y Valparaíso;

b) La variante y el Túnel a Lo Prado, que tendrá un largo de 4 y medio kilómetros, representará una inversión aproximada de 650 millones de pesos, incluidos los puentes sobre el río Mapocho y Laguna de Pudahuel.

En esta obra se ha iniciado la pavimentación del camino entre "Las Rejas" y "Pudahuel" y la construcción de los puentes, lo que permitirá abordar el presente año la ejecución de los accesos correspondientes, y

c) La Variante Casablanca-Valparaíso, incluida la bajada al puerto, cuyas obras están en ejecución en algunos sectores.

Todo esto dará como resultado final el que la ruta Santiago-Valparaíso se acorte a sólo 115 Kms. y adquiera las características de una moderna y cómoda autovía, que permitirá trasladarse de un punto a otro en solamente hora y media.

Terminadas estas obras, los Gobernantes e Ingenieros del Chile de hoy podrán sentirse orgullosamente dignos depositarios y continuadores de la lucha que por unir a Valparaíso con Santiago libró el insigne Capitán General don Ambrosio O'Higgins, asesorado entusiastamente por los Ingenieros Pedro Rico, Manuel de la Puente y Agustín Caballero y el Arquitecto don Joaquín Toesca.

Como Secretario de Estado, me es grato dar a conocer a la opinión pública del país, en esta significativa ceremonia, que es el firme propósito de S. E. el Presidente de la República, el que el plan de rectificación de la red caminera entre Santiago y Valparaíso se ejecute con la mayor celeridad y dinamismo posibles, pues es uno de sus más caros deseos de estadista el que la vía de unión entre las dos principales ciudades del país sea también la primera gran autovía de Chile.

Leal servidor de sus patrióticas y siempre constructivas inspiraciones, el Ministro de Obras Públicas pondrá lo mejor de su capacidad para el logro de tan anhelado objetivo, el que está seguro de alcanzar, por asistirle la absoluta confianza que éste es, igualmente, el sentir de todos los componentes de la Dirección de Vialidad.

Al inaugurar esta valiosa obra en nombre de S. E. el Presidente de la República, la que entrego al especial servicio de mis conciudadanos de Valparaíso y Santiago, siendo vigorizado mi espíritu con una renovada fe en los altos y brillantes destinos de la Patria y del gran pueblo de Chile.

Discurso del señor Director de Vialidad, Ingeniero Eduardo Paredes Martínez

Autoridades, señoras, señores:

El camino de Santiago a Valparaíso se inició con la historia de nuestro país; en efecto fue la primera carretera construida por los españoles y entregada al escaso tránsito de la

época en 1560. Durante cuatro siglos el camino ha cambiado de rumbo y de trazado, de acuerdo con las progresivas exigencias del tránsito.

La primera ruta que era Santiago-Melipilla-Cuesta Ibacache-Casablanca-Valparaíso, se mantuvo en uso alrededor de 230 años, hasta que el adelantado Gobernador de Chile, don Ambrosio O'Higgins, cambió su rumbo y trazado con la construcción de la Gran Variante Santiago-Cuesta Lo Prado-Curacaví-Cuesta Zapata y Casablanca.

Este segundo trazado se mantuvo en uso desde 1797 hasta 1927. En este año se inició la construcción del actual camino pavimentado, abandonándose la Cuesta de Lo Prado, su trazado corresponde a Santiago-Cuesta de Barriga-Cuesta Zapata-Casablanca-Valparaíso. Este nuevo camino pavimentado, iniciado en la administración anterior del Excelentísimo señor don Carlos Ibáñez del Campo, fue criticado porque se dijo que era una obra excesiva para las necesidades de ese tiempo. A los 15 años después de construido se vio que era insuficiente.

Esta carretera que técnicamente era magnífica fue haciéndose defectuosa porque el tránsito aumentó lo mismo que la velocidad de los vehículos. Esto movió al Supremo Gobierno, a los parlamentarios y vecinos de Santiago, Valparaíso y Aconcagua, para cambiar las características del trazado, y fue así que en virtud de la Ley N.º 8.733, del año 1947, se obtuvo los recursos para la construcción de los túneles de Zapata, Chacabuco y Lo Prado con sus respectivos accesos. Cabe destacar que uno de los más entusiastas impulsores de esta ley fue el Honorable Diputado don Abelardo Pizarro.

Así se inició la Construcción de este Túnel de Zapata en el año 1949, siendo presidente de la República don Gabriel González Videla, Ministro de Obras Públicas don Ernesto Merino y Director de Caminos don Ernesto Berríos.

Posteriormente durante la actual administración del Excelentísimo señor don Carlos Ibáñez del Campo, las obras se intensificaron debiendo desarrollarse grandes esfuerzos para su terminación, tanto de parte de la firma Constructora Alfredo Campos Segovia y Cía. Ltda., como por parte de la Dirección de Vialidad. También fue preocupación constante del ex Ministro señor Orlando Latorre, y de nuestro actual Ministro don Benjamín Videla, ha sido la terminación de esta obra.

Debo agradecer el interés con que ha traba-

jado la firma constructora y sus obreros y en forma muy especial al Ingeniero Jefe del Departamento de Construcción de la Dirección de Vialidad, don Oscar Risopatrón, al Ingeniero Inspector de la obra don Julio Echevarría y a todo el personal técnico y administrativo que lo secundó. También debo felicitar al Ingeniero don Pedro Alvarez, Jefe de Estudios, por su perfección del trazado.

Este túnel que hoy se entrega al tránsito en forma oficial por el Supremo Gobierno, tiene una longitud de 1.218 metros, con un costo de \$ 115.000.000; los accesos tienen un costo de \$ 85.000.000, lo que hace un total de doscientos millones de pesos.

La economía que se producirá en el transporte es del orden de los \$ 28.000.000, lo que indica que se amortizará en 7 años.

Como los fondos que rinde la ley son constantes y los costos han subido, con los recursos de que se dispone, no es posible iniciar las construcciones de los túneles de Chacabuco y Lo Prado, por ser su construcción antieconómica, debido al largo plazo por financiamiento deficiente. Por esta razón la citada ley se está modificando en el Parlamento, donde ha tenido, como todas las leyes que dan recursos para Vialidad, una amplia acogida. Inmediatamente después de promulgada, se iniciarán los trabajos de los túneles de Chacabuco y Lo Prado.

Con la construcción del túnel de Lo Prado, el camino de Santiago a Valparaíso tendrá una longitud de 115 Kms. sin cuestas, o sea, un automóvil demorará sólo una hora y 30 minutos como máximo; pero lo más importante es la economía en los costos de transporte que se reducirán considerablemente, ya que las obras se amortizarán en 7 años, aproximadamente.

Doy mis agradecimientos a la distinguida concurrencia que ha tenido la gentileza de acompañarnos en la inauguración de esta obra, demostración del esfuerzo de un pueblo que desea superarse y avanza por la senda del progreso.

Discurso del señor Alfredo Figueroa, representante de la firma Alfredo Campos Segovia y Cía. Ltda.

Autoridades, señoras y señores:

Hace pocos momentos, el señor Ministro de Obras Públicas y Vías de Comunicación, representando a S. E. el Presidente de la República, ha entregado al tránsito el Túnel de Zapata.

La Empresa que ha construido esta obra, y en cuya representación me permito dirigir a Uds. la palabra, no ha podido dejar pasar esta solemne oportunidad, para ella trascendental, de celebrar o por lo menos de pretender celebrar este acto.

Se han reunido a nuestro alrededor, no solamente las destacadas autoridades y parlamentarios de la República aquí presentes, sino que, junto con nuestros colaboradores directos como lo son nuestros empleados y obreros, también contamos con la presencia de otros muy efectivos colaboradores, como lo han sido y lo son, los banqueros, Jefes de Casas comerciales, grandes y pequeños industriales, los que, sin excepción, nos han prestado su decisiva cooperación. Además, nos acompañan varios amigos y familiares, quienes, cual más cual menos, nos han estimulado durante la ejecución de la obra.

Rodeados, como estamos, de esta selección que nos acompaña, declaramos que nos sentimos honrados y llegue a cada uno de Uds. nuestros agradecimientos. Les rogamos sí, de antemano, se sirvan Uds. perdonar las deficiencias de esta pretendida manifestación y considerar de ella, solamente, la sinceridad con que es ofrecida.

Nos ha cabido en suerte ser los ejecutores de esta importantísima obra, la cual no sólo acercará y hará más expeditas las comunicaciones entre las dos principales ciudades del país, sino que, por las razones de todos conocidas, será de beneficio incalculable para la riqueza nacional.

Si bien es cierto, como hemos dicho, que es una suerte participar en una obra de esta naturaleza, no se puede desconocer que esta satisfacción nos ha costado muchos sacrificios y sinsabores. Aún más, hemos recibido, a nuestro juicio, injustamente, duras críticas durante su

ejecución. Comprenderán Uds. que no puede ser nuestro ánimo hacer polémica y, si hemos mencionado esta dolorosa incomprensión, lo hemos hecho sólo para hacer resaltar que los críticos necesariamente han ignorado con que clase de elementos hemos tenido que perforar este cerro, harto duro, por lo demás.

Es de nuestro deber hacer notar que el Túnel se ha construido no solamente con el sacrificio de nuestros obreros, de nuestros empleados y de nosotros mismos. Han tenido participación efectiva y muy abnegada, el señor Ingeniero Fiscal de la obra y los señores Inspectores de su dependencia. De más está decir que se ha contado con la cooperación decidida del señor ex Director de Caminos y del señor Director de Vialidad, como asimismo del señor Ingeniero-Jefe del Departamento de Construcción. Para todos ellos vayan nuestros agradecimientos.

Hemos podido aquilatar los valores del personal de la Dirección de Vialidad, tanto aquel que ha estado destacado en las faenas mismas, como aquel que presta sus servicios en Santiago. Creemos que esto nos obliga a felicitar al señor Ministro de Obras Públicas por el espléndido equipo de Ingenieros, sean Jefes o no, y demás personal que le colabora en la mencionada Dirección.

En nombre de mis socios y mío mismo, repito a cada uno de Uds. nuestras más expresivas gracias y, antes de terminar, les solicito un señalado favor, que no dudo haréis con gusto:

Acompañadme a beber esta copa por la felicidad de la Patria, por la ventura personal de S. E. el Presidente de la República y por el éxito de la Dirección de Vialidad.

¡Salud!

La modernización de la agricultura necesita **caminos**
para poder distribuir su producción en mercados más ex-
tensos y fáciles.

DON ERNESTO RÍOS TALAVERA

El día 3 de marzo de 1955, en la ciudad de Santiago, dejó de existir el ilustre ingeniero don Ernesto Ríos Talavera, quien había ocupado el alto cargo de Inspector General de Puentes y Caminos, repartición que a través de los años se ha constituido en la actual Dirección de Vialidad.

Don Ernesto Ríos Talavera nació en Santiago el 1.º de septiembre de 1876, y fueron sus padres don Rosendo Ríos Jaramillo y doña Teresa Talavera Appleby. Estudió en el Colegio de los Padres Franceses de Santiago, y el último año de humanidades lo cursó en el Colegio Inglés de Mr. Rafford. La carrera de Ingeniero Civil la siguió en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile.

Se inició en la vida profesional al ingresar a la Dirección General de Obras Públicas, como dibujante, el 17 de junio de 1893, para ascender en 1899 al cargo de Ingeniero Aspirante. En el año 1900 pasa a servir en el Cuerpo de Ingenieros de Puentes. En 1905 es nombrado Ingeniero de Muelles y Obras Hidráulicas, para trasladarse a los pocos meses con el mismo rango a la Subsección Puentes. El 21 de abril de 1913, en vísperas de cumplir 20 años de servicios en Obras Públicas, fue distinguido con el nombramiento de Inspector General de Puentes y Caminos, que corresponde al mismo rango del actual Director de Vialidad, puesto en el que se desempeñó hasta el 23 de agosto de 1922. Sin embargo, el señor Ríos siguió aportando su concurso a las labores de Vialidad desde el cargo de Ingeniero Visitador y Centralizador de Caminos, retirándose del servicio el 10 de noviembre de 1925.

Durante los 32 años de actuación profesional de don Ernesto, en las distintas reparticiones de la ex Dirección de Obras Públicas, tuvo que vivir la época heroica de los ingenieros chilenos, que además de ser expertos topógrafos y calculistas, debían unir las cualidades de buenos jinetes para llegar, ya a lomo de caballos o mulas hasta el pie de las obras en proyecto o en ejecución.

Sería muy largo enumerar las distintas ac-



DON ERNESTO RÍOS TALAVERA

tividades en las cuales le cupo participar, basta recordar que fue él, quien al suceder en el cargo de Jefe de Puentes a Mr. Williams Danks, introdujo el uso de las vigas, metálicas en los puentes carreteros, que en aquella época eran armados a base de maderas chilenas, dando con ello un gran impulso a las vías de comunicación terrestres. Fue además un gran impulsador del uso del concreto armado en los puentes, con lo cual demostraba el entusiasmo por esta clase de obras públicas.

Entre las intervenciones técnico-administrativas de mayor trascendencia en las cuales tuvo una singular actuación, se anota la reforma

de la Primera Ley General de Caminos que se mantenía en vigencia desde el año 1842, que era insuficiente para el desarrollo de las obras camineras del país. En el estudio de la Segunda Ley General de Caminos, que fue promulgada el 5 de marzo de 1920 con el N.º 3.611, colaboró con don Enrique Doll hasta hacerla Ley de la República. En realidad, esta Ley N.º 3.611, fue la que dio por primera vez un financiamiento positivo para los caminos, a base de una contribución sobre la tasación de los predios urbanos y rurales, un impuesto sobre las patentes de minas; una contribución especial asignada anualmente en la Ley de Presupuestos, y con aportes voluntarios de Municipalidades y Particulares, obligándose el Fisco a aportar el doble de la cantidad para el mejoramiento de un determinado camino. Además, esta ley clasificó los caminos, definía las atribuciones de la Dirección y de la Policía Caminera. Gracias a esta ley fue posible esbozar los primeros planes camineros chilenos, los cuales coincidieron con la entrada a la circulación en las calzadas de los primeros vehículos automóviles. Esta ley fue complementada y estuvo en vigencia hasta el año 1930, fecha de la promulgación de la actual Ley N.º 4.851, en vigencia, que en su espíritu mantiene las disposiciones principales de la Ley N.º 3.611, de 1920. Las citadas leyes cumplieron con holgura las necesidades viales del país en las fechas de sus promulgaciones, pero hoy se está pidiendo una nueva ley que se ponga a tono con las nuevas necesidades camineras del país, de la época actual.

Antes de alejarse del Servicio, en 1925, formó parte de la Delegación Chilena que viajó a Buenos Aires al Primer Congreso Panamericano de Carreteras, donde tuvo una destacada participación por su experiencia y conocimientos de ingeniería vial.

Al jubilar, el señor Ríos Talavera prosiguió ejerciendo la profesión de ingeniero como contratista de puentes, caminos y obras de riego. Entre los distintos contratos se pueden enumerar los puentes de concreto del Camino de Puente Alto a El Volcán; el Puente sobre el río

Teno en Rauco; la construcción del sector Pu-tabla a Valdivia en el Camino Longitudinal; el primer embalse de Lolol; el canal de Colicheo, etc. Con el propósito de atender en mejor forma sus actividades de contratista, en 1926 siguió un curso de Contador, registrándose como tal.

Por espacio de 30 años fue tasador de la Caja Hipotecaria, de la Protección Mutua de Empleados Públicos y de la Caja de Ahorros de Empleados Públicos. Fue socio fundador del Instituto de Ingenieros de Chile, siendo agraciado con la designación de Miembro Honorario.

En estos últimos años se había dedicado a las labores agrícolas, explotando primeramente el Fundo Santa Luisa de Calera de Tango, y luego el Fundo Lo Errázuriz, de la Comuna de Maipú.

El Ingeniero Ernesto Ríos Talavera contrajo nupcias con doña Luisa Mackenna Cerda, de cuyo matrimonio son sus hijos, los cuales han formado respetables hogares, siguiendo con ello la noble trayectoria de su augusto padre: LUISA, casada con el señor Germán Domínguez; GUILLERMO, abogado, actual Director del Departamento Jurídico del Ministerio de Obras Públicas; EDUARDO, Abogado, actual Fiscal de la Caja de Empleados y Obreros Municipales; ERNESTO, Médico-Cirujano; TERESA, casada con el señor Oscar Ortúzar; MARIO, Contador, actual funcionario de la Municipalidad de Santiago, y ALEJANDRO, propietario de la Empresa de Buses Antílope que sirven la ruta Santiago a Chillán.

La Revista de Caminos, al recordar en estas breves líneas la trayectoria profesional de uno de los más destacados ex Directores del Servicio, sólo cumple con un acto de justicia, de reconocer que el adelanto vial del país en el pasado próximo, tuvo uno de los mejores pioneros en la persona del señor Ernesto Ríos Talavera, cuya labor profesional es un ejemplo para las nuevas generaciones de Ingenieros.

R. E. I.

Las inversiones en **camino**s vuelven a la sociedad en aumentos de su standard de vida, cuando existe el volumen adecuado de vehículos motorizados en circulación.

PUENTE PEDRO DE VALDIVIA SOBRE EL RIO VALDIVIA

Unión entre la ciudad de Valdivia y la Isla de Teja

Por el Ingeniero Darío Lillo Palacios

La Isla de Teja, que tiene una superficie de 708 Ha. es un importante centro industrial y agrícola ubicado frente al sector céntrico de la ciudad de Valdivia.

Ella sufría una acentuada estagnación como consecuencia de la falta de comunicación directa con la ciudad. Además, en la Isla están instaladas cuatro grandes fábricas en las cuales trabaja un personal de 1.200 obreros y empleados, que se veían forzados a cruzar el río en sus viajes diarios de ida y regreso. Estas circunstancias originaron un poderoso anhelo de superar los inconvenientes derivados de la separación, mediante la construcción de un puente que permitiera comunicarse directamente entre la Isla y el centro de Valdivia.

Por otra parte, la estratégica situación de la Isla permite esperar una rápida valoración de sus terrenos, muy superior al costo del puente, lo cual justifica económicamente su construcción.

En vista de estos antecedentes, el Ministerio de Obras Públicas ordenó la construcción del puente Pedro de Valdivia, para unir la Isla de Teja con la ciudad de Valdivia, salvando el río Valdivia.

Financiamiento de la obra

Como este puente queda ubicado dentro del radio urbano de la ciudad de Valdivia, de acuerdo con las Leyes N.º 4.851 y 7.133, la obra debía ser financiada por la Ilustre Municipalidad; pero, como ella no estaba en condiciones de hacerlo, se buscó un financiamiento especial. Fue así como se dictó la Ley N.º 9.469, de 10 de octubre de 1949, que estableció a beneficio de la ciudad de Valdivia una contribu-

ción adicional a los bienes raíces de la Isla Teja, cuya tasa es del veinte por mil y una contribución adicional del uno por mil a todos los bienes de la Comuna de Valdivia; se estableció, además, que estos impuestos adicionales se cobrarán hasta cubrir totalmente el valor de las obras.

Características del río

En la ubicación del puente, el río tiene un ancho de 170 m. y una profundidad que va desde 3 m. en las orillas, al borde de los estacados marginales hasta 10 m. bajo aguas normales en la parte más profunda. La corriente de las aguas es pequeña y permite una constante navegación de los lanchones y embarcaciones menores. También navegan en esta zona del río pequeños remolcadores y vapores de tipo especial, lo cual exigió dejar una altura libre que permitiera la conservación de esta navegación que tiene gran importancia para las industrias de la zona de Valdivia y aun para el abastecimiento de la ciudad.

Subsuelo

El lecho del río es de material arenoso. Para el estudio del proyecto se practicaron sondajes de reconocimiento que indicaron existencia de material conglomerado duro a profundidades que varían de 6 a 12 m. bajo el lecho del río, en la ubicación de los machones principales.

Características del proyecto

El puente tiene una longitud total de 246 m. que se reparten en la siguiente forma: parte

principal sobre el río, 167 m. con tres tramos, uno central de 69 m. y dos laterales de 49 m. y partes de acceso por ambas orillas, con 38,50 m. por el lado de Valdivia y 40,50 m. por el lado de la Isla de Teja. Estos accesos se componen de dos tramos, uno para cubrir el desarrollo del talud del terraplén y el otro para cruzar las avenidas costaneras a las cuales se les deja un ancho de 19 m. y una altura libre de 10 m.

En la parte del río queda una altura libre de 12,35 m. sobre el nivel de las aguas normales, la cual se reduce a 10,35 m. para el caso de aguas máximas.

El tipo de estructura de la parte del puente sobre el río es de vigas Gerber de altura variable de 8,40 m. en los apoyos hasta 2,50 m. en el centro del tramo.

La calzada es de doble vía de 7 m. de ancho con pasillos o veredas a ambos lados de 1,80 m. de ancho libre.

Las fundaciones se realizaron por medio de cajones de hormigón armado que se hincaron hasta empotrarse en terreno duro, mediante dragado interior.

Las profundidades que alcanzaron los mchones principales, fueron de 17,50 m. y 12,40

m. bajo el lecho del río, o sea, 24,35 y 22,45 m. bajo la cota de las aguas normales.

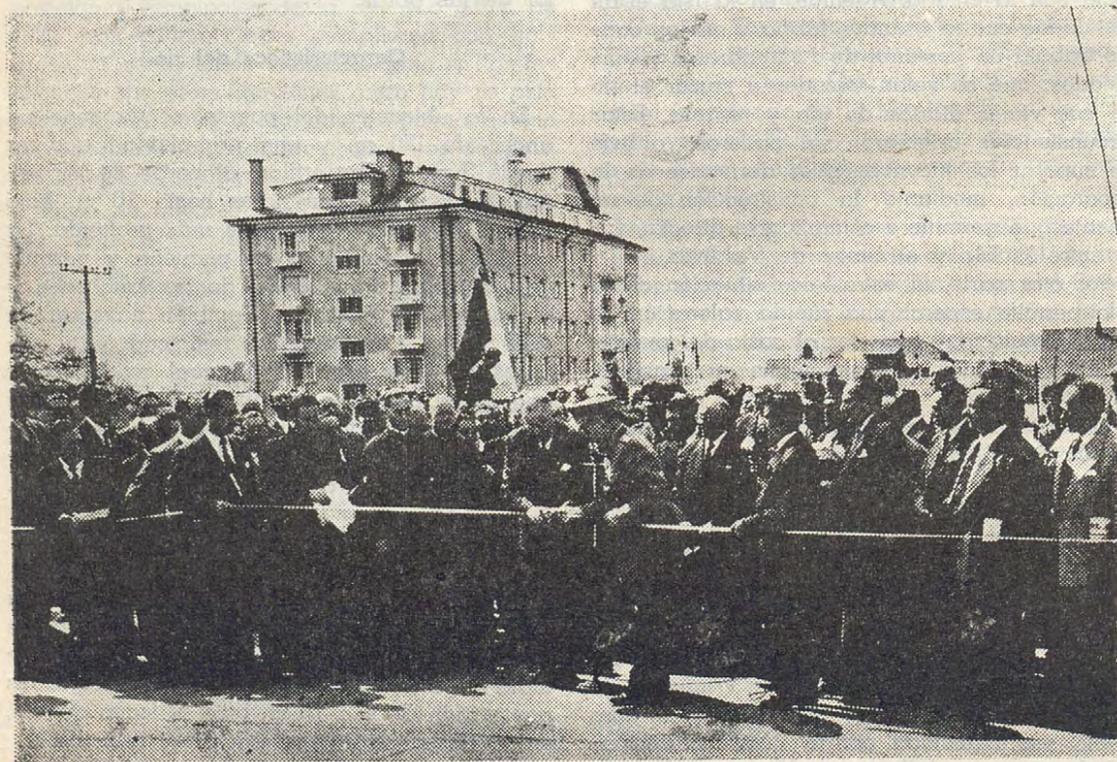
Por el lado de la Isla Teja, el puente empalma después de un pequeño terraplén con el nivel principal de los terrenos altos y más aprovechables de la isla.

Por el lado de Valdivia, el terraplén se extiende aproximadamente 100 m. hasta empalmar con el nivel del pavimento de la ciudad frente a la calle Independencia, quedando a un lado el moderno Hotel de Turismo.

Valor de la obra

El valor total del puente, incluidos los terraplenes de acceso, asciende a la suma de \$ 47.320.000, cuyas inversiones se pueden dividir como sigue:

Jornales	\$ 22.164.494
Fierro redondo	10.591.429
Cemento	7.094.462
Cal	12.952
Gasolina	227.157
Maderas	1.794.679
Maquinarias	457.815
Gastos Generales	4.976.026



El Presidente de la República, Excmo. señor Carlos Ibáñez del Campo, ayudado por el señor Ministro de Obras Públicas, Coronel don Benjamín Videla, procede a cortar la cinta tricolor, inaugurando oficialmente el Puente Pedro de Valdivia, que une a la ciudad de Valdivia con la Isla Teja. Inmediatamente atrás del señor Ministro d. Obras Públicas, se encuentra el Técnico del Departamento de Puentes de Vialidad, señor Federico Wiese, quien estuvo a cargo de la construcción. Al fondo, el moderno Hotel de Turismo de Valdivia.

Tiempo de ejecución

La construcción del puente se inició en enero de 1946 y se terminó en diciembre de 1954. Durante este período tuvo paralizaciones que sumadas alcanzan a 24 meses, o sea, su construcción demandó 7 años de trabajo.

Durante el período 1945 a 1949, el avance fue muy lento debido a la escasez de fondos destinados a esta obra, situación que se regularizó con la dictación de la Ley N° 9.464 que la financió.

Ingeniero proyectista

El puente Pedro de Valdivia fue proyectado por el Ingeniero del Departamento de Puentes de la Dirección de Vialidad, señor Waldo Pérez Jara, actualmente Ingeniero Provincial de Linares.

Técnico a cargo de la construcción

Este puente fue construido por Administración por el Departamento de Puentes, estando a cargo de las faenas el Técnico señor Federico Wiese. El señor Wiese fue también el constructor de otro puente sobre el río Calle Calle que conecta el acceso Norte del camino Longitudinal con la ciudad de Valdivia, frente a Las Animas, de características muy semejantes.

Datos estadísticos

Se emplearon en la ejecución de esta obra: 575.000 Kgrs. de acero dulce redondo.

17.450 Kgrs. de acero en perfiles, acero inoxidable, fierro fundido y pernos.

48.846 sacos de cemento de 42,5 Kgrs. c/u.

8.590 m³. de ripio.

4.280 m³. de arena.

El peso total de la superestructura es de 4.978 toneladas.

Trabajaron en la ejecución 126.578 hombres-día.

Inauguración oficial de la obra

La inauguración oficial del puente Pedro de Valdivia el día 12 de marzo de 1955, constituyó uno de los principales festejos de la "Semana Valdiviana". En este acto estuvo presente S. E. el Presidente de la República, don Carlos Ibáñez del Campo; el Ministro de Obras Públicas; don Benjamín Videla; el Ministro de Justicia, don Arturo Zúñiga; el de Agricultura, don Roberto Infante; el de Educación, don Oscar Herrera Palacios y el de Salud, don Jorge Aravena; autoridades de la provincia y comunales. En representación de la Dirección de Vialidad estuvieron los Ingenieros Jefes, don Oscar Risopatrón, Jefe del Departamento de Construcción de Vialidad, y don Oscar Jiménez Gundián, Jefe del Departamento de Puentes de Vialidad y, además, el Técnico a cargo de la construcción del puente, don Federico Wiese Isensee y otros funcionarios de Vialidad.

Origen de los Nombres de la Cuesta de Zapata y Cuesta de Lo Prado

La Cuesta de Zapata, ubicada en el cordón de cerros que separa los valles de Casablanca y de Puangue, debe su nombre a don Antonio de Zapata, hacendado que vivió a principios del siglo XVIII.

La Cuesta de Lo Prado, ubicada en otro de los cordones de cerros que separan el Valle de Puangue con el Valle del Mapocho, se debe a otro hacendado contemporáneo del señor Zapata, don Pedro de Prado.

El notable historiador chileno, don Benjamín Vicuña Mackenna, dice en su libro "De Valparaíso a Santiago": "Vivían entre sus montañas de espinos y de algarrobos, como mansos patriarcas, dos estancieros chilenos que se llamaban don Pedro de Prado y don Antonio de Zapata, ocupando con sus tierras, a principios de pasado siglo, la mitad de los que hoy forman los departamentos de Melipilla y Casablanca, por su derecha oriental. Ambos eran hidalgos maestros de campo del Cabildo de Santiago, amigos y vecinos, visitándose cada dos o tres años de una estancia a otra estancia... Nada parecía turbar aquella grata quietud, cuando un día ocurriósele en mala hora, al señor de Prado, allá por el año 1703, comprar la hacienda intermedia de Curacaví. Fue esto como haber llevado al tranquilo valle la manzana de la discordia. Pasaron los años sin embargo, y a los once de su enemistad, los dos estancieros acordaron una permuta, de lo de Zapata por Curacaví, ante el Corregidor del Valle, en el mes de Junio de 1714. Mas, el remedio resultó peor que la enfermedad, porque de la reconciliación los dos amigos pasaron a los pleitos judiciales sobre la ejecución de la permuta...

INVERSIONES CAMINERAS EN EL PERIODO 1948-1954 EN MILLONES DE DOLARES

PAIS	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954 (1)	Total
Argentina	10,0	12,5	11,7	17,0	29,8	29,0	30,0	140,0
Australia	77,9	78,7	95,3	118,5	154,3	148,0	156,9	829,6
Austria	1,6	3,5	6,6	11,0	15,2	15,2	16,2	69,3
Canadá	250,0	268,2	270,2	284,4	334,6	404,3	450,0	2,261,7
Ceylán	2,3	2,3	2,3	2,4	3,4	3,2	2,2	18,1
Chile	10,6	8,8	9,7	12,6	19,2(2)	16,4(3)	11,7(3)	89,0
Colombia	12,0	14,9	17,4	23,8	27,3	29,1	55,1	179,6
Costa Rica	0,5	0,5	0,6	0,9	1,8	2,2	2,3	8,8
Finlandia	2,1	9,8	14,3	10,4	10,6	39,3	31,7	118,2
Francia	117,8	158,0	117,0	167,3	242,5	219,5	220,0	1,242,1
Alemania (Occidental)	143,8	206,9	255,3	300,0	356,5	386,3	408,1	2,056,9
Gran Bretaña	183,5	180,8	196,8	202,6	225,5	239,3	253,2	1,481,7
Holanda (4)	12,6	11,3	13,0	16,3	19,0	24,1	26,1	122,4
Honduras	0,9	1,0	1,1	1,6	2,3	5,2	5,0	17,1
India	40,6	50,9	56,1	62,6	76,4	82,7	90,1	459,4
Japón	40,0	47,7	60,5	61,3	95,2	110,0	130,0	544,7
Luxemburgo	1,6	2,8	2,5	3,0	3,5	4,6	4,9	22,9
México	29,0	25,4	27,0	32,0	34,6	36,5	43,0	227,5
Nueva Zelanda	30,6	34,8	37,4	38,3	47,7	50,8	52,1(5)	291,7
Noruega	16,7	18,9	17,3	20,4	25,7	29,6	31,1	159,7
Nyasaland (Africa)	0,2	0,5	0,6	1,1	1,2	1,2	1,3	6,1
Pakistán	9,6	14,0	18,7	25,8	16,1	18,0	20,0	122,8
Perú	0,6	1,1	1,7	4,9	12,3	12,8	10,9	44,3
Filipinas	40,8	44,2	44,6	42,7	49,6	53,4	122,5	397,8
Sud Africa	23,7	33,5	32,7	38,4	43,2	46,8	51,8	270,1
Rodesia del Sur	3,4	3,9	4,9	6,4	8,2	9,0	13,1	48,9
Suecia	40,0	45,0	52,9	62,4	83,1	118,3	112,9	514,6
Suiza (6)	29,2	32,9	33,5	37,6	43,1	44,5	46,9	267,7
Uruguay	4,3	4,9	5,6	6,3	6,9	6,6	6,9	41,5
Venezuela	27,2	51,1	91,6	125,2	122,3	77,4	80,0	574,8
TOTAL 30 PAISES	1.163,1	1.368,8	1.498,9	1.737,2	2.111,1	2.263,3	2.486,0	12,628,4
ESTADOS UNIDOS (7)	2.652,0	3.011,0	3.336,0	3.595,0	3.923,0	4.450,0	4.800,0	25,767,0

(1) 1954. Estimado en la mayoría de los casos según los fondos autorizados.— (2) Gastos mayores en 1952, debido al incremento de las exportaciones de cobre. (Guerra Coreana).— (3) Gastos reducidos en 1953 y 1954, debido a la reducción de las exportaciones de cobre.— (4) Gobierno Central solamente.— (5) Gastos de 1955, estimados en U.S.\$ 65.000.000, a causa del establecimiento del Fondo Nacional de Caminos.— (6) Datos basados en Caminos Federales. (7) Valores para Estados Unidos incluyendo solamente Caminos Federales y Estatales, excluyendo los caminos Comunales atendidos por las Municipalidades.

NOTA: Los datos están basados en informaciones proporcionadas a la IRF. por sus Asociaciones Nacionales, las cuales las obtuvieron de fuentes gubernamentales.

INVERSIONES CAMINERAS EN EL PERIODO 1948 - 1954 DE 31 PAISES, EN MILLONES DE DOLARES

El informe anual de la Federación Internacional de Carreteras correspondiente al año de 1954, publica un cuadro de los gastos totales efectuados por diferentes países en el mantenimiento y construcción de sus respectivas redes de carreteras.

Al observar las cifras chilenas, podemos apreciar que los 10,6 millones de dólares gastados en caminos en 1948, se bajó en 1949 a sólo 8,8 millones, baja que interpreta la reducción de los gastos públicos puesta en práctica por el Ministro de Hacienda de aquel año. En 1950 se recupera un poco la inversión y sube a 9,7 millones de dólares para aumentar en 1951 a 12,6 millones. En 1952 se llega al máximo de las inversiones del período estudiado con 19,2 millones de dólares, lo cual se puede interpretar que este avance en las inversiones de los caminos de Chile fue un reflejo de las mayores exportaciones de cobre y salitre derivadas de la guerra coreana. Los años siguientes de 1953 baja a 16,4 millones y en 1954, a sólo 11,7 millones de dólares, lo cual podría ser interpretado como un aflojamiento del mercado internacional de las demandas de cobre. Esta rápida mirada a las inversiones camineras de nuestro país es desalentador, pues, el programa de inversiones decayó con la estagnación del avance de obras principales, como la pavimentación de la Carretera Panamericana, de Santiago a La Serena, etc. Esta baja de las inversiones puede ser motivada por dos factores importantes, uno debido al proceso inflacionario que está sufriendo el país, y el otro por las repercusiones dentro de la economía interna del aflojamiento del precio y demanda del cobre en el mercado mundial.

Es interesante apreciar los rubros camineros de Argentina, que se mantenía casi a la par con Chile en 1948, ha ido afirmándose, llegando este aumento progresivo a 1954, con un gasto de 30 millones de dólares. La situación de Colombia, otra de las Repúblicas Latinoamericanas, cuyas inversiones eran ligeramente superiores a las nuestras, ha mantenido firme su incremento hasta llegar a 1954 con una inversión para ese año, de 55,1 millones.

Durante los siete años estudiados por la IFR., Chile invirtió en total durante el período 1948-1954, la cantidad de 89 millones de dólares, Argentina 140 millones y Colombia, 179,6 millones. Venezuela, que ha tenido inversiones fuertes hasta llegar en 1951 a 125,2 millones, totalizando para el período 574,8 millones de dólares. Estas cifras ponen de manifiesto que las sumas acordadas en Chile para el avance de las carreteras está baja, y es una necesidad de que ellas se doblen o tripliquen para lograr en un espacio de tiempo prudencial alcanzar la red de caminos satisfactoria para el actual desarrollo económico del país.

Por último, al observar las inversiones de Estados Unidos de Norteamérica, ellas son superiores a las nuestras en varias decenas de veces, llegándose al caso notable de que ellas representan el doble de las inversiones de los 30 países estudiados. Aún, estas cifras para Estados Unidos serían superiores, si incluyeran los gastos efectuados por las Municipalidades en la atención de los caminos comunales que representan más o menos el 40% de la red total de carreteras del país.

LA RED CAMINERA DE LA PROVINCIA DE CONCEPCION

N. de la R.—En la Sección Fotografías de Obras, se publican varias vistas de los caminos principales de la Provincia de Concepción.

La provincia de Concepción ha concentrado en su pequeño territorio una gran potencia industrial y minera, lo que ha traído un auge rápido de todas las actividades, incluyendo la cultural, dirigida por la Universidad Regional que funciona en la floreciente ciudad de Concepción, que ya alcanza a los 120.000 habitantes. La capital se encuentra a la orilla Norte del caudaloso río Bío-Bío, que con sus afluentes cubre gran parte del territorio en forma de triángulo de la provincia, junto a los ríos Andalién y afluentes del río Itata.

La mayor parte del territorio está enclavado en la Cordillera de la Costa, muy desmembrada y erosionada, por lo cual los caminos existentes tienen muchas curvas y fuertes pendientes, exceptuando los caminos de construcción reciente.

La superficie total de la provincia de Concepción alcanza a 5.701 Km², siendo una de las más pequeñas del país, después de Valparaíso, si se compara con los 123.063 Km² de Antofagasta y los 135.418 Km² de Magallanes. A Concepción sólo le corresponde el 0.77% del territorio continental del país; en cambio, cobija 411.599 habitantes, que corresponden al 7% de la población total de Chile, poniéndola como la tercera provincia en población después de Santiago y Valparaíso.

Para unir los centros industriales, mineros y ciudades más densamente pobladas con las provincias limítrofes de Ñuble, Bío-Bío y Arauco, de donde deben abastecerse los productos de la agricultura, pues la producción agrícola interna es insuficiente; como también, para el flujo de la producción industrial y minera, la corriente de las actividades comerciales y turísticas, la provincia cuenta con una red caminera, según estadísticas de vialidad de Diciem-

bre de 1953, de 1.626,5 Kms. Este kilometraje se divide en 119,5 Kms. de caminos pavimentados de hormigón o asfalto; 399,2 Kms. de caminos ripiados o estabilizados, y 1.107,5 Kms. de caminos de tierra con algunas obras de sanecamiento.

Esta red caminera es muy vulnerable a las lluvias, por lo cual sólo 613,2 Kms. corresponden a tránsito permanente y 1.013 Kms. a caminos de tránsito de temporada seca. La transitabilidad de los caminos se observa desde el punto de vista del tránsito de automóviles y camiones, no así las carretas que pasan en todo tiempo.

El mejoramiento definitivo de las carreteras de Concepción será cada vez más necesario para servir a la zona carbonera de Lota y Coronel al Sur del río Bío-Bío y Lirquén por el Norte; la usina de acero y hierro de Huachipato en la bahía de San Vicente; la fabricación de vidrios planos de Lirquén; Losa y sanitarios de Penco; ladrillos refractarios de Lota; fábricas textiles de Tomé y Chiguayante; la nueva industria de la celulosa que se está instalando en San Pedro, en el camino de Concepción a Coronel, que traerá un auge en el transporte de madera y fomento a la producción. No debe olvidarse en esta enumeración de actividades que esperan su cuota de progreso por intermedio de los caminos, para su ensanchamiento y mayor prosperidad, las rutas hacia los centros turísticos que los componen los puertos pesqueros y playas de veraneo.

En Concepción los caminos también son los alimentadores de carga, tanto para los Ferrocarriles como para el sistema marítimo que tiene en Talcahuano un puerto con todos los elementos mecanizados de embarque.

Los caminos ribereños del Bío-Bío se justifican ampliamente, pues, hasta principios de nuestro siglo, por las aguas de este río había un intenso tráfico fluvial de embarcaciones de

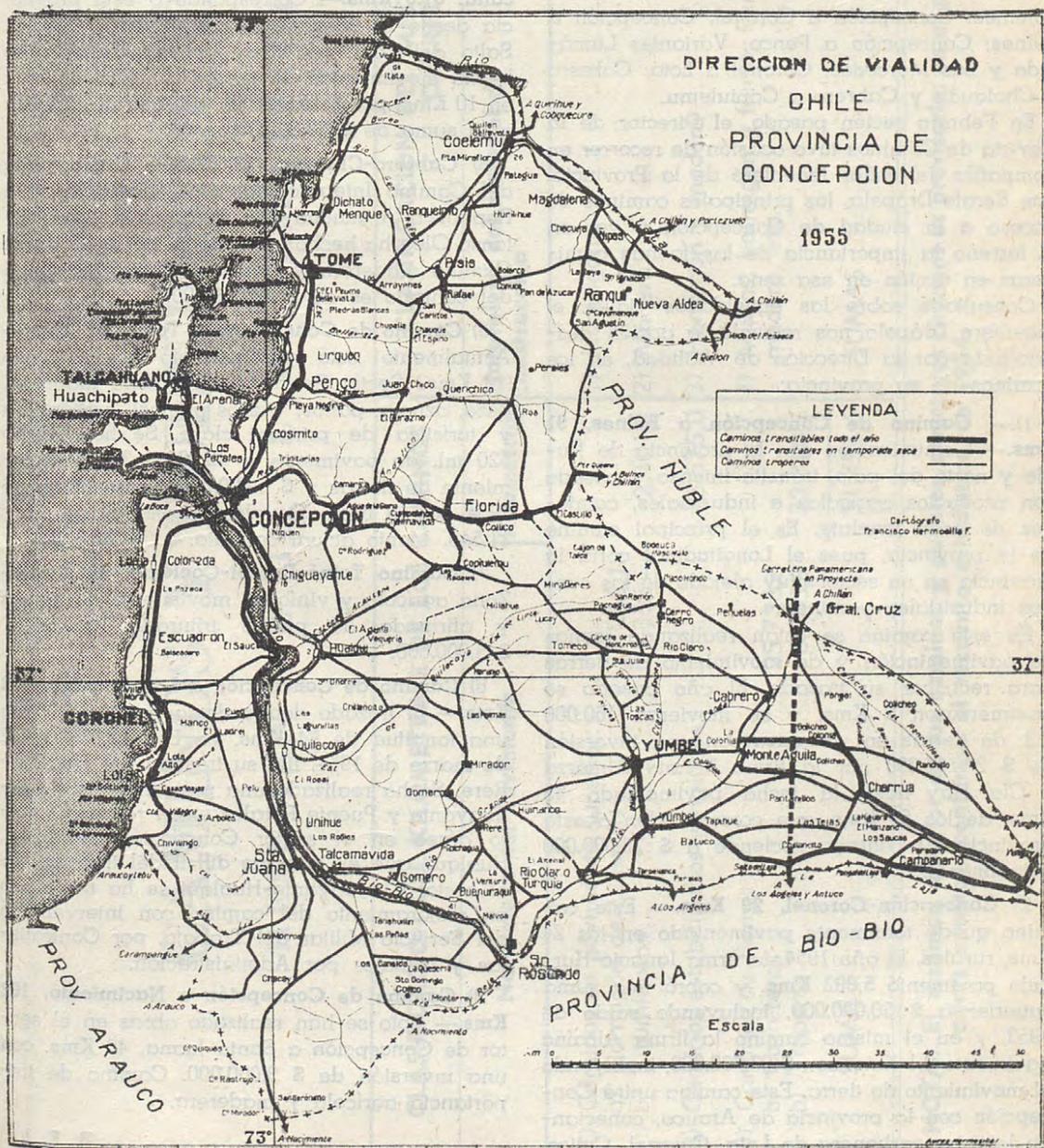
pequeño calado que remontaban el río e incluso se desviaban hacia algunos de sus afluentes, pero la excesiva erosión de los terrenos fue a embancar el río formándose barras e islotes de arena, que eliminó esta vía de transporte.

La Dirección de Vialidad está preocupada de dar una solución definitiva al sistema de carreteras de la provincia y sus planes se van cumpliendo conforme a las disponibilidades de fondos. Por de pronto, el Plan Quinquenal aprobado para desarrollar en Concepción, consulta el mejoramiento de 619,6 Kms., para lo cual se tendrá que construir 345,5 Kms. de nuevos caminos y pavimentar en total 386,1 Kms. con cal-

zada de hormigón de cemento. El costo calculado de las obras de los 7 caminos troncales que se incluyen en el Plan alcanzan a la suma de 2.329 millones de pesos.

Los caminos a mejorarse se construirán en conformidad a las normas puestas en práctica por Vialidad, que corresponden a carreteras de alta velocidad, formadas por largas rectas unidas por curvas de radios amplios, con gradientes y pendientes suaves y plataformas completamente saneadas, con lo cual se tendrá un tránsito cómodo y económico.

En la forma descrita, la provincia contará con una red de carreteras troncales pavimen-



tadas que absorberán la mayor afluencia del tránsito, resolviendo en forma integral el transporte automotor.

La Oficina del ingeniero provincial de Concepción, durante el año de 1954, tuvo el siguiente movimiento de fondos en obras de conservación y mejoramiento de los caminos de su jurisdicción: Fondos recibidos en el año \$ 101.793.162,74; Fondos Invertidos \$ 73.649.679,69 y Fondos Comprometidos para el presente año \$ 21.711.443,47. Por otra parte, la Dirección de Vialidad tiene obras en ejecución bajo su tuición directa, por intermedio del Departamento de Construcción, cuya inversión total en 1954, alcanzó a la suma de \$ 132.108.143. Las obras contratadas son las siguientes: Concepción a Coronel; Concepción a Bulnes; Concepción a Penco; Variantes Lamávida y Las Mercedes; Coronel a Lota; Cabrero a Cholguán y Cabrero a Copiulemu.

En Febrero recién pasado, el Director de la Revista de Caminos tuvo ocasión de recorrer en compañía del señor Ingeniero de la Provincia, don Sergio Drápela, los principales caminos de acceso a la ciudad de Concepción y ver en el terreno la importancia de las faenas camineras en acción en esa zona.

Consultado sobre las actividades viales, el ingeniero Drápela nos resumió la acción desarrollada por la Dirección de Vialidad, en los caminos de su provincia:

1).— **Camino de Concepción a Bulnes, 91 Kms.**— Comunicación con la provincia de Ñuble y norte del país, tránsito intenso y pesado con productos agrícolas e industriales, camiones de gran tonelaje. Es el principal camino de la provincia, pues el Longitudinal corta la provincia en un sector muy alejado de los centros industriales y mineros.

En este camino se están realizando faenas de pavimentación y de movimiento de tierras para rectificar su trazado. El año pasado se pavimentaron 2 Kms. y se movieron 160.000 m³. de tierras en variantes con una inversión de \$ 29.167.000 por la firma Renato Almarza y Cía. Hay hasta la fecha pavimentado 45 Kms. de los 56 Kms. que corresponden a esta provincia. El contrato asciende a \$ 78.000.000 actualmente.

2) **Concepción-Coronel, 29 Kms.**— Este camino quedó totalmente pavimentado en los 24 Kms. rurales. El año 1954, la firma Ignacio Hurtado pavimentó 5,892 Kms. y cobró una suma superior a \$ 50.000.000, incluyendo saldo de 1953, y en el mismo camino la firma Alcaíno pavimentó 2,1 Kms. con \$ 27.732.000, incluyendo el movimiento de tierra. Este camino unirá Concepción con la provincia de Arauco, conectando la zona carbonera de Lota, Coronel, Colico,

etc. Se financia con un impuesto a la tonelada de carbón, Ley 9.983 y Ley 11.548. El contrato Hurtado asciende a \$ 84.000.000 y Alcaíno a \$ 45.000.000.

3) **Camino de Concepción a Cabrero, 77 Kms.**— Este camino unirá a Concepción con Los Angeles por medio del Camino Longitudinal o Carretera Panamericana, que lo conectará además con el Sur del país. Camino de importancia agrícola, maderera e industrial. La firma Ignacio Hurtado ha iniciado trabajos de movimiento de tierras en 26 Kms., con una inversión en 1954 de \$ 30.000.000. El contrato asciende a \$ 46.000.000.

4) **Camino Longitudinal, Carretera Panamericana, 31,5 Kms.**— Corresponde a esta provincia desde el Puente Itata en General Cruz al Salto del Laja. La firma Ignacio Hurtado ha hecho movimientos de tierras y obras de arte en 10 Kms. por \$ 15.000.000. El contrato alcanza a la suma de \$ 28.000.000.

5) **Cabrero-Charrúa, 12 Kms.**— Como parte del Camino Internacional de Concepción a la República Argentina por Antuco. La firma Alfonso Olea ha hecho movimiento por \$ 4.500.000. Camino maderero y agrícola. El monto actual del contrato es de \$ 10.000.000.

6) **Camino de Concepción a Tomé, 31 Kms.**— Actualmente está pavimentado hasta Penco (13 Kms.) Sector Penco-Lirquén, zona industrial (loza, azúcar, paños, vidrios planos), carbonífera y turística de primera clase. Se han hecho 520 ml. de pavimento y 40.000 m³. de movimiento de tierras y \$ 6.000.000 de inversión en 1954 por la firma Osvaldo Acosta y Cía., Ley 11.548. Monto actual contrato, \$ 30.000.000.

7) **Camino Tomé-Rafael-Coelemu, 46 Kms.**— Zona agrícola y vinícola, movimiento de tierras y afirmado de piedra triturada, inversión, \$ 5.000.000.

8) **Camino de Concepción a Los Angeles, 102 Kms.**— El trazado dentro de la provincia, tiene una longitud de 84 Kms. La Ley 11.508, de 2 de marzo de 1954, fija su trazado por Hualqui-Rere. Se ha realizado una poligonal entre Chiguayante y Puente Perales, y un reconocimiento aéreo en el sector Concepción-Nonguén, Hualqui, que es la parte difícil del trazado. En el sector Chiguayante-Hualqui se ha trabajado en mejoramiento del camino con intervención del Servicio Militar del Trabajo, por Contratistas y trabajos por Administración.

9) **Camino de Concepción a Nacimiento, 102 Kms.**— Sólo se han realizado obras en el sector de Concepción a Santa Juana, 49 Kms. con una inversión de \$ 3.000.000. Camino de importancia agrícola y maderera.

R. E. I.

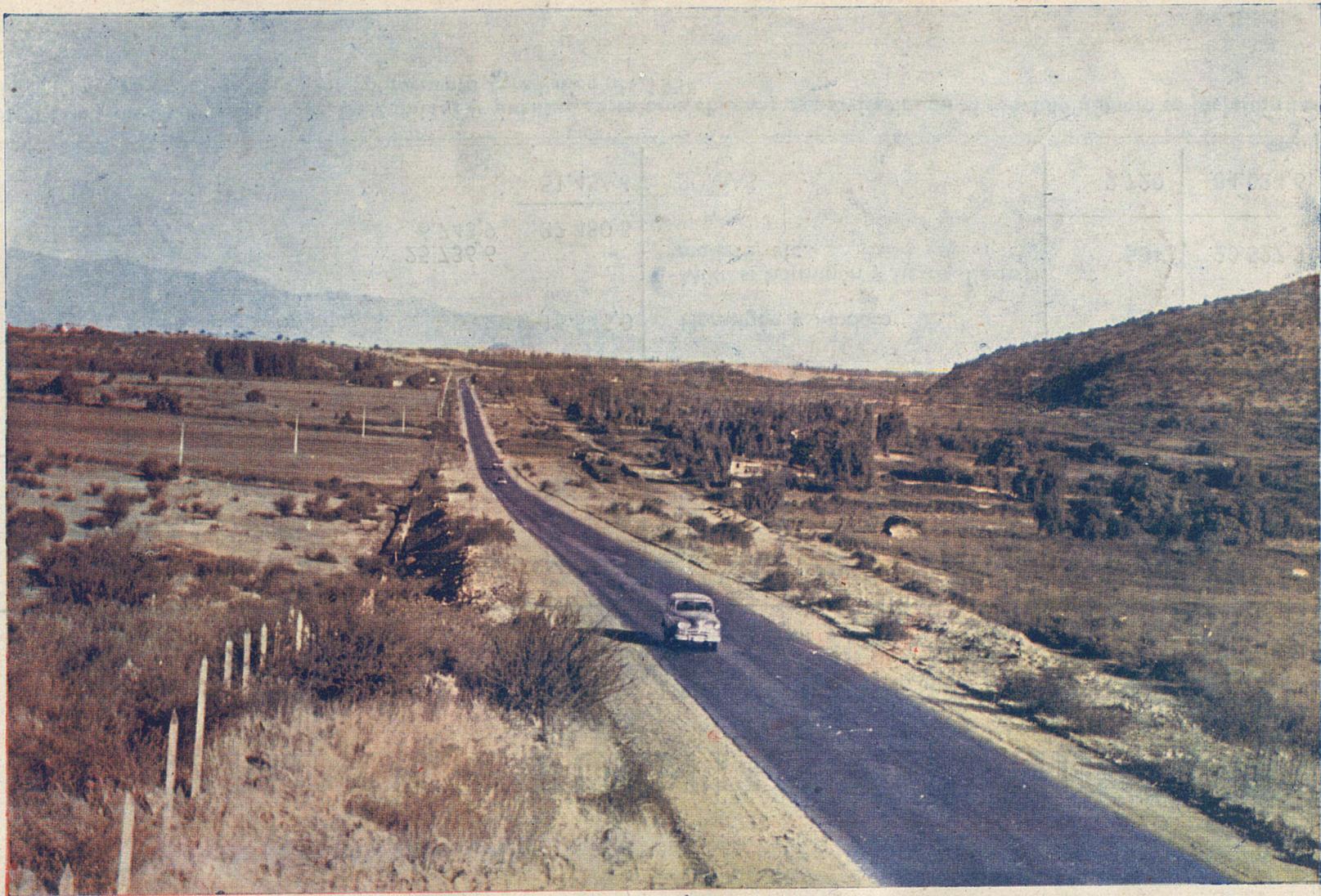
CAMINOS Y PUENTES DE CHILE

RESUMEN AL 31 DE DICIEMBRE DE 1954

O. 10447.—Talleres Gráficos "La Nación"

CLASIFICACION DEL KILOMETRAJE DE LOS CAMINOS		CLASIFICACION DEL METRAJE DE LOS PUENTES CARRETEROS		
Naturaleza del Pavimento	Kilometraje	Naturaleza del material de construcción	Número	Metros
1) Caminos de pavimento superior:		1) Hormigón	532	26.235,3
a) Hormigón de cemento	1.036,1	2) Madera	1.244	25.935,5
b) Bituminosos	1.365,—	3) Hormigón y madera	413	11.336,5
2) Caminos estabilizados y ripiados	16.575,0	4) Mixtos: hormigón y fierro, fierro y madera, etc.	531	20.527,3
3) Caminos de tierra:		SUMAS	2.720	84.034,6
a) Carreteros	25.736,6			
b) Troperos	6.743,9			
SUMA	51.456,6			

NOTA: El resumen anterior de los caminos y puentes carreteros chilenos es provisorio; en el próximo número se incluirán las cifras exactas, conforme al recuento estadístico de 1954.



CARRETERA PANAMERICANA.— Camino Longitudinal Sur.— Sector Túnel de Angostura a Rancagua.— Calzada de macadam asfáltico de 7 metros de ancho sobre una base estabilizada de 12 metros.