SOCH
G983
1978
c.1

UNIVERSIDAD DE CHILE

INSTITUTO POLITECNICO

CONSTRUCCION 2ª CALZADA CAMINO LONGITUDINAL NORTE

SECTOR: COLINA – PEAJE LAMPA Y
CUESTA EL MANZANO – BIF. POLPAICO

RODOLFO GUTIERREZ ESPINOZA

TESIS PARA OPTAR AL TITULO
DE TECNICO UNIVERSITARIO
EN CONSTRUCCION

DICIEMBRE - 1978

D E D I C A T O R I A

A mi esposa y a mi hijo compañeros de toda mi vida.

EL AUTOR.

A G R A D E C I M I E N T O S .

Aprovecho estas páginas para expresar mi agradecimiento por la comprensión y apoyo que tuvo para conmigo como alumno mi profesora guía Señorita MARIA ANGELICA MERCANTI, en la confección de esta Memoria a través de sus consejos y sugerencias que supo brindarme.

Agradezco además al Instituto Politécnico la instrucción impartida a través de estos cuatro años, dándome así la oprtunidad de integrarme a la vida profesional de mi país.

I N T R O D U C C I O N

La presente Memoria ha sido estructurada de manera que resulte una guía lógica y coherente para el lector que esté interesado en Construcción Vial.

El Primer capítulo lo dedico a sintetizar y recopilar antecedentes que justifican la ejecución del proyecto, además menciono la reglamentación que rige este tipo de Contrato en la Dirección de Vialidad dependiente del Ministerio de Obras Públicas.

En el Capítulo Segundo me aboco a realzar la importancia de las técnicas básicas necesarias para este tipo de Construcción: Mecánica de suelos y la Estructura de un Camino.

En el Capítulo Tercero analizo y describo las actividades constructivas específicas que conforman el contrato al cuál se refiere la Presente Memoria.

En el Capítulo Cuarto trato el problema de rendimientos y costos basados principalmente en el comportamiento de dichas máquinas en la Obra.

Por último, en el Capítulo Quinto destaco mi aporte personal a través de una crítica que he tratado que sea lo más positiva posible.

INDICE DE MATERIAS

CAPITULO I	PAGINA
Analisis Camino Existente	1
Analisis de Transito	2
Antecedentes del Proyecto	3
Características Generales	4
Propuesta Pública	6
Adjudicación de la Propuesta	8
Presupuesto Compensado	9
Presupuesto Compensado Sector Colina - Peaje Lampa.	9
Presupuesto Compensado Cuesta El Manzano Bifurcación Polpaico	12
Presupuesto Puente Estero Lo Pinto.	14
Incidencia Financiera de Los Diferentes Items	15

CAPITULO II

Antecedentes Generales en la Construcción Vial.

Mecánica de Suelos.

Formación de Suelos	17
Las Rocas y su Clasificación	18
Suelos Residuales	19
Suelos Transportados	19
Características de los Suelos	20
Composición Química	20

PAGINA

Tamaño de las Particulas 20
Forma de las Particulas 21
Peso Específico 21
Contenido de Humedad 21
Estructura
Análisis de los Suelos 22
Determinación del Contenido de Humedad 22
Determinación del Peso Específico 22
Análisis Granulométrico.
Análisis California o C.B.R. 23
Proctor 24
Penetración 24
Determinación de los Límites de Attenberg 26
Determinación de la Densidad "in situ" 27
Estructura de un Camino.
Introducción 28
Terraplén 28
Sub-Rasante 29
Pavimentos 30
Pavimentos Flexibles 30
Pavimentos Rígidos 30
Sub-Base 31
Sub-Base Tratada con Cemento 32
Bermas 33

C A P I T U L O III
CONSTRUCCION DE LA OBRA
Preparación de la Faja

PAGINA

Despeje de Faja

Demolición Pavimento Existente 35

Movimiento de Tierras.

Excavación de Cortes o Material de mala

Calidad en T.C.N. 36

Confección de Terraplenes 36

Planilla de Cubicaciones 40

Excavación para Obras de Arte 42

Rellenos Estructurales 44

Sub-Base y Base.

Bermas 45

Base Estabilizada 47

Pavimento de Hormigón. 48

Producción de Hormigón 49

Colocación y Distribución 51

Juntas 52

Puente Estero Lo Pinto.

Replanteo del Eje 55

Excavación en Seco 56

Excavación con Agotamiento 56

Moldajes 56

Hormigón 57

C A P I T U L O IV

Rendimiento de Máquinas y Costo de Algunos Items.

Costos.

Costos de Máquinas 59

Incidencia Leyes Sociales

PAGINA

Estudio Gastos Generales 60

Analisis de Costos y Rendimiento de:

Movimiento de Tierras 61

Base Estabilizada Tratada con Cemento 70

Pavimento de Hormigón 77

C A P I T U L O V.

Análisis Crítico y Conclusiones.

Organización de la Empresa 83

Organización Inspección Fiscal 84

Análisis Crítico de:

Movimiento de Tierras 84

Base Estabilizada 86

Pavimentos 87

Obras de Arte 88

Puente Estero Lo Pinto 90

Conclusiones 91

C A P I T U L O I

GENERALIDADES.-

El Camino Longitudinal, debido a las características geográficas de nuestro País, es sin duda la espina dorsal de la Red Vial Chilena ya que a ella convergen todo tipo de caminos transversales, siendo un importante factor de desarrollo tanto a Nivel Regional como Nacional.

Es entonces de importancia capital contar con un camino longitudinal en óptimas condiciones. Desgraciadamente por problemas que no corresponde analizar, ésta vía actualmente presenta un estado de grave deterioro que atenta contra la seguridad del transito vehicular.

ANALISIS DEL CAMINO EXISTENTE.-

La Dirección de Vialidad interesada en el estado actual de este camino, ordenó realizar un estudio ~~un estudio~~ a lo largo de esta vía para lo cuál se dividió el camino en Long-Norte y Long-Sur.

A partir de estos estudios, que indicaron un avanzado estado de deterioro de la Dirección de Vialidad seleccionó alrededor de 1.600 kmts., prioritarios, tomando en cuenta los volúmenes de tránsito y la importancia relativa en el desarrollo económico del País.

En su largo recorrido presenta variaciones de los volúmenes de tránsito.

En general a medida que se aleja de Santiago hacia el Norte el tránsito disminuye. Sólo en sectores cercanos a ciudades de relativa importancia se producen aumentos de al-

guna consideración.-

ANALISIS DE TRANSITO DEL PAIS POR REGIONES.-

REGION	TRANSITO PROMEDIO	KMT.	VEH. X KMT.
I	339.38	424	143.897
II	266.88	610,76	163.000
III	564.60	453,61	256.108
IV	889.71	391,70	348.499
V	1.650.20	127,12	209.773
METROPOLITANA	5.429.50	123,10	668.371
VI	3.467.17	103,29	358.124
VII	2.416.08	195.70	472.827
VIII	1.480.67	210.50	311.681
IX	1.235.00	209.00	258.115
X	744.38	544.88	405.077

(FUENTE: V Censo Nacional de Vialidad 1976).

Como se puede apreciar la mayor concentración vehicular corresponde a la Región Metropolitana.

Del mismo estudios efectuado se observó que la carga movilizada por el Long-Norte, es esencialmente Industrial y Minera con grandes distancias medias de transporte, lo que hace que las capacidades de carga sea más alta que en el resto del país.

Es entonces dentro del programa de rehabilitación Longitudinal Norte, que se estudió el tramo Santiago-La Serena, con una longitud de 548 kmts, separándose los sectores más averiados a los cuales se les dió prioridad de ejecución, uno de estos sectores, es la salida de Santiago entre Quilicura y Cues-

ta El Manzano, 26 kmts, de estudio.

QUILICURA, CUESTA-EL MANZANO.-

ANTECEDENTES DEL PROYECTO.

El camino en este sector se desarrolla casi exclusivamente sobre un tarraplén de altura variable entre 0,40 mt., y más de 1,70 mts., excepto en un sector de aproximadamente 3,0 kmt., en que el pavimento se apoya directamente sobre el suelo natural y otro al final en que el camino vá en corte a través de suelos calcáreos.

En el primer tramo el camino se funda en un suelo natural variable entre arcilla orgánica y arcilla de alta plasticidad, totalmente saturadas e incluso en algunos sectores con abundante agua libre.

Sobre este terraplén existe un relleno artificial compuesto de 2 capas muy parecidas de grava, arena, arcilla con una capacidad de soporte de 45% de C.B.R., sin embargo la baja densificación de éstos terraplenes hace concluir que en las condiciones actuales el CBR., es variable entre 15% y 20%. Directamente apoyado sobre este terraplén se encuentra el pavimento de hormigón de 0,18 mt, el cuál es insuficiente para los tránsitos que lo solicitan, agravándose la situación con las bermas que son muy estrechas y se encuentran en malas condiciones. el saneamiento es deficiente y falta una mantención adecuada.

COMPORTAMIENTO VEHICULAR DEL SECTOR.-

Se hicieron mediciones tanto de ida como de retorno a Santiago, analizándose en Invierno, Primavera y Verano observándose los siguientes parámetros:

CAMINO LONG. NORTE		Autos St. Wagons	Camionetas 750 Kgs.	Camiones 2 Ejes	Semi-Trailer y Trailer	Taxibuses	Buses	TOTALES
LLAY - LLAY	V	680	195	420	270	25	124	1654
a	I	253	153	320	184	3	78	991
RUNGUE	P	324	176	451	221	1	89	1262
SANTIAGO	V	692	200	425	271	26	128	1682
a	I	264	169	316	193	3	78	1023
RUNGUE	P	334	188	476	252	1	89	1340
LLAY - LLAY	V	1342	584	1243	282	40	453	3944
a	I	822	584	1833	370	19	307	3935
CRUCE QUILICURA	P	954	334	1437	427	69	220	3441
SANTIAGO	V	3268	916	1718	305	246	836	7289
a	I	2326	1142	1372	340	362	543	6085
CRUCE QUILICURA	P	3036	1290	1817	607	413	627	7870

Como se puede observar a medida que nos acercamos a Santiago hay un fuerte incremento del movimiento vehicular.

Para efectuar las obras en este Sector fué necesario definir con mayor exactitud este tramo y es así que para efectos de Construcción se denominó: CAMINO LONGITUDINAL NORTE SECTOR COLINA - PEAJE LAMPA (SECTOR A) Y CUESTA EL MANZANO - BIFURCACION POLPAICO (SECTOR B).

CARACTERISTICAS GENERALES:

Sector "A" Pavimentación 2a. Calzada:

DISEÑO: a) Base tratada con cemento.

Espesor: 0-15 mts.

Ancho : 8 mts.

Dosif. : 4% Cemento.

b) Pavimento de Hormigón.

Espesor: 0,22 mts.

Rgods. : 360 Kgs/M^2

Dosif. : 340 Kgs/M^3 de Cemento

Ancho : 7 Mts.

c) Bermas.

Mat. Granular bajo 1 1/2"

Calidad Soporte 80% CBR.

Tratamiento Superficial doble.

Con Asfalto RC-250

Anchos : Interno 2,50 mts.

Externa 3,00 mts.

Sector "B" Repavimentación, 1a. Calzada.

DISENO: a) Base tratada con cemento.

Esp. : 0,15 mts.

Ancho: 13,50 mts.

Dosif.: 4% cemento.

b) Pavimento Hormigón.

Esp. 0,22 mts.

Ancho: 7 mts.

Rgods.: 360 Kgs/cm2.

Dosif.: 340 Kgs/M^3 de cemento.

c) Bermas.

Mat. Granular bajo 1 1/2"

Soporte: 80% CBR.

Tratamiento Superficial doble

con Asfalto RC-250.

Anchos: Interno 2,50 mts.

Externo 3,00 mts.

Además de estos Sectores hay que construir un Puente ubicado en Kmt., 16.296, cuyas características se deta-

llan:

Largo : 13,50 mts.

Ancho : Calzada 11.60

Pasillo 1,20

Estructuración: a) Superestructura.
Vigas prefabricadas de hormigón armado con losa también de hormigón.

b) Infraestructura.
Estribos de hormigón armado con Fundación directa.

PROPUESTA PUBLICA.

La Dirección de Vialidad llamó a Incripción Especial de Contratistas para la ejecución de dichas obras, en el mes de Abril 1978.

Este Registro Especial de Contratistas, tiene como finalidad seleccionar a aquéllas Empresas que certifiquen Capacidad Operacional y Económica acorde con los programas previstos por la Dirección en el sentido de habilitar en un tiempo definido dicho tramo.

Una vez aceptado para postular a la Propuesta el Contratista retira los siguientes documentos:

Bases Administrativas Generales
Bases Administrativas Especiales
Especificaciones Técnicas Generales
Especificaciones Técnicas Especiales
Planos de Proyectos
Las designaciones del Presupuesto.

Para caucionar la presentación de la Propuesta cada proponente, Nacional o Extranjero debe presentar a nombre del Señor Director de Vialidad una garantía en Moneda Nacional por una suma equivalente al 2% de la propuesta, en Boleta emitida por Banco Chileno o Sucursal en Chile de Banco Extranjero, o en Póliza de Compañía de Seguros Chilena. El valor de la garantía en la presente propuesta es de $912.860,95.

La forma de presentar la Propuesta es la siguiente: Se presentan dos sobres, uno Caratulado "Documentos Anexos" y otro"Propuesta"con el nombre claro de la firma, el nombre de la propuesta y firmados por el contratista o su Representante Legal.

En el sobre"Documentos Anexos" se incluye:

a) - Garantía de seriedad de presentación de la Propuesta.

En quintuplicado los siguientes documentos:

b) - Nómina del personal Directivo y Técnico que dirigirá la obra indicando títulos, experiencia, etc.

c) - Lista de maquinarias y equipos que se emplearán en la ejecución de las obras indicando por cada una, su estado y características.

d) - Análisis de Precios Unitarios, usando el formulario especial proporcionado por la Dirección de Vialidad.

e) - Programa de Trabajo.-

f) - Programa Mensual de Inversiones.

g) - Croquis de ubicación de los pozos de Empréstito y materiales.

h) - Listado de todas las obras que esté ejecutando el contratista ante cualquier organismo, ya sea público o privado, indicando:

i).- Monto total del Contrato.

ii).- Monto de lo ejecutado hasta la fecha.

iii).- Fecha iniciación y término según contrato.

El sobre "Propuesta" incluye la oferta en duplicado, en formulario que entrega la Dirección de Vialidad, en los que están especificados las diferentes partidas, las unidades de medidas y las cantidades de obras y en los que el contratista coloca los precios unitarios que ofrece.

La suma de los productos de las cantidades de obras por los precios unitarios ofrecidos fija el valor de la propuesta.

APERTURA DE LA PROPUESTA Y ADJUDICACION DE LA MISMA.

Abierto los sobres respectivos de las firmas contratistas asistentes, se verificó que todas ellas cumplían con las Bases Adminsitrativas en lo referente a Documentos Anexos, presentando las ofertas que se señalan a continuación:

1.- Consorcio INCO Ltda. Ing. Vicente Ltda.	$ 54.079.116,20
2.- FIGALEM Ingeniería S.A. y BROTEC	$ 59.569.632,60
3.- Consorcio SQUELLA LARRAIN-VICUNA CARVAJAL.	$ 46.284.230,02
4.- Consorcio FE GRANDE LTDA. y TECHINT.	$ 59.436.662,42
5.- LOEWE Y MALDINI S.A.	$ 51.576.535,24
6.- CLARO VICUNA VALENZUELA	$ 46.066.202,67
7.- BEZANILLA Y SALINAS	$ 48.992.508,80
8.- INGAS S.A.	$ 59.871.169,00
9.- Consorcio EULOGIO GORDO - R. TORRES	$ 46.879.425,68

Debido a diferencias en los estudios de Precios, en el sentido que no especificaban claramente si los aridos eran chancado o ripio. La Empresa ConstructoraBEZANILLA Y SALINAS, se ganó la Propuesta a pesar de llegar en cuarto lugar.

ADJUDICACION.-

A través del resuelvo que lleva el N°475, el Señor Director de Vialidad solicitó el trámite de urgencia de cinco días a la Contraloría General de la República, contemplado en el Artículo 62, Inciso 3°de Ley 15.840 de 1964 para autorizar a la empresa la ejecución de los trabajos.

A partir de esta fecha (la del Resuelvo, 17 de Julio 1978) empieza a correr el plazo de 270 dias para la ejecución de dichas obras.

PRESUPUESTO COMPENSADO.-

No es otra cosa que la multiplicación de cada Item por un factor de compensación. Este factor de compensación se obtiene calculando la diferencia entre el presupuesto oficial y el presentado por la Empresa dividiéndolo por el Presupuesto Oficial. Entonces se tiene:

Presupuesto Oficial	$	45.643.047,60
Presupuesto de la Empresa	$	48.992.508,80
Diferencia	$	3.349.461,20

$$\text{F. Compensatorio} = \frac{3.349.461,20}{45.643.047,60} = 0.733838$$

PRESUPUESTO COMPENSADO

Sector : Colina - Peaje Lampa.

Kmt. : 11.997 - 19.090.

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	CANT.	PRECIO UN.	TOTAL
5.200.-	Preparación de faja.				
5.201.4	Demolición de pavimento de - hormigón exte.	m^3	109	610.11	66.501,99

ITEM	DESIGNACION	UNID.	CANT.	PRECIO UNI.	TOTAL
5.202.-	Roce, despeje de faja	ML	7.093	23,51	166.756,43
5.300.-	Mov. de Tierras.-				
5.301.1	Exc. de cortes o - material de mala calidad en TCN.	M^3	3.694	98,00	362.012,00
5.301.2	Exc. de Empréstito en TCN a terraplén con transporte a cualquier distancia incluso formación compactación y perfiladura.	M^3	3.554	134.17	476.840,18
5.302.1	Exc. en TCN para obras de arte. fosos y drenajes de tipo.	M^3	3.348	120.11	402.128,28
5.302.2	Exc. en TCN para obras de arte, fosos y drenajes con agotamiento.	M^3	204	861,93	175.833,72
5.304.-	Rellenos estructural y de respaldo	M^3	378	79,75	30.145,50
5.308.-	Preparación de - subrasante.	M^2	22.431	8,69	194.925,39
5.400.-	Bases y Sub-Bases.				
5.402.-	Bermas confeccionadas con mat. de				

ITEM	DESIGNACION	UNI.	CANT.	PRECIO UNI.	TOTAL
	sub-base granular T.máx. 11/2"	M^3	14.789	238,94	3.533.683,66
5.403.-	Base est. tratada con cemento (incl. cemento)	M^3	5.698	432,57	2.464.783,86
5.500.-	Pavimento.				
5.507._	Trat. superficial doble de bermas, incluido imprimación.	M^2	39.012	48,30	1.884.279,60
5.511.-	Pavimento de hormigón de 0,22 m. incluido cemento.	M^2	38.130	418,62	15.961.980,60
5.600.-	Estructura y Obras Conexas.				
5.601.1	Hormigón 300 Nch, incluido moldaje y confección de - alcantarillas.	M^3	157	2.871,30	450.794,10
5.601.2	Hormigón 250 Nch, incluido moldajes y confección alcantarillas.	M^3	659	2.496,69	1.645.318.71
5.604--	Acero para armaduras de obras de - arte y tapas de - cámaras.	Kg.	36.137	42,72	1.543.772.64

ITEM	DESIGNACION	UNID.	CANT.	PRECIO UNIT.	TOTAL
5.700.-	Drenaje y Protección de la Plataforma.-				
5.702.1	Tubos cc. Ø =0.60 m incluso alcantarillas laterales.	ML	252	966,05	243.444,60
5.702.2	Tubos cc. Ø =0.80 m incluido confección de alcantarillas.	ML	46	1.551,04	71.347,84
5.602.3	Tubos cc. Ø =1.00 m. incluso confección alcantarillas.	ML	14	1.869,83	26.177,62
5.710.-	Suministro y colocación de soleras.	ML	211	172,81	26.462,91

PRESUPUESTO COMPENSADO

Sector: CUESTA EL MANZANO-BIFURCACION POLPAICO

KMT. 35.500 al KMT.38.410

ITEM	DESIGNACION	UNID.	CANT.	PRECIO UNIT.	TOTAL
5.200.-	Preparación de faja.-				
5.202.-	Roce y Desp. faja.	ML	2.800	22,54	63.112,00
5.300.-	Mov. de Tierras.				
5.301.1	Exc. de Cortes o mat. de mala calidad.	M^3	14.589	108,41	1.581.593,49

ITEM	DESIGNACION	UNID.	CANT.	PRECIO UNI.	TOTAL
5.301.2	Exc. de empréstito en TCN a terraplén con trans. cualquier distancia.	M^3	27.895	112,71	3.144.045,45
5.302.1	Exc. en TCN para obras de Art.	M^3	9.001	86,94	782.546,94
5.400.-	Bases y Sub-bases.				
5.402.-	Bermas confeccionadas con mat. de sub base granular T.máx. 11/2".	M^3	3.433	262,76	902.055,08
5.403.-	Base estabilizada tratada con cemento (incl. el cem.)	M^3	5.766	437,94	2.525.162,04
5.500.-	Pavimento.-				
5.507.-	Trat. sup. doble en bermas (incl. imprimación y asfalto)	M^2	15.400	48,30	743.820,00
5.511.-	Pavimento de hormigón de 0,22 mt.	M^2	18.949	407.89	7.729.107,61
5.600.-	Estructura y Obras Conexas.-				
5.601.2	Hormigón 250 Nch. incl. moldaje y confección alc.	M^3	32	2.496,69	79.894,08
5.604.-	Acero para armaduras.	KGS.	245	42,72	10.466,40

ITEM	DESIGNACION	UNID.	CANT.	PRECIO UNI.	TOTAL
5.700.-	Drenaje y Protección de la Plataforma.				
5.702.2	Tubos cc Ø=0,80 mt. incl. moldaje y conf. alcantarilla.	ML	35	1.551,04	54.286,40

PUENTE ESTERO LO PINTO

ITEM	DESIGNACION	UNID.	CANT.	PRECIO UNI.	TOTAL
	I.- INFRAESTRUCTURA.				
1.-	Exc. en seco.	M^3	103	141,69	14.594,07
2.-	Exc. con agotamiento	M^3	339	904,86	306.747,54
3.-	Moldajes.	M^2	378	260,62	98.514,36
4.-	Hormigón "C"	M^3	165	1.127,07	284.966,55
5.-	Hormigón "D"	M^3	45	1.894,52	85.253,40
6.-	Acero A 63-42H	KGS	3.079	27,91	85.934,89
7.-	Dobladura y colocación.	KGS	3.079	7,73	23.800,67
8.-	Demolición alas - puente exste.	GL	1	3.756,84	3.756,84
	II.- SUPER-ESTRUCTURA.				
1.-	Placas de apoyo Neoprene	N°	14	955,31	13.374.-
2.-	Confección de Anclajes.	N°	16	568,89	9.102,24

ITEM	DESIGNACION	UNID.	CANT.	PRECIO UNIT.	TOTAL
3.-	Acero A 44-28H	KGS	110	25,87	2.845,70
4.-	Moldajes	M^2	345	260,62	89.913,90
5.-	Hormigón "E"	M^3	60	2.155,36	129.321,60
6.-	Acero A 63-42H	KGS	10.529	27,91	293.864,39
7.-	Dobladura y colocación	KGS	10.529	7,73	81.389,17
8.-	Acero A 37-24ES	KGS	680	52,49	35.693,20
9.-	Lanzamiento Vigas	N°	7	6.264,27	43.849,89
10.-	Barandas	M	20	1.815,09	36.301,80

RESUMEN DE CANTIDADES:

Puente Estero Lo Pinto.		1.635.467,71
Sector: Colina-Peaje Lampa		29.723.754,81
Sector : Cuesta El Manzano-Bif. Polpaico		17.633.281,15
T O T A L	$	48.992.503,67

INCIDENCIA FINANCIERA DE LOS DIFERENTES ITEMS.-

Con el objeto de visualizar la importancia de cada item dentro del presupuesto total del contrato, he calculado la incidencia de cada item tomando como base el valor total del contrato.

Valor total $ 48.992.503,67 = 100%.

Sector: Colina-Peaje Lampa

DESIGNACION	% INIC.	% TOTAL
Prep. de la faja	0,48	
Movimiento de tierras.	3,35	

DESIGNACION	% INIC.	% TOTAL
Base y Sub-Base	12,24	
Pavimento	36,43	
Estructura y Obras conexas	7,43	
Drenaje y protección plataforma.	0,77	
Sector "A".		60,7 %.

SECTOR: CUESTA EL MANZANO-BIF.POLPAICO

Preparación de la faja	0,13. (%)	
Movimiento de tierras.	11,25 (%)	
Bases y Sub-bases	6,99 (%)	
Pavimento	17,30 (%)	
Estructura y Obras Conexas	0,18 (%)	
Drenaje y protección de la plataforma.	0,11 (%)	
		35,96%

PUENTE ESTERO LO PINTO

Infraestructura	1,85 (%)	
Superestructura.	1,49 (/)	3,34%
T O T A L		100%

Se puede decir entonces que el Sector Colina-Peaje Lampa es el que tiene la más alta ponderación por lo tanto, una mayor inversión y es este Sector al que la Empresa inicialmente dará mayor preponderancia y secundariamente se desprende que dentro de este sector el item más fuerte es el correspondiente a pavimento con un 36,43%.

C A P I T U L O II

ANTECEDENTES GENERALES EN LA CONSTRUCCION VIAL.-

Debido a que la construcción de una Obra Vial requiere de un conocimiento amplio y bien fundamentado de los diferentes elementos, tanto técnicos como estructurales, en las que se basa para su diseño y su posterior realización, he hecho un pequeño compendio, que a mi juicio es importantisimo, de las variables que lo conforman. Es así que dedico con especial atención este capítulo a la Mecánica de Suelos en la Construcción Vial, desde el principio elemental que es el suelo, hasta los análisis y ensayos que se efectúan en terreno y a analizar un camino desde el punto de vista estructural definiendo cada elemento del cuál está compuesto tal como: Bases, Sub-bases, Bermas, etc.

He querido realizar este capítulo prácticamente como una introducción al capítulo siguiente en que me aboco a analizar la construcción de un camino específico. siendo ese capítulo entonces como una aplicación práctica de los temas que abordo en éste.

MECANICA DE SUELOS EN LA CONSTRUCCION VIAL.

2.1.1.- Formación de los Suelos.-

El proceso de transformación de la materia de origen o roca madre en suelo, es lo que se conoce como "formación del suelo". Esta transformación no alcanza un estado de equilibrio permanente, pues continuamente intervienen agentes o factores de formación que van transformando o cambiando las características físicas o químicas del suelo.

2.1.2.- Las Rocas y su Clasificación.-

El sub-suelo está compuesto por rocas, El Vocablo "roca", se aplica a una masa de material natural duro, semi-duro o blando, constituido por minerales, éstos corresponden a sustancias inórganicas naturales de composición química y estructura definida. Las rocas se clasifican en tres categorias: a) Sedimentarias, b) Igneas y c) Metamórficas. Las rocas ígneas o magmáticas son de origen interno, habiendose formado a partir del llamado"magma", es decir, el fluido caliente (roca fundida) que procede del interior de la tierra.

Las rocas metamórficas corresponden originalmente a éstas rocas ígneas o sedimentarias, que bajo la acción de agentes externos tales como: compresiones, aporte de magma, calentamiento, presiones, etc., han sufrido cambios fundamentales en su composición y estructura original. Las rocas sedimentarias corresponden a las rocas formadas en la superficie de la corteza terrestre, como resultado de la acción combinadas de dos agentes: la erosión y el transporte.

Los suelos se dividen en dos grandes categorías: a) Aquellos que estan constituidos, principalmente por materiales que han resultado de la meteorización de rocas pre-existentes y b) Los suelos de origen orgánicos.

Los primeros,admiten una sub-división: 1). Suelos Residuales y 2). Suelos Transportados.

2.1.3.- Suelos Residuales.-

Corresponden a los productos de las meteorizaciones de rocas que no habiendo sufrido dispersión por agentes de acarreo)agua, hielo, viento), se han depositado sobre la roca original. Este tipo de suelos se desarrollan muy bien sobre rocas sedimentarias, de modo especial en caliza, debido a la

facilidad con que se descomponen.

2.1.4.- Suelos Transportados.-

Los materiales solubles o insolubles provenientes de meteorización de las rocas originales, en algunos casos, son depositados en el mismo sitio y en otros son transportados y depositados en otro. Se acostumbra a sub-dividirlos en: Aluviales, Eólicos, Coluviales y Glaciales.

2.1.4.1.- Suelos Aluviales.-

Se forman por la acción de transporte de corriente de agua. El agua puede transportar material por solución, tracción y suspensión. Los materiales finos (limos y arcillas), son transportados en el agua por suspensión, en cambio, la grava y las arenas gruesas se movilizan en el agua por la tracción y saltación, mientras que los materiales extremadamente finos (coloides) lo hacen en solución. Cuando la velocidad de transporte disminuye, generalmente en la parte baja de los valles, la corriente pierde parte de su energía de transporte dejando una fracción de su "carga" (constituida por materiales gruesos: gravas y arenas), seguidos según, la corriente continúa disminuyendo por las arenas finas, limos, arcillas y partículas coloidales.

2.1.4.2.- Suelos Coluviales.-

Corresponde a los depósitos originados a partir de la acción de transporte por gravedad, se ubican preferentemente, en las laderas de zonas montañosas. Las partículas integrantes están formados por agregados angulosos.

2.1.4.3.- Suelos de Origen Eólico.-

Los suelos eólicos son los transportados por la acción del viento. Se sub-dividen en: Suelos de "loess" y suelos de "dunas".

2.1.4.4.- Suelos de Origen Glacial.-

Se emplea el vocablo "glacial" para definir un curso o acumulación de hielo en movimiento. El manto o cubierta de material pétreo (arcillas, arenas, bolones), que en la actualidad cubre extensas regiones del territorio, que tiempos pretéritos ocuparon glaciales, se llaman "acarreos glaciales". Una de las principales características de estos depósitos, lo constituye la heterogeneidad (en cuanto a forma, tamaño y naturaleza de las partículas), de los materiales integrante.

2.1.5.- Características de los Suelos.-

Las principales características de los suelos son las siguientes: Composición química, el tamaño de las partículas, la forma de las partículas, peso específico, contenido de humedad y estructura de la masa.

2.1.5.1.- Composición Química.-

Se dividen en: Silicatos
Carbonatos
Oxidos
Sulfatos

SILICATOS: Como el feldespato. mica, caolinita, talco.

CARBONATOS: Como la calcita, dolomita.

OXIDOS: Como la magnetita, cuarzo, hematita.

SULFATOS: Como el yeso.

2.1.5.2.- Tamaño de las Partículas.-

Según su tamaño los suelos se clasifican en:

Grava	mayor de 20 mm.
Gravilla	20 a 2 mm.
Arena gruesa	2 a 0,6 mm.
Arena media	0,6 a 0,05 mm.

Arena Fina	0,6 a 0,2 mm.
Limo	0,05 a 0,005 mm.
Arcillas	0,005 a 0,001 mm.
Mat. coloidales	menores que 0,001 mm.

2.1.5.3.- Forma de las Partículas.-

La forma de las partículas de un suelo está relacionada con la composición mineralógica del material. La forma de las partículas influye en la formación de vacíos o huecos en la masa de un suelo.

2.1.5.4.- Peso específico.-

Depende de la clase de minerales que lo componen, así como de su mayor o menor contenido de materia orgánica.

2.1.5.4.- Contenido de Humedad.-

El agua que presentan los suelos pueden ser de dos clases: drenable y no drenable. Entre la drenable se tiene el agua libre y la no drenable está el agua caplilar, el agua higroscópica y el agua pelicular. El agua libre o gravitacional es aquella que circula libremente y puede ser drenada fácilmente por métodos conocidos. El agua higroscópica es aquella retenida por el efecto de la tensión superficial.

2.1.5.5.- Estructura.-

La estructura de una masa de suelo es de mucha importancia en las arcillas pues ella puede ser destruida por la acción de fuerzas exteriores. La modificación de la estructura de una masa arcillosa altera el volumen de vacíos. Se ha observado que algunas arcillas presentan una estabilidad menor cuando se altera su estructura de ahí que una masa de arcilla inalterada sea más estable que una remoldeada. En cam-

bio en los limos y sobre todo en las arenas la alteración de la estructura de su masa tiene una influencia casi nula.

2.1.6. ANALISIS DE SUELOS.-

Hoy en día se ha producido un gran adelanto en esta materia en la construcción vial y es así como en toda obra de cierta importancia se contemple la instalación de un laboratorio de faena para ejercer así un rápido y efectivo control en el sitio mismo de la obra a través de los ensayes que deban efectuarse.

Analizaré los principales Ensayes requeridos en obras viales.

- Determinación del contenido de humedad.
- Determinación del peso específico.
- Análisis Granulométrico.
- Análisis California o C.B.R.
- Determinación de los límites de consistencia.
- Determinación de las densidades de terreno.

2.1.6.1.- Determinación del Contenido de Humedad.-

El contenido de humedad de un suelo es la suma de sus aguas libres, capilar e higroscópica.

$$\text{Cont. de humedad} = \frac{\text{Peso material humedo} - \text{Peso Mat. seco.}}{\text{peso mat. seco a estufa.}}$$

2.1.6.2.- Determinación del peso específico.-

Es la relación entre el peso de sus partículas y el peso del agua destilada a cuatro grados celsius, considerando el mismo volumen. Así, si el peso específico es de 2,70 significa que un cm3 de partículas de ese suelo pesa 2,7 veces más que un cm3 de agua destilada a cuatro grados celsius. (1 cm3 de agua destilada a 4°C pesa un gramo).

El peso específico de un suelo se determina por:

$$G = \frac{Ws}{Vs} = \frac{Ws \times Yt}{Ws - Wfrasco + Wfa.}$$

Yt. = Peso esp. del agua a t grados C.

Ws. = Peso suelo secado al horno.

Wfras. = Peso frasco calibrado con agua y suelo a t grados.

Wfa. = Peso frasco con agua a t grados de temperatura C.

2.1.6.3.- Análisis Granulómetrico.-

Consiste en la determinación de los procentajes en peso de piedras, grava, limo, arcilla y arena que hay en una cierta masa de suelos. Estos porcentajes se determinan mediante el empleo de tamices o mallas.

Generalmente los resultados obtenidos en análisis mecánico, se los representa en un papel semi-logarítmico por una curva llamada "Curva Granulométrica".

2.1.6.4.- Análisis California o C.B.R.-

Cuando se construye una obra vial se debe tener siempre presente que la falta adecuada de compactación es causa de muchas fallas en los pavimentos; de ahí que la estabilidad de la obra exija que los terraplenes y las diferentes capas de un pavimento (terreno de fundación, sub-base y base) se hallen debidamente compactados.

Al compactar un suelo se obtienen las siguientes ventajas: a). Se establece un contacto más firme entre las partículas, b). Las partículas de menor tamaño son forzadas a ocupar los vacíos formados por las de mayor dimensión, c). Cuando un suelo está compacto aumenta su valor de soporte y se hace más estable y d). La masa de suelo disminuye su volumen de vacíos y por lo tanto es más densa.

El C.B.R. es el análisis que nos permite determi-

nar los valores de densidad, humedad óptima y estabilidad o razón de soporte. Este análisis consta de dos etapas: Próctor y Penetración.

PROCTOR.-

Tiene por objeto determinar la densidad máxima y la humedad óptima que puede alcanzar un material al compactarlo, suponiendo que la resistencia de un suelo aumenta con la densidad. Este ensayo se realiza en laboratorio sometiendo una muestra de material representativo a un esfuerzo de compactación constante, por medio de la caida de un martillo pilón estandarizado. El factor decisivo para obtener densidades adecuadas (máximas) lo constituye la presencia de determinados porcentajes de agua. Este porcentaje de agua que es necesario calcular a través de este ensayo recibe el nombre de humedad óptima y puede definirse como el porcentaje de agua que debe tener un material para que al compactarlo alcance una densidad máxima.

Los valores típicos para diversos materiales de densidad máxima y humedad óptima corresponden:

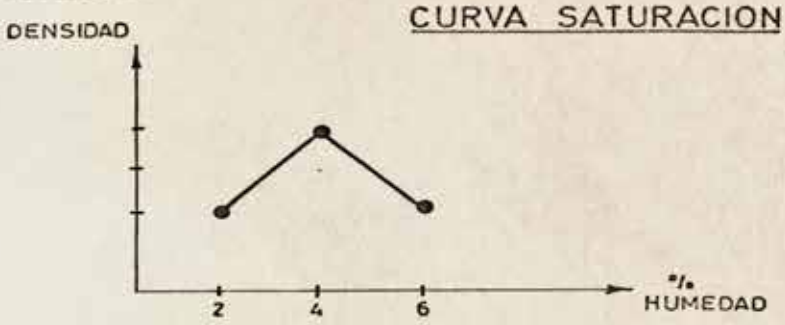
MATERIAL	DENS. MAXIMA (KGS/DM3)	HUMEDAD OPTIMA (%)
Arcillas	1,25 - 1,75	25 - 45
Arcillas limosas	4,75 - 1,85	15 - 25
Arcillas arenosas	1,85 - 2,05	10 - 15

PENETRACION.-

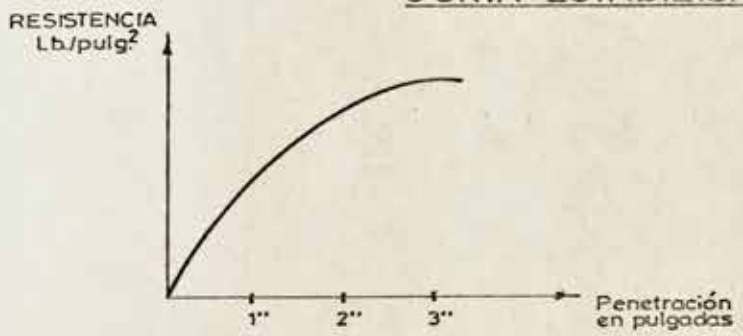
Si compactamos un suelo a diferentes grados de humedad y medimos la estabilidad o capacidad de soporte, mediante la penetración de un pistón metálico o velocidad constante, se openen a éste los esfuerzos cortantes que actúan en el material. Estos esfuerzos llamados también de resistencia a la

a la penetración son llevados a un gráfico en donde son materializados.

CURVA SATURACION



CURVA ESTABILIDAD



El 100% de C.B.R., corresponde a un material constituido por una mezcla bien graduada de chancado de roca sana con un pequeño porcentaje de aglutinante (finos).

Los valores típicos de C.B.R., para los diferentes materiales corresponde a:

MATERIA	VALOR SOPORTE
Arcilla orgánica e inorgánicas.	8 a 14
Arcillas limosas	15 a 20
Limos	20 a 25
Mezcla de grava y arenas	40 a 48
Gravas	Mayores de 50.

El conocimiento del C.B.R. o capacidad de soporte de un material a ser empleado en una obra vial, es indispensable ya que nos permite contar con un valioso auxiliar para seleccionar materia.

les de buena calidad.

2.1.6.7.- Determinación de los Límites de consistencia o de Attenberg.-

Por consistencia se entiende el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquéllas fuerzas externas que tienden a deformarlo o a destruir su extructura.

El comportamiento de los suelos está en estrecha relación con su contenido de humedad. Así si agregamos agua a un suelo seco se observará que luego de un tiempo, el agua y el suelo se combinan y éste comienza a fluir como líquido, tras manifestar propiedades plásticas. En estas condiciones, el suelo ha pasado por varias etapas o estados físicos: sólido, semisólido, semi-plástico, plástico, líquido viscoso y finalmente líquido. El porcentaje de agua necesario para que el suelo pase de un estado a otro, es una propiedad exclusiva del material, esta propiedad da lugar a definiciones tales como: límite líquido, límite plástico y límite de contracción.

DEFINICIONES:

Limite Líquido = es el contenido de humedad que corresponde al límite entre los estados líquidos y plásticos de un suelo.

Límite plástico = es el contenido de huemedad que tiene el suelo en el momento de pasar del estado plástico al semi-sólido.

Límite de Contracción = es el contenido de humedad, con el cual cesa la contracción de su masa aún cuando continúa el proceso de evaporación del agua.

Indice de Plasticidad = es el valor numérico entre las diferencias del límite líquido y el límite plástico.

2.1.6.8.- Determinación de la Densidad "in situ"

La medida de la densidad del material en el terreno se efectúa extrayendo una muestra de la capa compactada y midiendo el volumen del hueco dejado por el material extraido. Este volumen se mide mediante el empleo de arena normalizada,

El método es el siguiente: 1°. Se práctica una perforación de aproximadamente diez centímetros de diámetro por la profundidad de la capa. El material extraido se pesa. 2°. Se cuenta con arena normalizada (densidad conocida) y se vacía lentamente dentro de la perforación mediante el uso de un embudo. Esta arena ha sido pesada previamente. 3°. Por diferencia de peso de la arena (entre la sobrante y el peso total de ella) se calcula la cantidad de arena contenida en el orificio. 4°. Se divide el peso del material extraido por el peso de la arena y se multiplica por la densidad de la arena, obteniéndose así la densidad de la capa en cuestión.

Esta operación obedece a la siguiente expresión:

1.- $D = \frac{W}{Vol.}$ 2.- $Vol. = \frac{P}{Da.}$

Si reemplazamos en 1 la expresión queda: $D = \frac{W}{\frac{P}{Da.}}$

Entonces: $D = \frac{W \times Da.}{P.}$

Donde: D = Densidad de la capa.

W = Peso material extraido de la capa.

Vol.= Volumen de la arena.

Da. = Densidad aparente de la arena.

P. = Peso de la arena en el interior del orificio.

2.2.- ESTRUCTURA DE UN CAMINO.-

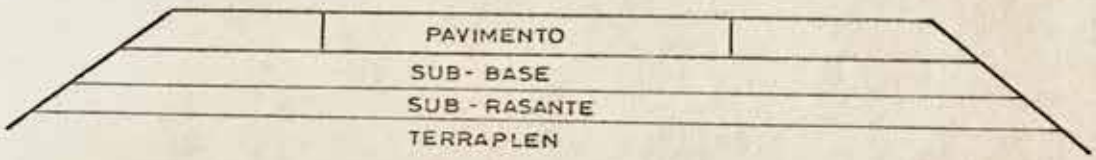
2.2.1.- Introducción.-

Generalmente cuando transitamos por una carretera, instintivamente nos damos cuenta de algunos elementos que ella lo conforman (Junturas, Bermas, etc.), y apreciamos su amplitud y comodidad o por el contrario su estrechez y deterioro de ella sin saber (y sin importarnos), a que se deben las condiciones antes mencionadas.

Pues bién analizaré entonces cada una de las partes en la que está constituido el camino Long-Norte y las funciones que cumple cada una de ellas ya que no sólo lo constituye la superficie en la que nos desplazamos sino que es un conjunto de elementos que tiene una función definida.

Es así que si practicamos un corte transversal a un camino tendremos que lo constituyen los siguientes elementos.

- Terraplén.
- Sub-rasante.
- Pavimentos
  - Sub-base
  - Pavimentos
    - Flexibles
    - Rigidos
  - Bermas



2.2.2.- TERRAPLEN.-

Es un elemento estructural que obedece a 3 consideraciones básicas.

1.- Mejorar la calidad de suelo de fundación.

2.- Salvar accidentes topográficos.

3.- Levantar la rasante para permitir la evacuación de aguas superficiales.

Para que cumpla con éstos objetivos principalmente con el punto N°1 debe estar constituido por un material homogeneo y buena condición de soporte.

Los terraplenes pueden fallar por poder de soporte insuficiente de los terrenos sobre los cuales está fundado o por compaatación insuficiente de los terraplenes mismos.

Para el primer caso se puede evitar disminuyendo la altura de los terraplenes, retirando el material de fundación poco adecuado o mejorando su poder de soporte mediante procedimientos especiales.

La compactación de los terraplenes debe ser ejecutada en forma tal que permita alcanzar su máxima capacidad de soporte y vida útil. Si la compactación es defectuosa el terraplén se asentará paulatinamente bajo la acción del agua y el efecto del tráfico produciendo irregularidades en la superficie de rodado y aún hundimientos o quebraduras y deslizamientos del mismo terraplén.

Durante la Construcción de los terraplenes deberá investigarse constantemente el grado de compactación para asegurar un adecuado poder de soporte de la infraestructura del camino.

2.2.3.- SUB-RASANTE.-

La sub-rasante es la fundación de la estructura superior del camino y está constituida por la parte superior del terraplén. Debe cumplir con las Secciones transversales y pendientes de los planos de proyecto.

El buen comportamiento de la sub-rasante es fundamental para el buen comportamiento del camino. Debe tener el poder soportante adecuado ya que el pavimento y la base transmiten las cargas a la sub-rasante.

2.2.4.- PAVIMENTOS.-

Un pavimento es un sistema estructural compuesto de: a) Pavimento propiamente tal, b) Sub-base y c) Bermas y que tiene varias funciones entre ellas, proporciona una superficie lisa, resiste a las cargas ejercidas por los vehículos y protege el suelo de la sub-rasante de la acción perjudicial de los agentes atmosfericos (lluvia, heladas), sin embargo la función más importante de un pavimento es la de distribuir las cargas concentradas en las ruedas con el fin de que las tensiones producidas no sobrepasen la capacidad de soporte de la sub-rasante.

Existen 2 tipos de Pavimentos: Flexibles y Rigidos.

2.2.4.1.- Pavimentos Flexibles.-

Cumple con las funciones de distribuir las cargas concentradas en la sub-rasante, en tal forma que las presiones reducidas que se transmitan, no excedan la capacidad de resistencia de dicho sub-rasante y está constituido por una parte de Material pétreo dosificados convenientemente con un material Bituminoso.

2.2.4.2.- Pavimentos Rígidos.-

Se define como una placa estructural apoyada en una sub-rasante semi elástica sujeta a cargas concentradas que se sostienen por acción de viga o de losa por el cuál las tensiones de compresión y tracción se desarrollán en dirección paralela a la superficie de la losa y está constituido por una mezcla de áridos, agua y cemento convenientemente dosificados, Esta mezcla se llama hormigón.

El hormigón para carreteras tiene una resistencia a la flexión de 550 a 750 p.s.i. a los 28 días y un módulo de

elasticidad que varía entre los 4.000.000 a los 6.000.000 p. s.i.,esto significa que un pavimento de hormigón tiene un alto grado de rigidez y una substancial resistencia a la flexión. Por estas 2 propiedades las cargas en un pavimento rígido se reparten sobre extensas superficies de la sub-rasante las deformaciones son pequeñas y las presiones son muy bajas.

La influencia de la rigidez del pavimento de hormigón y su resistencia a la flexión fué demostrado en E.E.U.U., por el BATES TEST ROAD.

Una carga por rueda de 7.000 libra, aplicada a un pavimento de hormigón de 20 centímetros de espesor produce una presión de solo 3p.si. Esta baja presión resulta de la distribución de la carga de la rueda sobre una área de más de 4.80 metros de diámetro en la sub-rasante. La presión de 3 p.s.i. indica que no se necesita mucha resistencia en la sub-rasante, pero con la carga distribuida sobre un área de 4.80 de diámero es esencial un soporte razonablemente uniforme.

2.2.4.3.- Sub-Base.-

Es necesario colocar una capa de sub-base entre el pavimento y la sub-rasante para mantener un soporte uniforme y así asegurar un servicio adecuado.

La sub-base cumple las siguientes funciones:

1.- Ayuda a prevenir una contracción o expansión excesiva de suelos de alto cambio de volumen.

2.- Para ayudar a controlar variaciones de temperatura.

3.- Para prevenir el "pumping" o bombeo en suelos de grano fino.

Bombeo o Pumping.-

Es la expulsión de una mezcla de suelo fino y agua a través de las junturas, grietas y bordes de los pavimentos

y es causado por la continua inclinación de los bordes de las losas por el peso de las ruedas.

Compactación de la Sub-Base.-

Los materiales granulares están sujetos a consolidaciones bajo la acción del tránsito pesado de camiones después que el pavimento sea puesto en servicio. Para prevenir un aumento peligroso de consolidación es primordial compactar las sub-bases a densidades muy altas. En Chile y en especial en el camino que estamos tratando la exigencia para sub-base es de 98% de la densidad máxima, de ahí la importancia de tener una noción de lo que es la Mecánica de suelos en la Construcción Vial, ya que nos permite contar con instrumentos de control.

2.2.4.4.- Sub-Bases tratadas con Cemento.-

Para prevenir efectivamente la consolidación bajo tránsito pesado de camiones como es el caso del Camino Longitudinal Norte especialmente el sector específico correspondiente a esta memoria, se diseñó una sub-base tratada con cemento.

Además de prevenir la consolidación de la sub-base bajo tráfico, las sub-bases tratadas con cemento proporcionan un soporte estable para el pavimento.

También tienen las siguientes ventajas:

- Resisten la acción del hielo.
- Controlan los suelos expansivos.
- Previenen el bombeo de la sub-rasante.

Evitan la infiltración de la sub-rasante.

- Disminuye la entrada de partículas granulares en las juntas de pavimentos.

2.2.4.5.- BERMAS.-

La construcción de bermas y su diseño, tiene una gran influencia en el comportamiento de las sub-bases ya que si se construyen de suelos expansivos y si éstos son compactados medianamente, se forman partiduras a lo largo del borde del pavimento, la cantidad de agua que penetra a éstas grietas va a dar directamente a la sub-base saturándola.

Como vemos la berma no es solamente un lugar adicional para estacionar un vehículo si no que además tiene importancia en el sentido de Impermeabilizar la superficie para evitar que penetre el agua a la sub-base.

En el diseño de Bermas para el caso que nos ocupa se consideró un tratamiento superficial doble.

Teniendo las siguientes ventajas:

1.- No se producen zanjas a lo largo de los bordes del pavimento, factor importante de seguridad del vehículo al salirse del pavimento y retornar a este.

2.- La lluvia y aguas que escurren a lo largo de los bordes del pavimento no aflojan los suelos de las bermas.

C A P I T U L O III

CONSTRUCCION DE LA OBRA.-

Para una mejor comprensión y una manera de racionalizar las diferentes operaciones que componen básicamente una faena, he agrupado estas operaciones en los siguientes grupos:

Preparación de la faja.

Movimiento de tierras.

Sub-bases y Bases.

Pavimentos y revestimientos.

Estructura y obras conexas.

Drenaje y protección de la plataforma.

Además cada operación está compuesta a su vez de una segunda división y es así que cada uno de los títulos presentados anteriormente están compuestos a su vez de las siguientes operaciones:

PREPARACION DE LA FAJA:

Roce y despeje de la faja.

Demolición del pavimento existente.

MOVIMIENTO DE TIERRAS:

Excavación de cortes o material de mala calidad en Terreno cualquier naturaleza (TCN).

Terraplenes.

Excavación para Obras de Arte.

Relleno estructural.

Preparación de la sub-rasante.

SUB-BASES Y BASES:

Bermas.

Base tratada con cemento.

PAVIMENTOS Y REVESTIMIENTOS:

Pavimento de hormigón.

Tratamiento superficial doble de bermas.

ESTRUCTURAS Y OBRAS CONEXAS:

Hormigón 300 Nch. para alcantarillas.

Hormigón 250 Nch. para alcantarillas.

Acero para armaduras.

DRENAJE Y PROTECCION DE LA PLATAFORMA:

Tubos c.c. Ø 0,60 mts.

Tubos c.c. Ø 0,80 mts.

Tubos c.c. Ø 1,00 mts.

Colocación de soleras.

3.1.- Preparación de la faja.

3.1.1.- Despeje de la faja.-

Esta actividad consiste fundamentalemnte en la limpieza de toda vegetación tales como: materiales, raices, pasto u otro material objetable en el área comprendida entre la linea de cercos. Esta es una de las actividades básicas y solo se emplea mano de obra y eventualmente algún elemento de transporte cuando la operación lo requiera.

3.1.2.- Demolición de Pavimento Existente.-

Correspondió a la demolición de un cruce existente en kilometro 16.130 llamado cruce Lo Pinto y consistió en la extracción total del pavimento en esta zona y su transporte a botadero.

Para estos efectos se ocup´o una cuadrilla compuesta de ocho obreros provistos de combos y puntos de acero los

cuales desprendían trozos de aproximadamente 1 m2 de pavimento para luego soltarlos con el empleo de chuzos, para extraerlos posteriormente con un cargador frontal y ser transportados en camiones a botadero.

3.2.- MOVIMIENTO DE TIERRAS.-

3.2.1. Excavación de cortes o material de mala calidad en terreno cualquier naturaleza.-

Esta partida se refirió principalmente a la excavación, carguío y transporte de material de escarpe que quedó amontonado al lado del cerco poniente.

Para su ejecución se contó con dos cargadores y dos camiones tolva de 10 m3 de capacidad a los que más tarde se aumentaron a 5 camiones. La distancia de transporte a botadero fué mínima ya que se iba depositando en los terrenos colindantes a la faja a pedido de los propietarios, ya que esta zona son todos terrenos bajos y se aprovechó este material para rellenarlos.

3.2.2.- Confección de terraplenes.-

En general consiste en terminar de ejecutar relleno de terraplenes hasta cota de proyecto en espesores que fluctúan entre 0,03 m a 0,70 m.

Por tratarse de terraplenes de pequeños espesores se utilizó material de empréstito tamaño máximo 3". Como método de operación, antes de agregar estos materiales se debió escarificar la superficie hasta o,30 m., de profundidad, acordonando este material para luego incorporar el empréstito de acuerdo a los volúmenes necesarios para completar el terraplén a cota de proyecto perfilando la plataforma, permitiendo una tolerancia de + 0,01 y -0,02m., entre la cota final y la de proyecto.

Para ejecutar éstos terraplenes hay que tomar encuenta las siguientes consideraciones:

Distancia de Transporte.

Topografía.

Transporte y vaciado.

Extensión y perfiladura.

Humedad y compactación.

Recepción.

3.2.2.1.- Distancia de Transporte.-

Para confeccionar los terraplenes del Sector "A", se extrajo material de una ladera de cerro ubicado en el kilómetro 18.350 llamado pozo "Liray" y la distancia más lejana correspondió al comienzo o inicio de la obra ubicada en el kmt. 11.997. Adjunto se detalla los sectores que les correspondió relleno y su correspondiente distancia de transporte.

KILOMETRAJE	LONG.	PROM.	KMT. POZO	DISTANCIA MEDIA
11.997-12.320	323 mts.	161.5 mts.	18.350	6.191,5.
12.500-12.825	325 mts.	162,5 mts	18.350	5.687,5
14.638-14.750	112 mts.	56,0 mts.	18.350	3.656,0
15.240-15.460	220 mts.	110,0 mts.	18.350	3.000,0
16.179-16.566	387 mts.	193,5 mts.	18.350	1.977,5.
16.860-17.740	880 mts.	440,0 mts.	18.350	1.050,0

Para determinar la distancia media efectiva de transporte se suman las distancias medias y se divide por el número de ellas que en este caso son seis.

Entonces se tiene: 21.562,5 : 6 = 3.593,75 mts.

Distancia media efectiva: 3.593,75 mts.

3.2.2.2.- Topografía.-

El contratista dispone en su organización de un equipo de topografía, el cual lo componen a saber: el topográfo, un nivelador y dos alarifes, además de contar con elementos tales como: Taquímetro, nivel, miras, jalones y huinchas. Es entonces este equipo el encargado de materializar los diferentes elementos que contienen los planos tales como ejes, cotas, anchos y pendientes tanto longitudinales como transversales. Para esto se guia con los planos transversales, longitudinales y el perfil tipo.

El procedimiento es el siguiente: 1°. Se individualizan lo que se llama en terreno, los E.A. (estacas de alineamiento), que son estacones de madera con un clavo los que indica con toda precisión donde paña el eje. Estos elementos constan de un kilometraje exacto y están perfectamente indicados en el plano horizontal o de planta.

2° Se instala el taquímetro en uno de estos E.A. y un alarife con un jalón en el otro E.A. El topográfo ubica el jalón en el anteojo y el alarife cambia el jalón por la punta de una lápiz indicando la cabeza del clavo de ese E.A., con este procedimiento se tiene con exactitud el eje del camino y se procede a estacar longitudinalmente el tramo, conforme las distancias que vaya indicando el plano longitudinal.

3° En cada estaca se miden los anchos de terraplén en forma perpendicular al eje, para este caso fué de 7,05 mts. para el lado izquierdo y 7,35 mts., para el lado derecho.

4° Ya clavadas todas las estacas se instala el nivel yendo un alarife provisto de una mira a un P.R. (punto de referencia), los cuales aparecen perfectamente individualizados en el plano longitudinal con su respectiva cota. Se de-

termina con este procedimiento la cota instrumental y se va parando el alarife con la mira en cada estaca imponiendo el nivelador lecturas determinadas para ir cumpliendo con las cotas especificadas.

3.2.2.3.- Transporte y Vaciado de Material.-

Una vez determinadas las alturas necesarias para llegar a cota de terraplén se calcula la cantidad de material necesario para los diferentes tramos (Se acompaña planilla de cubicaciones de los diferentes tramos).

Con las alturas y los anchos se determinan: 1° Cantidad necesaria para el sector y 2°. la distancia entre cada camionada. Esto último es importante ya que el material debe ser colocado en forma aproximada a lo real, ya que si queda en exceso en un sector, se gastará tiempo y máquina en forma innecesaria en trasladar el excedente al lugar que quedó con déficit de material recordando que la motoniveladora es una máquina de costo operacional bastante elevado.

Analizando cada caso tenemos:

1° Cantidad necesaria: Esta cantidad la arrojan las cubicaciones de cada tramo y no es otra cosa que el producto del largo por el ancho y el espesor determinado topográficamente.

2° Distancia entre camionada: Es simplemente el promedio de altura entre dos estacas consecutivas, así por ejemplo tenemos en kilómetro 12.000 y 12.020 un promedio de alturas de 0.12 mt., el cuál multiplicado por el ancho que es 14,41 mt., nos dá 1,73 m3 por metro lineal. Cada camionada contiene 6 m3 entonces; 6,0: 1,73 nos dá 3,46 mts. , es decir la distancia entre cada camionada debe ser de 3,46 mts., naturalmente que este cálculo no es riguroso sino que sirve para tener cabal conciencia de la cantidad, para no tener el problema de

las máquinas como ya lo expresara anteriormente.

3.2.2.4.- Extensión y Perfiladura del Material.-

Esta fase consiste en extender el material ya acopiado mediante el uso de la motoniveladora. El operador de la máquina va revolviendo y extendiendo el material teniendo espacial cuidado de que éste apenas cubra las estacas ya colocadas y acotadas por el topógrafo.

3.2.2.5.- Humedad y Compactación.-

Una vez extendido el material se procede a agregarle agua para llegar a la humedad óptima (cap. 2) y más tarde de compactarlo con un rodillo vibrador, dandole tantas pasadas como sea necesario para alcanzar su densidad máxima.

3.2.2.6.- Recepción.-

Cuando se han efectuado todas las operaciones antes descritas el encargado de la obra solicita a la inspección fiscal la recepción de esta etapa para proseguir con la etapa siguiente que sería colocación de base estabilizadad. La inspección cuenta para estos efectos con personal de topografía y de laboratorio los cuales chequean los anchos y cotas como el grado de compactación respectivamente.

PLANILLA DE CUBICACIONES

Corresponde a Sectores en que el movimiento de tierras está completo, accesos a caminos vecinales y otros.

KMT.	DISTANCIA	SUPERFICIE	V.PARCIAL	V.ACUMULADO
		Sector Kmt. 12.000 - Kmt. 12.320.		
12.000	-	2,20	-	-
12.020	20	0,90	31	31

KMT.	DISTANCIA	SUPERFICIE	V.PARCIAL	V.ACUMULADO
12.040	20	1,20	21	52
12.100	60	1,70	87	139
12.120	20	0,60	23	162
12.140	20	0,90	15	177
12.160	20	1,70	26	203
12.180	20	2,90	46	249
12.200	20	4,30	72	321
12.220	20	4,30	86	407
12.250	30	2,70	105	512
12.270	20	1,60	43	555
12.300	30	1,20	42	597
12.320	20	0,70	19	616
		Sector Kmt. 16.170 - Kmt. 16.265		
16.170	-	0	-	-
16.175	5	1,00	3	3
16.180	5	2,60	9	12
16.185	5	4,90	19	31
16.195	10	8,00	65	96
16.205	10	9,80	89	185
16.215	10	10,60	102	287
16.225	10	10,10	104	391
16.235	10	9,10	96	487
16.245	10	7,70	84	571
16.255	10	5,00	64	635
16.265,80	10,80	1,87	27	662

KMT.	DISTANCIA	SUPERFICIE	V.PARCIAL	V.TOTAL
		Sector Kmt. 17.100 - 17.560.		
17.100	-			-
17.200	100	4,80	240	240
17.260	60	2,60	222	462
17.380	120	3,60	372	834
17.460	80	2,00	224	1.058
17.480	20	2,90	49	1.107
17.500	20	5,50	84	1.191
17.560	60	1,90	222	1.413

MOVIMIENTO DE TIERRAS SOBRE ALCANTARILLAS

KMT.	ANCHO	ALTURA	LARGO	V.PARCIAL	V.ACUMULADO.
12.425	3,00	0,30	15	14	14
12.510	3,00	0,90	15	41	55
12.830	2,00	0,25	15	8	63
14.736	3,00	1,40	14	59	122
14.745	5,00	0,40	16	32	154
16.045	3,00	0,55	16	26	180
16.975	3,00	0,65	15	29	209
16.983	5,00	1,60	17	136	345
24 accesos x 20				480	480
Camino Lo Pinto				38	518

Total Movimiento de Tierras = 3.554 m3.-

3.2.3.- Excavación para Obras de Arte.-

Corresponde a las excavaciones necesarias para la construcción de Obras de Arte.

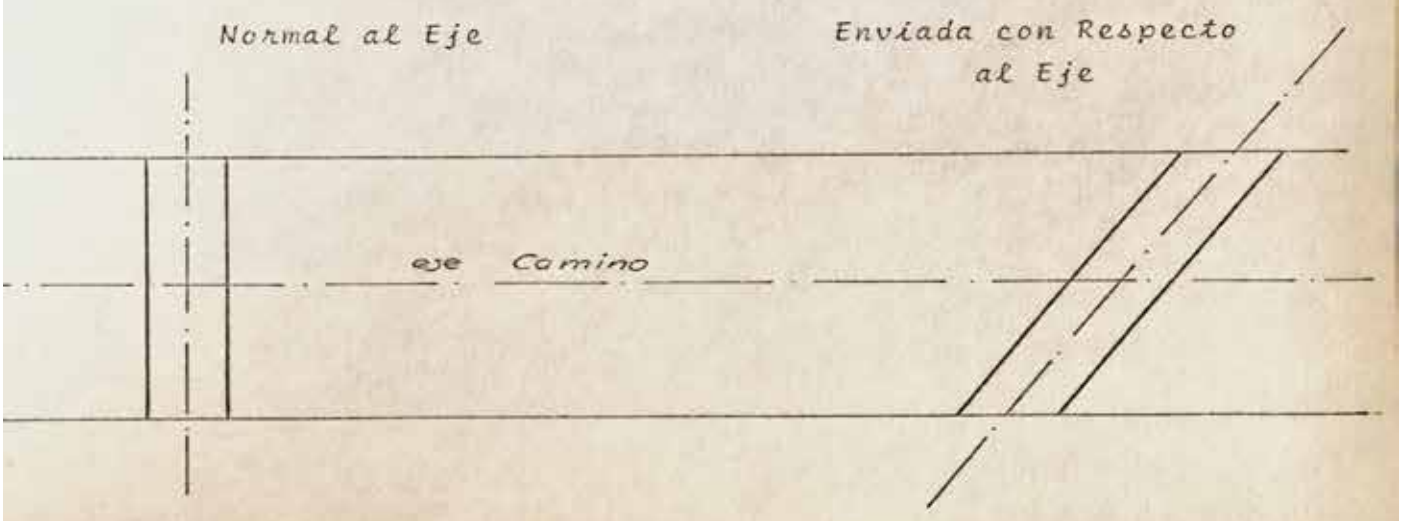
Para estos efectos se cuenta con un plano de Obras de Arte, los cuales especifica el kilómetro de la obra, cotas de excavación, longitud y pendientes, además si es normal al eje o si es esviada indicando los grados y dirección del esviaje.

Como primera medida se procede a ubicar el kilometraje donde corresponde ejecutar la obra, luego se determina el eje y la longitud, esta puede ser una tuberta revestida de hormigón, una losa, un sifón o un cajón. Con el eje determinado se dan los anchos y se traza;luego se clavan estacas de madera y se indica a la profundidad a que debe excavarse.

3.2.3.1.- Excavación.-

Para efectuar la excavación se cuenta en faena con una máquina llamada retroexcavadora la cual es un tractor al que se le ha acondicionado en la parte posterior un brazo articulado accionado hidráulicamente y que en su extremo cuenta con una cuchara con la que efectúa el trabajo de excavar y cargar los camiones a medida que va excavando, en forma simultánea. Esta máquina excava hasta llegar a cota especificada, la cuál se chequea mediante nivelación topográfica.

TRAZADOS.-



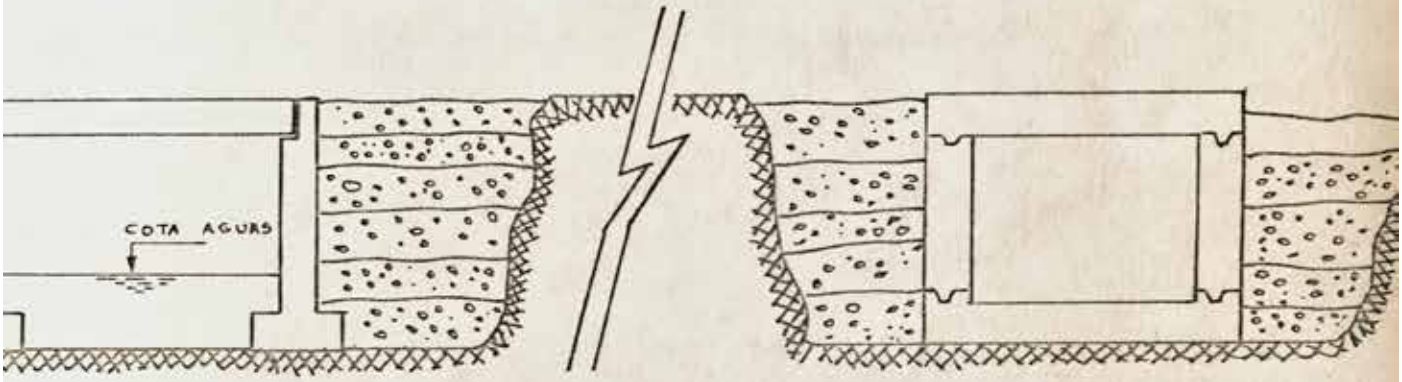
3.2.4.- Rellenos Estructurales.-

Esta operación corresponde justamente al relleno de una Obra de Arte ya ejecutada y consiste principalmente en compactar adecuadamente el material contra las paredes de las alcantarillas con el propósito de evitar asentamientos posteriores los cuales naturalmente afecta directamente al pavimento que pasa sobre ellas.

Para su correcta ejecución se cuenta en obra con una placa vibradora y material adecuado para relleno, de una buena calidad de soporte, (cap.2) y se va rellenando en capas no superiores a 0,20 mt. hasta llegar a la cota superior de la obra.

RELLENO ESTRUCTURAL DE UNA LOSA

RELLENO ESTRUCTURAL CAJON



3.2.4.- Preparación de Sub-rasante.-

Se refiere a la terminación final en sectores de bermas y bases ejecutadas por la empresa que estaba trabajando antes de su quiebra.

3.2.4.1.- Ejecución.-

Consiste en la eliminación de materias vegetales, reperfiladuras a subrasante o rasante de base cuando corresponda (ver planta esquemática) y compactar estos sectores

hasta obtener el 95% de la densidad máxima.

3.2.4.2.- Nivelación.-

Para estos efectos, el equipo de topografía mediante nivelaciones de los diferentes sectores determina las cotas mediante la colocación de estacas.

3.2.4.3.- Perfiladura.-

Una vez acotada las estacas se procede a pasar la motoniveladora emparejando y perfilando el terreno.

3.2.4.5.- Recepción.-

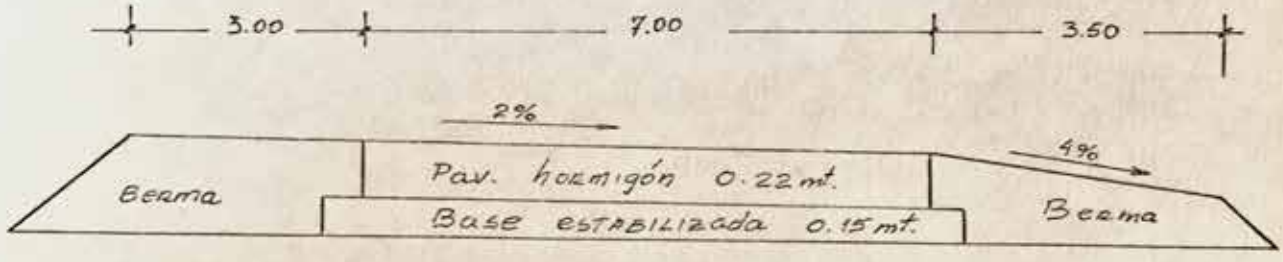
La inspección fiscal a través de topografía y laboratorio procede a chequear las alturas o cotas y las densidades respectivamente.

3.3.- SUB-BASE Y BASE.-

En general, tanto para base como para bermas, esta actividad consiste en la provisión, colocación, mezclado y compactación de los materiales y como condición general estos deben estar constituidos por suelos granulares limpios y libres de materia orgánica.

3.3.1.- BERMAS.-

Las bermas de acuerdo al perfil tipo del proyecto, tienen en su parte interior 3 metros y exterior 3,50 y su espesor de acuerdo al proyecto.



PERFIL TIPO

ESPECIFICACIONES.-

El material a emplearse debe reunir las siguientes condiciones tanto granulométricas, como de soporte.

	%
Pasa criba de 1 1/2'	100
Pasa criba de 1	70 - 100
Pasa criba de 3/4	60 - 90
Pasa criba de 3/8	45 - 75
Malla N°4	30 - 60
Malla N°10	20 - 50
Malla N°200	5 - 15
Indice de Plasticidad	Max. 6.
L.Liquido	Max. 25.
C.B.R.	Min. 80%

Para producir este material se instaló una planta seleccionadora de material. La cuál consta de 3 elementos básicos: a) Buzón, donde se descarga el material integral, b) Cinta transportadora la que lleva el material y c) Cribas cambiables de acuerdo al tamaño que se desea seleccionar. Esta cinta es alimentada por 2 camiones de 6 m3 de capacidad los que son alimentados por un cargador frontal.

CONTROL DE LA PLANTA.-

Una vez que se ha producido una cantidad más o menos representativa (alrededor de 50 m3), el laboratorio destacado en faena procede a tomar muestra del acopio, tratando de obtener lo más representativo posible. Este material es llevado al laboratorio donde se le hacen los ensayos pertinentes. Una vez obtenidos los resultados se comparan con las exigencias antes mencionadas y si es aceptable se le autoriza a la Empresa a empezar a transportar material a las canchas previamente recibidas por laboratorio.

El proceso de ejecución tanto de Bermas como para

bases es el siguiente:

Aprobación de material a usar.

Cargulo y transporte

Revoltura y acordonado.

Control de homogeneidad

Extensión y perfiladura

Riego y compactación

Recepción.

BASE ESTABILIZADA.-

Como se ha mencionado, esta actividad es prácticamente igual a la anterior solamente defiere que una vez transportada es acordonada en cancha y preparada para adicionarle cemento.

Cálculo de la Cantidad de Cemento.-

Para poder efectuar correctamente esta actividad y ajustarse a las exigencias de contrato, es preciso calcular la cantidad de sacos por ml., de base. Para Esto el Laboratorio Central de Vialidad entrega un estudio de dosificación y recomienda uno en particular a través de un certificado de ensayo (se acompaña fotocopia).

Para este caso el recomendado fué:

Cantidad de cemento	4%
Densidad kgs/dm.3	2,28
Humedad óptima	7%

Este 4% es referido al pétreo y no a la mezcla, por lo tanto el primer paso es referirlo a la mezcla. Entonces.

$$\frac{104}{100} = \frac{4}{X}$$

X= 3.85% referido a la mezcla.

Con la densidad de calcula la cantidad de cemento.

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE VIALIDAD
SECCION LABORATORIO

CERTIFICADO DE ENSAYE Nº 17.447

CAMINO : Carretera Longitudinal Norte
SECTOR : Lampa - Liray
REGION : Metropolitana
CONTRATISTA : Besalco Ltda.

Informo resultados de análisis de árido; común de cinco muestras de grava - arena del Río Colina, tomadas del cordón Kms. 11.997 al 12.320; materiales que se estudian como base tratada con cemento.

PROPIEDADES FISICAS E HIDRICAS DEL ARIDO.

GRANULOMETRIA (% que pasa, en peso)

			ESPECIFICACIONES (Sector A, Lampa - Liray)		
Tamiz de	2"			100	
" "	1 1/2"	100			
" "	1"	84	70	-	100
" "	3/4"	72	60	-	90
" "	3/8"	53	45	-	75
" Nº	4	42	30	-	60
" "	10	34	20	-	50
" "	40	15		---	
" "	200	5	5	-	15

Densidad Aparente Suelta 1.88 (Kg/dm3)

ENSAYE PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 -

Densidad húmeda	2.43 (Kg/dm3)
Densidad seca	2.30 (Kg/dm3)
Contenido de humedad óptima	7 (%)

ESTUDIO DE BASE TRATADA CON CEMENTO POLPAICO ESPECIAL.

Contenido de cemento	(%)		3.5			4.0			4.5	
Densidad húmeda	(Kg/dm3)	2.42	2.43	2.42	2.43	2.44	2.43	2.44	2.44	2.45
Contenido de humedad	(%)	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Densidad seca	(Kg/dm3)	2.26	2.27	2.26	2.27	2.28	2.27	2.28	2.28	2.29
Carga en Kg.		3.000	3.600	3.400	3.600	3.900	3.700	4.000	4.000	4.300
Resistencia	(Kg/cm2)	37.0	44.4	41.9	44.4	48.1	45.6	49.3	49.3	53.0
Resistencia prom.	(Kg/cm2)		41.1			46.0			50.5	

OBSERVACIONES : 1) El porcentaje recomendado por Laboratorio es de 4 %.

2) La resistencia mínima a exigir es de 90 % de la dada por Laboratorio, 41,4 Kgs/cm2.

3) El porcentaje de compactación deberá ser igual o superior al 98 % de la densidad dada por Laboratorio, 2,23 Kgs/dm3.

LA FLORIDA, 23 OCT. 1978

DISTRIBUCION :

- SR. INGENIERO JEFE DEPARTAMENTO CONSTRUCCION.
- INGENIERO VISITADOR SRTA. TERESA PAÑELLA.
- INSPECTOR FISCAL SR. ENCINA.
- LABORATORIO REGIONAL METROPOLITANO.
- FIRMA CONTRATISTA BESALCO LTDA.
- SALA DE SUELOS.

17/OCTUBRE/78.1Su

NSAYE Nº_____

amino:_____

_____

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

DIRECCION DE VIALIDAD — DEPTO. CONSTRUCCION

SECCION LABORATORIO

Control Base Sector "A"

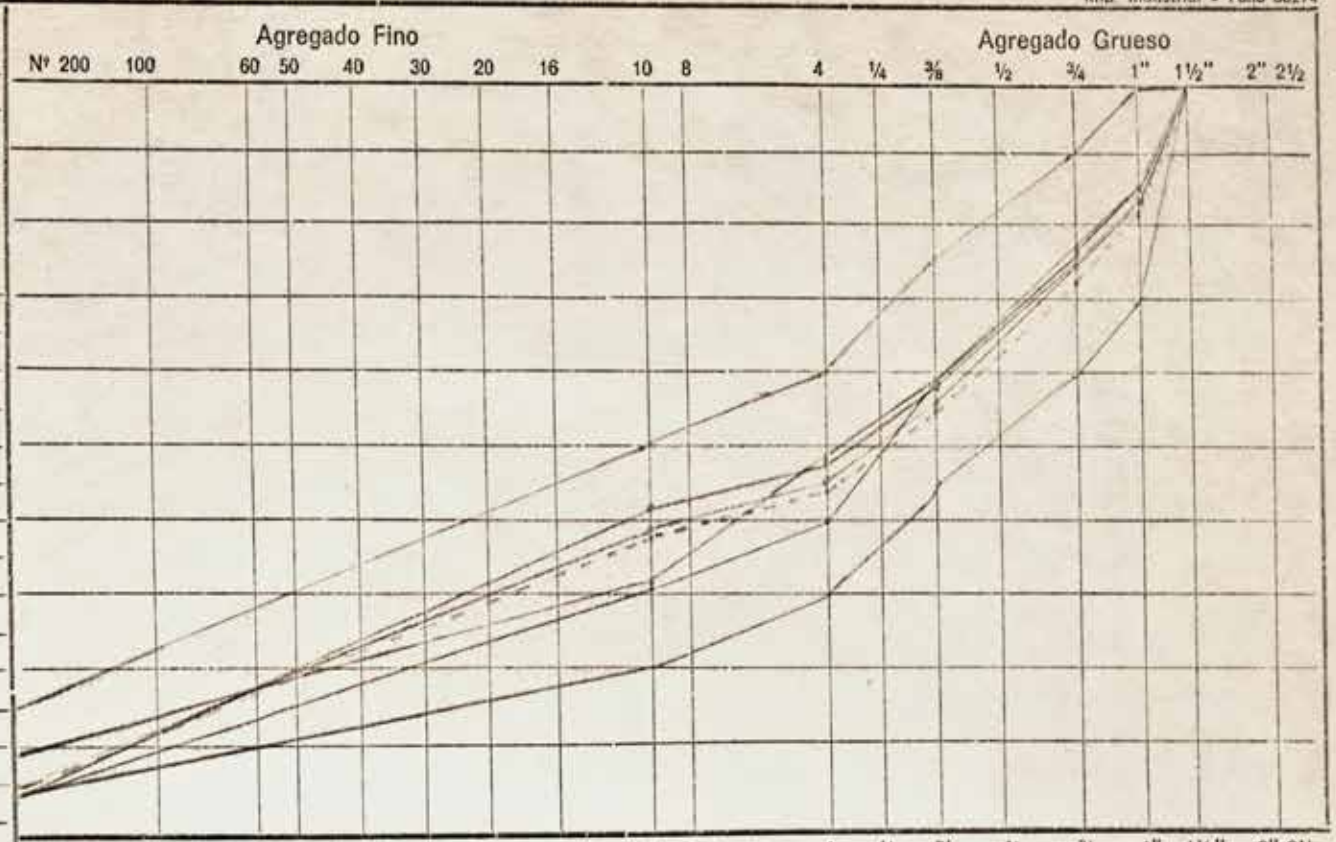
Cernido de Material

ANALISIS GRANULOMETRICO

Imp. Industrial - Fono 80274

	△	△	△	▲	☆
2½					
2					
1½	100	100	100	100	100
1	80	84	82	82	82
¾	72	77	74	76	73
½					
⅜	54	57	59	57	53
¼					
Nº 4	46	50	48	46	45
8					
10	32	31	42	33	38
16					
20					
30					
40					
50					
60					
100					
200	4	4	5	6	6
LL					
LP					
IP					
DA	1.66	1.62	1.64	1.60	1.56
PE					
Huecos %					

Kg. 16.320 Kg. 16.400 Kg. 16.400 Kg. 16.520 Kg. 16.660



Especificaciones		
2½	100	
1	70	100
½	60	90
⅜	45	75
4	30	60
10	20	50
40		
200	5	15

Nº 200 100 60 50 40 30 20 16 10 8 4 ¼ ⅜ ½ ¾ 1" 1½" 2" 2½

0.074 0.149 0.250 0.297 0.420 0.590 0.840 1.190 2.000 2.380 4.760 6.350 9.525 12.700 19.050 25.400 38.100 50.800 63.500

Dosificación:_____

Muestreado por:_____

Ensayador:

Dens. = 2,28 $\frac{kgs.}{dm\ 3}$ = 2.280 kgs/m3

2.280 x 0.0385 = 87.78 kgs./m3.

Esta cantidad la convertimos para metros lineales que es lo más práctico.

Ancho Base : 8 mts.

Espesor : 0,15

Entonces tenemos 1,2 m3/ml.-

$\frac{87.78}{1\ m3} = \frac{X}{1,2}$ 105 kgs.: 42.5 = 2,5 sacos.

Una vez extendida y compactada la base suelo cemento se procede a darle un riego bituminoso para impermeabilizarla y permitir que se produzca el proceso químico del cemento con el árido. En el fondo, una base suelo cemento, es como un hormigón pobre.

Entonces las etapas de construcción de ésta actividad quedan de la siguiente manera:

Producción y aprobación material pétreo.

Cargulo y Transporte.

Revoltura y Acordonado.

Control de Laboratorio de los Cordones.

Adición de cemento, mezclado y compactado.

Recepción.

Imprimación.

PAVIMENTO DE HORMIGON.-

Esta partida corresponde a la construcción del pavimento de la 2a., calzada en el sector "A" y "B" cuyo ancho es de 7 metros y su espesor es de 0,22 metros.

Por ser esta actividad una de las más importantes dentro del contrato se hace especial hincapié en los con

troles que se realizan con el fin de obtener un pavimento de buena calidad y por ende de mayor vida útil en servicio.

Para comprender lo expuesto más arriba es que recuerdo que las cantidades contratadas son las siguientes:

Sector "A"	38.130 m2	$ 15.961.980
Sector "B"	18.949 m2	$ 7.729.107
	57.079 m2	$ 23.691.087.

3.4.1.- PRODUCCION DE HORMIGON.-

Para éstos efectos se le exigió a la Empresa Constructora contar con una planta dosificadora en peso ya que con este sistema se evita errores de dosificación.

Esta Planta esencialmente consta de las siguientes partes.

Sistema de acarreo mecánico de los áridos hacia un Buzón donde son pesados.

Sistema de silos, donde es almacenado el cemento.

Bomba de agua para el amasado.

Tambor Betonera donde se efectúa la mezcla.

DOSIFICACION.-

Consiste en la división de los agregados en los tamaños especificados (grava, gravilla y arena), su almacenamiento por separado y la combinación de ellos con cemento y agua en proporciones controladas.

La dosificación se efectúa sólo después que la Inspección Fiscal haya aprobado los materiales a emplearse.

Especificaciones Granulométricas.-

Los áridos deben cumplir con las siguientes condiciones granulométricas.

GRANULOMETRIA.-

	GRAVA	GRAVILLA	ARENA
Pasa criba de: 2"	100%		
1 1/2"	90 - 100		
1	20 - 55	100	
3/4	0 - 15	90 - 100	
3/8	0 - 5	20 - 55	100
Pasa Malla N° 4		0 - 10	95 - 100
8		0 - 5	80 - 100
16			50 - 85
30			25 - 60
50			10 - 30
100			2 - 10

CONTROL DE LA PLANTA.-

El Laboratorio destacado en faena controla la calidad de los materiales tanto en sus condiciones granulométricas como su limpieza (exentos de arcilla), se acompaña fotocopia dosificación y control de áridos en planta.

Condiciones que debe tener el Hormigón.-

El hormigón que se dosifica debe tener como mínimo 340 kgs., de cemento por m3.

Debe tener la trabajabilidad mínima suficiente para ser colocado mecánicamente. Su asentamiento debe estar comprendido entre 1-3 centimetros (Cono Abrahms).

RESISTENCIA.-

El hormigón debe tener una resistencia de 300 kgs/m2 a los 90 días. Es labor de la Inspección controlar el contenido de cemento especificado en la dosificación.

Para comprobar la calidad del hormigón el Laborato-

NTO CERRO BLANCO DE POLPAICO S. A.
DEPARTAMENTO DE ASESORIA TECNICA
Riquelme 226 – Teléfono 80694
Santiago

DOSIFICACIONES RECOMENDADAS

Fecha (día mes año): 19 | 10 | 70

CONSTRUCTOR: BEZANILLA Y SALINAS

OBRA: Panamericana Norte - Batuco a Polpaico

Carta AT. 300/7

a) Dosificación para Pavimentos f'c (90 ds.) 360 kgf/cm²

Materiales, procedencias o tipos	Aridos secos kg/m³	Aridos en obra kg/m³	Aridos en obra lt/m³	Aridos en obra Por mesada*
Cemento Polpaico Espec.	350	350		
Grava planta J. Pérez	801	809	42 %	41 %
Gravilla planta J. Pérez	592	601	31 %	26 %
Arena planta J. Pérez	515	536	27 %	33 %
			100	
Agua	* 189	o 150		

b) Dosificación para Concreto Polpaico Especiale. f'c (28 ds.) _____ kgf/cm²

Cemento	/			
Grava				
Gravilla				
Arena				
Agua	*	o		

c) Dosificación para _____ f'c (28 ds.) _____ kgf/cm²

Cemento				
Grava				
Gravilla				
Arena				
Agua	*	o		

Estas dosificaciones están calculadas según el certificado de Análisis de Aridos Nº De nuestros registros

* Agua máxima para áridos totalmente secos.

o Agua para áridos con las siguientes condiciones de humedad:
Grava (SSS)_____%; gravilla (SSS)_____%; arena_____%.

Jefe de Departamento

O CERRO BLANCO DE POLPAICO S. A.
Departamento de Asesoría Técnica

ANALISIS DE ARIDOS

Solicitante BEZANILLA Y SALINAS	Certificado Nº
Obra Panamericana Norte	Fecha 26 Octubre 1978
Muestra(s) extraida(s)/remitida(s)	

Nº	Arido	Procedencia	Nº	Arido	Procedencia
I	Grava	Pozo Pérez	III		
II	Gravilla	Pozo Pérez	IV	Arena	Pozo Pérez

ABERTURA MALLAS		ANALISIS GRANULOMETRICO (% en peso que pasa)								Recmd. granulom. arena
		I BANDA		II BANDA		III		IV REDUC		
mm.	ASTM	Origin.	50 a 20 mm	Origin.	20 a 5 mm	Origin.		Origin.	a 4,75mm	
7,5	3"									
6,3	2 1/2"									
5,0	2"	100	100							
37,5	1 1/2"	97	90-100							
25,0	1"	45	20-55	100	100					
19,0	3/4"	12	0-15	98	90-100					
12,5	1/2"	2	-	59	-			100		
9,5	3/8"		0-5	23	20-55			97		100
4,75	Nº 4			3	0-10			85	100	95 - 100
2,36	Nº 8				0-5			79	92	80 - 100
1,18	Nº 16							69	80	50 - 85
0,600	Nº 30							49	57	25 - 60
0,300	Nº 50							22	25	10 - 30
0,150	Nº 100							7	8	2 - 10
Mód. de finura									2,38	2,3 - 3,1
Densid. natural		1,47		1,46				1,46		kg/dm3
Dens. comp. seca		1,68		1,65				1,79		kg/dm3
Peso especif.		2,67		2,65				2,60		kg/dm3
Huecos		38		38				31		%
Humedad		1,2		1,5				4,0		%
Absorción		1,2		1,5				1,7		%
Finos		0,3 máx. 1 %		0,5 máx. 1 %		máx. %		2,0 máx. 3 %		%
Equival. Arena								84		80 - 100
Mat. Orgánica								Buena (ASTM)		Colorim.
Asp. Físico		Bueno		Bueno				Bueno		

PATRICIO DOUNEY A.
Jefe de Departamento

SECCION LABORATORIO

Desfloculen Arenas

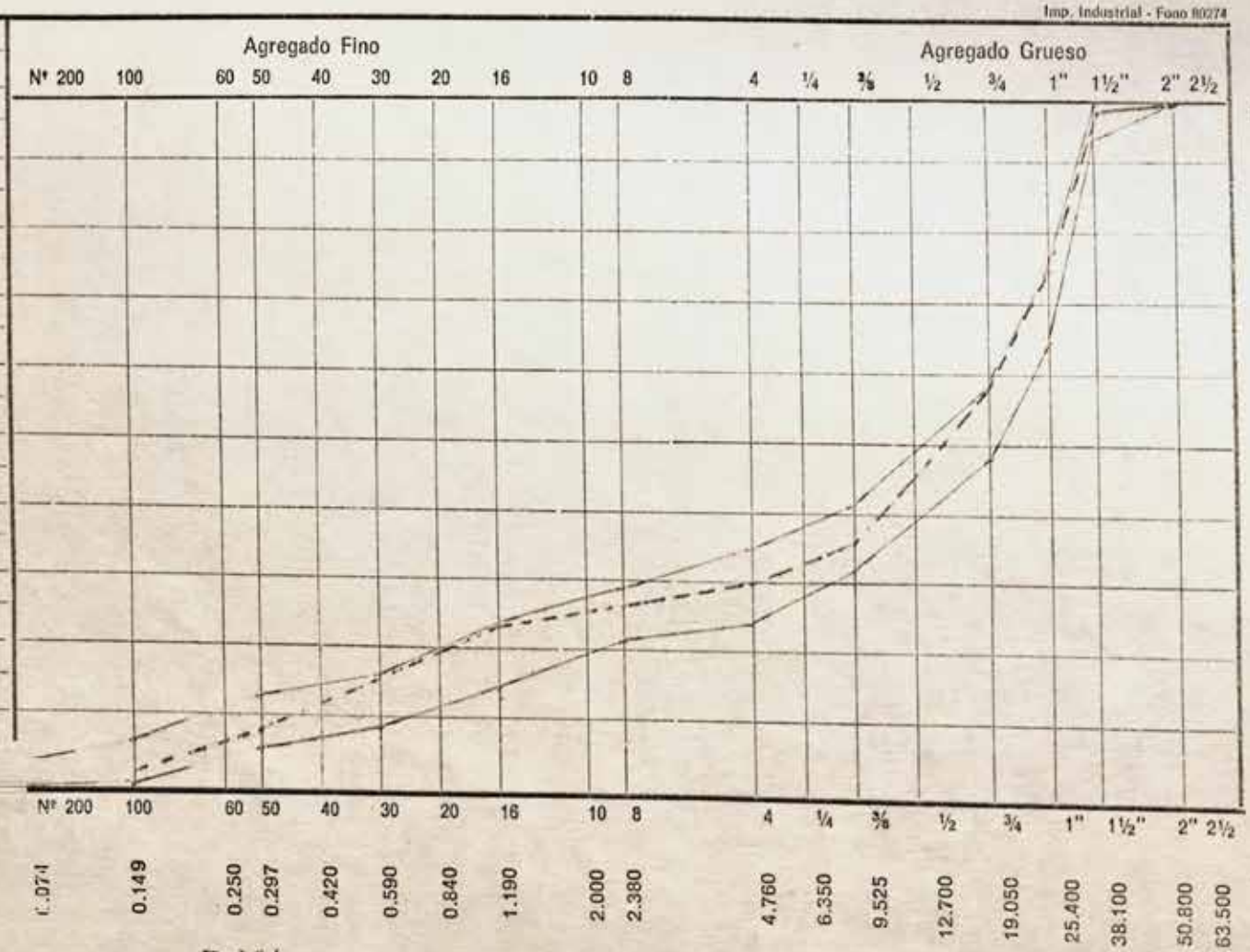
rnido de Material

ANALISIS GRANULOMETRICO

Imp. Industrial - Foco 80274

2½	
2	100
1½	99
1	76
¾	59
½	46
⅜	37
¼	
Nº 4	30
8	27
10	
16	23
20	
30	17
40	
50	8
60	
100	2
200	
LL	
LP	
::	
DA	
PE	

uecos %



Especificaciones		
2	100	100
1½	76	100
1	65	75
¾	41	51
½	31	41
⅜	25	35
4	21	29
16	15	23
30	7	17
50	3	12
100	0	6
200	0	2

Dosificación: 34% Arena
47% Grava
Observaciones: 19% Gravilla

Muestreado por:

Ensayador:

Fecha:

Vo. Bo.

amino:_____

DIRECCION DE VIALIDAD — DEPTO. CONSTRUCCION

SECCION LABORATORIO

CONTROL DE AGIDOS

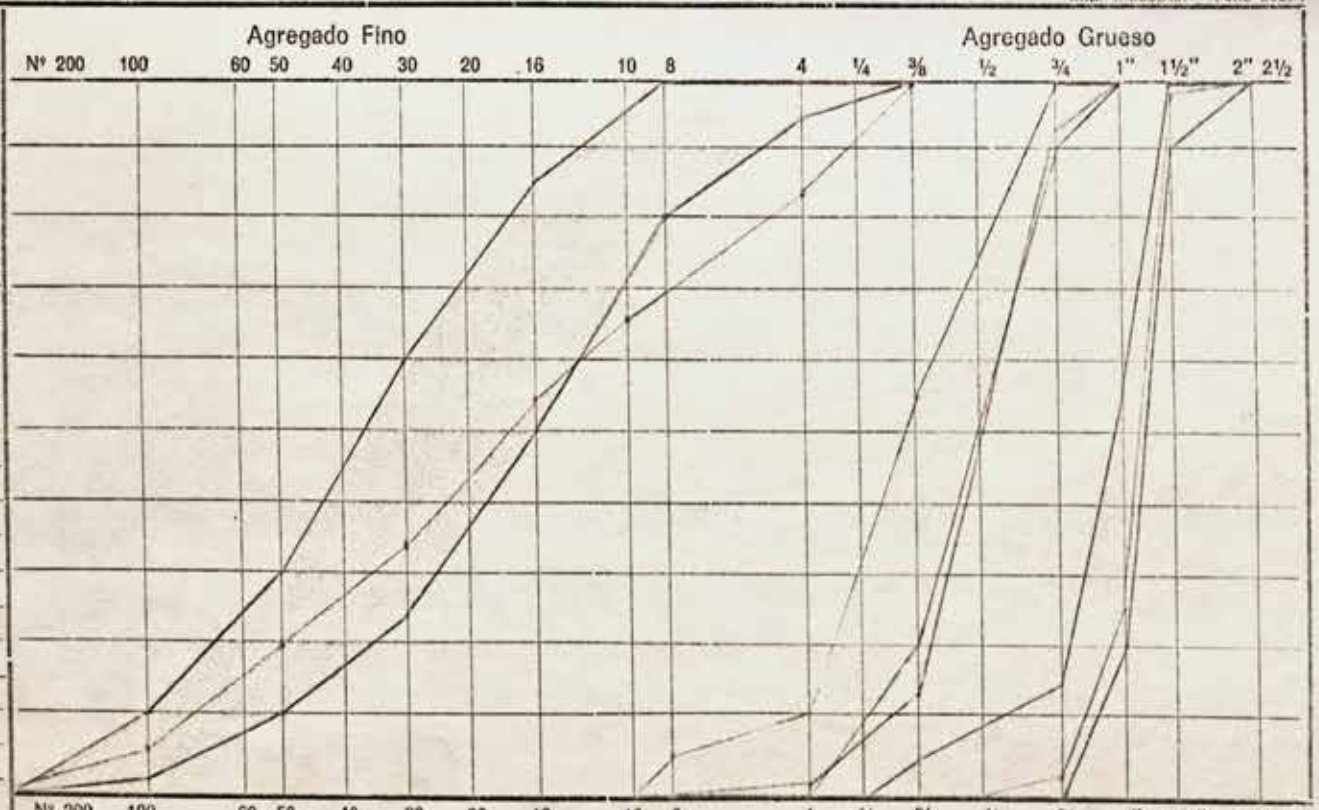
Cernido de Material

ANALISIS GRANULOMETRICO

Imp. Industrial - Fono 60274

2½			
2	100		
1½	93		
1	25	100	
¾	2	93	
½			
⅜		13	100
¼			
Nº 4		1	83
8			
10			66
16			54
20			
30			34
40			
50			20
60			
100			6
200			1
LL			
LP			
IP			
DA			
PE			
Huecos %			

Grava
Gravilla
Arena



Especificaciones

Nº 200	100	60	50	40	30	20	16	10	8	4	¼	⅜	½	¾	1"	1½"	2"	2½
0.074	0.149	0.250	0.297	0.420	0.590	0.840	1.190	2.000	2.380	4.760	6.350	9.525	12.700	19.050	25.400	38.100	50.800	63.500

Dosificación:_____

_____

Observaciones:_____

_____

Muestreado por:_____

Ensayador:_____

Fecha:_____

Vº Bº:

rio Fiscal efectúa ensaye de resistencia a la compresión en probetas cúbicas cuyos valores a los siete días no deben ser menores de 220 kgs/cm2.

3.4.2.- COLOCACION, DISTRIBUCION, TERMINACION.-

Equipo Pavimentador.-

Está constituido por un equipo vibrador y un equipo de alisado.

El equipo vibrador está apoyado sobre moldes metálicos y consiste en una plancha, la cuál se hace vibrar mediante un motor conectado a un eje excéntrico. Estas vibraciones son de alrededor de 3.500 r.p.m.

El equipo alisador está compuesto por una alisadora de rodillos marca Clary.

MOLDES.-

Los moldes sobre los que se desliza el tren pavimentador estan fabricados de planchas de acero de 0.22 mt., de alto por 0.22 de ancho y una longitud de 3 metros. Estos moldes deben ser rectos, sin deflecciones ni abolladuras y ser lo suficientemente rígidos para soportar el peso del tren pavimentador.

Los moldes tienen dispositivos de conexión entre ellos y tienen en su base 3 perforaciones para ser anclados, mediante clavos especiales, a la base estabilizada.

RECEPCION DE MOLDAJE.-

La inspección a través del topógrafo fiscal controla el cumplimiento de cotas, pendientes y alineaciones de los moldes, operación que se verifica, obviamente, antes de pavimentar.

CONTROL DE ESPESORES.-

Una vez recibidos el moldaje se procede a una revisión de la superficie de la base entre moldes haciendo las co-

rrecciones necesarias para que el pavimento quede de 0,22 a todo lo ancho y lo largo.

CURADO DEL HORMIGON.-

Para evitar la absorción de agua del hormigón por la base se coloca una lámina de polietileno.

Una vez terminado se coloca en su superficie para evitar la evaporación de agua. Las láminas de Polietileno de la superficie no son levantadas hasta pasados 21 días desde su ejecución.

PROTECCION DEL HORMIGON FRESCO.-

Para proteger el hormigón recién colocado de los agentes atmosféricos (viento, sol), se coloca sobre éste un techo de arpillera que evita las formaciones de corrientes de aire que puedan producir canales de secado.

Estas protecciones estan montadas en armaduras que descansan mediante ruedas en los moldes las cuales avanzan paulatinamente debiendo quedar cada área de hormigón fresco protegido por lo menos una hora.

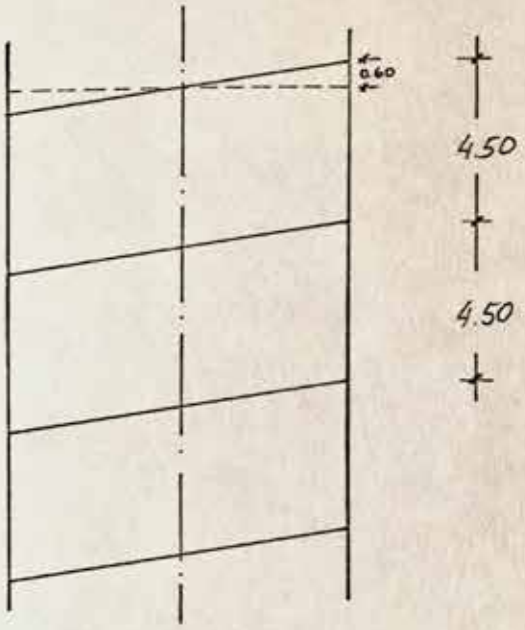
JUNTAS.-

Las juntas de pavimentos se designan como Juntas Transversales de Contracción, de expansión y de construcción y juntas longitudinales de construcción.

JUNTAS TRANSVERSALES DE CONSTRACCION.-

Este tipo de juntas se construyen a una distancia entre si de 4.5 metros y formando un angulo (esviaje), con el eje del camino en forma tal que para el ancho de 7 metros los extremos de la junta queden separadados cada uno 0,60 mts., de la penpendicular en la intersección central en el sentido del avance del tránsito.

PLANTA



Este diseño obedece a lo siguiente: como el pavimento está constituido por losas independientes de 4,5 mts., de longitud apoyadas en toda su extensión, un vehículo al entrar en cada losa lo solicita con una carga concentrada en un extremo tendiendo a levantar el otro extremo. La sucesión de pasadas hace que la base en los extremos produzca el fenómeno de punping (cap. 2), debilitándose ésta zona y posteriormente quebrandose por falta de apoyo. Al efectuar una junta esviada este problema se minimiza ya que la carga aplicada a un extremo es menor porque entra a solicitarla en forma diferenciada y se evita por otra parte que el extremo de la losa tienda a levantarse.

Estas juntas son formadas aserrando ranuras en el hormigón endurecido a todo el ancho a una profundidad de 5 a 6 centimetros y un ancho de 3mm. aproximadamente.

A fin de evitar la formación de grietas incontroladas de retracción de fragüe, la faena de aserrado se ejecuta tan pronto como lo permita el endurecimiento del hormigón.

JUNTAS TRANSVERSALES DE EXPANSION.-

En general este tipo de junturas se consulta en los

cruces de pavimentos cuando existan cambios de espesor y cuando el pavimento quede en contacto con Obras de Arte. Para estos efectos se utiliza madera blanda del ancho y largo requerido o material llamado espuma plástica. Estos materiales son colocados entre ambos pavimentos o estructuras minimizando su efecto de choque al tener diferentes dilataciones por se de diferentes masas.

Al expandirse el hormigón este material sirve de "Colchón" entre ambos hormigones.

JUNTAS TRANSVERSALES DE CONSTRUCCION.-

Estas se construyen cuando hay una interrupción de más de 30 minutos en las operaciones de hormigonado y pueden ser previstas y juntas no previstas.

Las juntas transversales previstas deben ser construidas cuando la hormigonadura se suspende al final de la jornada. En estas juntas se usan barras de acero con resalte A-44 - 28H.

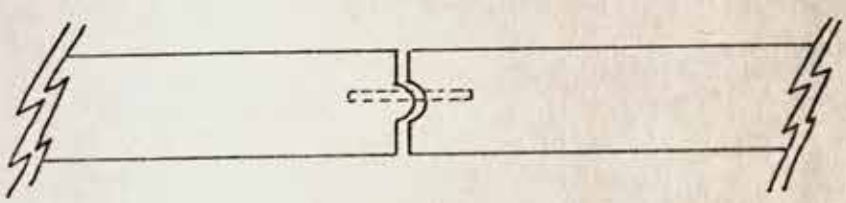
Las juntas tranversales de construcción imprevistas deben ser construidas cuando la hormigonadura se suspende inesperadamente por fuerza mayor.

JUNTAS LONGITUDINALES DE CONSTRUCCION.-

Son las juntas coincidentes en el eje que resultan de la construcción sucesiva de las distintas pistas. Al construir la primera pista se usan moldes con rodón para darle al borde del pavimento un perfil machihembrado para posibilitar la transmisión vertical de cargas de 1 paño a otro, estas juntas llevan barras de acero estriado para trabar los paños, transmitir dichas cargas y impedir que éstos se separen. Estas barras se colocan cada 0,75 cmts., y su largo total es de 0,50 mt.

COLOCACION DE LAS BARRAS.-

A fin de que su posición no sea alterada las barras son montadas previamente a la hormigonadura, pero dobladas en 90° contra el rodón del molde. Una vez que fragüe el hormigón y son retirados los moldes se enderezan las barras y se hormigona la segunda pista.



CORTE

INSTITUTO PROFESIONAL DE SANTIAGO
BIBLIOTECA

PUENTE ESTERO LO PINTO.-

Características de Diseño.-

Tiene una longitud de 13,50 mts., en un solo tramo y 11,60 de calzada y pasillo de 1,20 mts.

La superestructura está formada por vigas de hormigón armado prefabricadas con losa colaborante también de hormigón.

La infraestructura está formada por estribos de hormigón armado con fundaciones directas.

Los trabajos correspondientes que se efectuaron para su construcción, a la fecha, son los siguientes:

1.- Replanteo del eje.
2.- Excavación en seco.
3.- Excavación con agotamiento.
4.- Confección y colocación de moldajes para hormigón de fundaciones.
5.- Hormigón para fundaciones.

1.- REPLANTEO DEL EJE.-

Consiste fundamentalmente fijar la posición exacta

el puente y materializar sus respectivos ejes tanto longitudinal como transversal, además de trazar las características geométricas de la fundación como son sus anchos, largo y profundidad para efectuar posteriormente la excavación.

2.- EXCAVACION EN SECO.-

Una vez que se han determinado los ejes, se procede a efectuar la excavación. Esta excavación tiene un cierto límite, pues como se excava en el lecho del río se sabe con propiedad la cota hasta la cuál aparecerá agua.

La profundidad de la excavación en seco en este caso fué de 1,07 mts., entonces el cálculo del volúmen extraido es el siguiente:

3 mts. a x 1,07 mts. prof. x 15,90 largo = 51,04 m3

Esta cantidad debe multiplicarse por dos, ya que son estribos, entonces la cantidad final es: 51.04 x 2 = 102.0 m3.

3.- EXCAVACION CON AGOTAMIENTO.-

Consiste en la continuación de la excavación hasta llegar a la cota de fundación estipulada en los planos, comprende asimismo el desagüe, bombeo, drenaje y construcción de encofrados.

El cálculo para cuantificar el volumen es:

3 x 3,10 prof. x 15,40 largo = 143,2 m3.

Son dos estribos: 143,2 x 2 = 286,4 m3.

4.- MOLDAJES PARA HORMIGON DE FUNDACION.-

Consiste en la confección de moldaje con madera de buena calidad y se construyen de tal modo que puedan sacarse sin dañar el hormigón. La madera no debe presentar hendiduras fisuras, nudos sueltos, torceduras u otros defectos que puedan afectar la resistencia del hormigón.

El moldaje, por otra parte, tiene que ser lo suficientemente rígido y firme como para soportar sin deformaciones de ninguna especie, la vibración del hormigón y debe de construirse de tal forma que permita su inspección, antes de la colocación del hormigón para controlar las dimensiones, corregir cualquier torcedura, verificar la limpieza interior y verificar las cotas y alineamientos para obtener hormigones de la forma y dimensiones fijados en los planos.

5.- HORMIGON PARA FUNDACIONES.-

El hormigón a colocar, según especificaciones, es de clase "C", es decir, debe tener 180 kgs./cm2 de resistencia a la compresión a los 28 días y corresponde al laboratorio destacado en faena su control.

La colocación se efectúa de tal manera que se evita su segregación de las porciones finas o gruesas de la mezcla y se va distribuyendo en capas horizontales de 0,40 metros de espesor.

El hormigón colocado y extendido es consolidado mediante el uso de dos vibradores de inmersión.

C A P I T U L O IV

RENDIMIENTOS DE MAQUINARIAS Y COSTOS DE ALGUNOS ITEMS._

Para que la Construcción de una obra sea eficiente y de óptima calidad, aparte de contar con personal calificado y experto, se debe contar con un parque de Maquinarias y equipos para realizar en forma correcta, rápida y económica las diferentes operaciones que se requieran para la realización de una faena.

Es así que para el presente trabajo se consultó la provisión de las siguientes máquinas.

Se indica el tipo de maquinaria más importante necesario en faena:

1.- Bulldozer Cat. D-7 o D-8 240 HP.
2.- Pala Retroexcavadora tipo cat. 225
3.- Motoniveladora
4.- Cargador de neumáticos
5.- Seleccionadora PS-70
6.- Planta elaboradora de hormigón producción 15 m^3/hora.
7.- Camiones tolva cap. carga 6 m^3.
8.- Tren Pavimentador de hormigón.
9.- Distribuidor de asfalto capacidad 5.000 lts.
10.- Maquinaria menor:
    a) Rodillo de arrastre.
    b) Rodillo neumático.
    c) Placa Vibratoria.

Se adjunta fotocopia del listado de maquinarias y

su costo horario, además de listado de Jornales y Leyes Sociales y Precios de Materiales a usarse en Obra.

C O S T O S

COSTOS MAQUINAS.-

A pesar de que los valores de los precios de las maquinas están tomados de los antecedentes que presentó el Contratista conviene recordar que el cálculo de los costos horarios de las máquinas y equipos se calculan a partir de sus precios de fábrica, agregando los costos correspondientes a fletes, impuestos y para equipos importados, los respectivos gravámenes y derechos de Internación.

La estructura del costo horario de un equipo importado que implica el caso más general utilizado es el siguiente: Valor de la Inversión, Depreciación, Intereses y Seguros, Reparación y Repuestos, Combustibles y Lubricantes y el Operador.

INCIDENCIA LEYES SOCIALES.-

Asimismo como el anterior éste acápite está tomado en función de los antecedentes que presenta el Contratista, a pesar de todo conviene recordar que el cálculo de leyes está basado en los siguientes tópicos:

a) Incidencias en Salario Personal Obrero.

Se incluyen salario promedio día, días trabajados, feriados, desahucio. Tarifado de la Construcción: Asignación de movilización, desgastes de herramientas, implementos de trabajo, feriado sobre 1 año de trabajo, indemnización de feriado, días de lluvia, días no trabajados por causa de la Empresa, aguinaldo de Fiestas Patrias, aguinaldo de Navidad, asignación

BEZANILLA Y SALINAS CONSTRUCCIONES S. A.

COSTO HORARIO MAQUINARIAS

				$/Hora
Bulldozer	1	Caterpillar	D-7	1.170
Cargador 2, 3/4 yd3	1	International	H-65	700
Cargador 2 yd3	1	Crybsa	C-130	450
Cargador 1 1/2 yd3	1	Crybsa	C-130	400
Motoniveladora	1	Caterpillar	140-G	950
Motoniveladora	1	Austin	S-300	700
Planta Seleccionadora	1	Barber Greene	24 pulg.	450
Cintas Transportadoras	2	Barber Greene	24 pulg.	71
Camiones	6	Pegasso 2020	11 m3/c/u	650
Camiones	2	Diferentes	Tolva	350
Generador	1	Arbau	100 KVA	375
Planta Dosificadora	1	Arbau	30 m3/h	625
Cercha Vibradora	1	Klockner	--	35
Terminadora Longitudinal	1	Clary	--	90
Motobomba	2	CIC	3"	30
Vibradores Inmersión	3	Westinghouse	--	30
Cortadoras pavimento	2	Fattaer	200 HCA	40
Rodillo Vibrador	2	V. Werken	CH-45	250
Tracteres Agrícolas	2	Ford	5.000	200
Coloso con estanque	2	Coloso	6 ton	50
Regador Littleford	1	Littleford	4.000	750
Rodillo neumático	1	Hamm	GRW-15	385
Rodillo liso autop.	1	Diemaq.	CV-7	295
Camionetas	1	Renault	4-S	180
Camionetas	1	Chevrolet	C-30	250
Betoneras	1	Jemo	C-30	250
Chancadoras	1	Parker		1.300

Santiago, Julio de 1978
FV/ahl.-

BEZANILLA Y SALINAS,
CONSTRUCCIONES S.A.

BEZANILLA Y SALINAS CONSTRUCCIONES S. A.

PRECIOS DE MATERIALES A USARSE EN LA OBRA

Cemento	$ 70/sacos incl. flete
Asfalto RC-250	6/lt. incl. flete
Asfalto MC-30	6/lt incl. flete
Grava	288/m3 puesto obra
Gravilla	308/m3 puesto obra
Arena	339/m3 puesto obra
Polietileno	40/Kg puesto obra
Fierro	30/Kg puesto obra
Madera	40/pulg. puesto obra
Clavos	30/Kg puesto obra
Alambre	30/Kg puesto obra

Santiago, Julio de 1978
FV/ahl

BEZANILLA SALINAS,
CONSTRUCCIONES S.A.

LISTADO VALORIZADO DE JORNALES Y LEYES SOCIALES

1)	Capataz de Movimiento de tierras	$ 28,65/Hora
	140 % L.S.	40,10/Hora
		$ 68,75/Hora
2)	Capataz de pavimento y hormigón	$ 31,25/Hora
	140 % L.S.	43,75/Hora
		$ 75,00/Hora
3)	Ayudantes para Movimiento de tierras y pav.	$ 26,04/Hora
	140 % L.S.	36,46/Hora
		$ 62,50/Hora
4)	Jornales	$ 21,87/Hora
	140 % L.S.	30,63/Hora
		$ 52,50/Hora

Santiago, Julio de 1978
FV/ahl.-

BEZANILLA Y SALINAS,
CONSTRUCCIONES S.A.

de matrimonio, asignación de Nacimiento, asignación fallecimiento, asignación de escolaridad, paseo anual, diferencia de jornal por enfermedad, colación, indemnización por accidente de trabajo, capacitación y alfabetización.

b) Incidencia de Sueldos de Empleados.

Se incluyen los siguientes factores: Sueldo normal promedio, días trabajados, días efectivos trabajados, asignación por nacimiento y fallecimiento, asignación de escolaridad, paseo anual, colación, indemnización por accidentes, capacitación, gratificación, aguinaldo de Fiestas Patrias.

ESTUDIO DE GASTOS GENERALES.-

Para calcularlo se toman en cuenta los siguientes factores: Transporte, Equipos y herramientas, sueldo personal estable, campamento, consumo de obra, talleres, Laboratorio - de suelos, gastos de escrituras, contrato y liquidación, Poliza de Garantía del Contrato, Boleta Servicio Seguro Social, Poliza de incendio, gastos oficina central, interés del capital inicial, Impuestos a Estados de Pago.

En resumen para calcular el costo de cualquier Item o Actividad tenemos que tomar en cuenta:

a) Rendimiento de las máquinas.

b) Costo horario de las máquinas.

c) Costo mano de obra.

Que es el costo directo de una actividad y sobre ese valor aplicarle un cierto porcentaje, el cuál es variable para cada obra, en este caso la empresa estimó que con un 19% cubriría sus gastos generales.

ANALISIS DE RENDIMIENTOS DE MAQUINARIAS Y COSTOS POR M^3 DE MATERIAL

4.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS.-

4.1.1.- EXCAVACION DE CORTES O MATERIAL DE MALA CALIDAD.

CANTIDAD CONTRATADA: 3.694 m^3.

ESPONJAMIENTO: Para cada caso hay que considerar un cierto esponjamiento por el hecho de soltar el material, para este caso se consideró 25%.

$3.694 \times 1.25 = 4.618\ m^3$.-

MAQUINARIAS:

a) Cargador frontal. ($ 700/hora).

TIEMPOS: Cada 3 minutos carga un camión de 6 m^3, luego hay un intervalo de 1.5 min. en colocarse el otro camión y empezar a cargar.

CICLO= 4.5. min.

$$\frac{4.5.\ min.}{6.m3} = \frac{60\ min.}{x} \times 80\ m^3.$$

RENDIMIENTO CARGADOR: 80 m^3/hora.

COSTOS.- El valor hora del cragador es de $ 700 la hora.

$$\frac{1\ hora}{80\ m3} = \frac{X}{4.618} \qquad X = 58\ horas.$$

58 horas x $ 700 = $ 40.600.

b) CAMIONES.-

En general para calcular el costo de transporte en una faena se hace en base a un valor de m^3/kmt. en la que se considera la distancia de Transporte. Para este caso se toma el valor hora ya que la distancia de transporte era mínima.

Costo horario camión : $ 350.

Se usaron 4 camiones.

350 x 4= $ 1.400/hora x 58 hrs. $ 81.200

c) MOTONIVELADORA.

Se estima que deberá extraer un 20% en fosos

4.618 x 0,20 = 924 m^3

Rendimiento 60 m^3

$\frac{924}{60}$ = 15,30 horas x $950 $ 14.535.

MANO DE OBRA.-

Control de Camiones.

$ 26,04 hora

140% L.S. $\frac{36,46}{6250}$ hora.

62,50 x 58 $ 3.625.

CAPATAZ MOV. DE TIERRAS.

Tiempo Total 58 horas.

Valor hora capataz (incl. L.S.) = $ 68.75.

$ 68,75 x 58 $ 3.987,5.

FACTOR EFICIENCIA. (F.E.)

Hay que considerar en toda faena que ni los hombres ni las máquinas trabajan 100% del rendimiento ya que hay que considerar las pérdidas de tiempo ya sea por almuerzos, pannes, etc.

Para esta faena se estima un F.E. = 0.75.

MAQUINARIAS.-

Cargador	$	40.600.
Camiones	$	81.200.
Motoniveladora	$	14.535.

Total costo Maquinarias = $ 136.335.

MANO DE OBRA.

Capataz = 3.987,5

Control = 3.625,0

$ 7.612,5

COSTO DIRECTO.

Maquinaria $ 136.333.

M.O. 7.612,5.

143.947,5 :0.75 (F.E.)

COSTO DIRECTO = $ 191.930.

+ 19% G.G. y UT. = 36.466.7

T O T A L $ 228.396,7.

Costo M^3 de material removido = $ 49.46.

4.1.2.- EXCAVACION DE EMPRESTITO EN TCN A TERRAPLEN.-

Contratado.- 3.554 m^3.

Esponjamiento (25%) = 4.443 m^3

a) Maquinas.

Para soltar y remover material a emplearse en terraplén se usó un buldozer marca Caterpillar tipo D-7. Estas máquinas tienen un rendimiento aproximado de 100 m^3/hora en terreno duro, pero en la práctica el rendimiento fué mucho menor debido que apareció roca dura dando un rendimiento de 40 m^3/ hora

Para calcular los rendimientos de las máquinas para confeccionar terraplén, se tomó un tramo de 100 mts x 14.41 x 0.30 x 1.25 (esp)= 540 m^3.

REMOCION.

1. Buldozer REMOCION

Rendimiento 40 m^3/hora.

540 m^3 : 40 = 13,5 horas a $1.170=$15.795

2.- CARQUIO Y TRANSPORTE.

El Cargador se demora 3 minutos en cargar un camión de 6m^3. Se considerá una distancia - media de 4 kmt.

El camión cargado anda a una velocidad promedio de 30 kmt/hora, en 4 kmt. se demora 8 minutos y en colocarse y descargar 1.0 min.,de vuelta anda a 60 kmt./hora promedio, se demora 4 minutos. En colocarse para ser cargado 4 min.

Tiempo del Ciclo:

Carga	=	3 min.
Ida	=	8 min.
Descarga	=	1 min.
Regreso	=	4 min.
Ubicarse	=	1 min.
TOTAL		17 min.

Es decir en una hora hace 3.52 viajes, para tener ocupado al cargador se necesitan 4 camiones de capacidad 6 m^3 c/u.

3.52 x 6 x 4 = 84,48 m^3 por hora.

Son 5.40 m^3 : 84,48 m^3 = 6,47 horas.

Dado que los hombres y las máquinas no trabajan 60 minutos en cada hora debe aplicarse un coeficiente de eficiencia que por lo general es de 75% es decir un 25% de pérdida se tiene que: 6,47 x 1.25 = 8 horas.

2.1. CARGADOR.

8 horas a $ 700 $ 5.600

Camiones

4 Camiones a $ 350 x 8 $ 11.200

$ 16.800.-

EXTENSION PERFILADURA Y COMPACTACION.

Motoniveladora. ($ 950 hora moto)

1° Para revolver y homogenizar los acopios hace aproximadamente los siguientes tiempos (se tomaron en terreno).

a) Revolver = 5 horas

b) Ext. y perfilar = 3.5 horas

8.5 horas

Recordemos que estamos tomando como medida patrón 100 mts. lineales. = 540 m^3.- y estamos trabajando con un factor de eficiencia = 0.75.

$\frac{8.5}{0.75}$ = 11,33 horas

$\frac{540\ m^3}{11,33} = \frac{X}{1\ hr.}$ 47.66 m^3

Rendimiento Motoniveladora = 48 m^3

Costo = 11.33 x 950 = $ 10.763,5

2° Para compactar el material hay que considerar las siguientes máquinas:

Tractor Agricola.

Rodillo Vibrador

Camión Cisterna.

Tiempos rodillo y tractor.

Velocidad de pasada=2 kmt/hora = 33.33

Ancho del rodillo = 1.50 mts contraslapo entre cada pasada de 0,20 mt.

Ancho de la Capa: 14.41 Mts.

14.41 : 1.20 = 12 anchos de rodillo.

En una pasada el rodillo se demora

100 : 33,33 = 3 min.

3 mint. x 12 = 36 min. x 8 pasadas 288 min.:

0.75, 384 min.: 60 = 6,4 horas.

540: 6.4. horas = 84,38 m^3/ hora.

Valor hora del rodillo = $ 250

Valor hora del camión = $ 200

$ 450

6,4 horas x $ 450 = $ 2.880.-

TIEMPO CAMION REGADOR.

En primer lugar hay que calcular la cantidad de agua necesaria. Este valor se toma del Ensayo practicado en Laboratorio. Para el caso que nos ocupa, la densidad máxima del material fué de 2.02 kgs/ dm^3, y su humedad óptima fué de 7%, pero además se determinó la humedad natural del material que fué de 4%.

Datos.-

Densidad compactada del material = 2020 kgs/m^3

Humedad óptima 7%

Humedad Natural 4%

Hay que agregarle 3% de agua.

Cada m3 de material compctado pesa 2.020 kgs.

2.020 x 0.03 = 60.6 lts de agua por m^3.

Para 100 metos compactados son 100 x 14.41 x 0.3 = 432 m^3.

432 x 60 lts. = 25.920 lts.

El estanque del camión hace 10.000 lts. es decir hay que agregarle 2,5 camionadas de agua.

Hay que tomar en cuenta desde el momento que carga el agua.

Carga el agua	=	20 min.
Regar mat. 1a. vez	=	7 min.
Tiempo de espera por revoltura.	=	18 min.
Regar por 2a. vez	=	7 min.
Espera	=	18 min.
Riego por 3a. vez y va a cargar.	=	7 min.
T O T A L		77 min. x 2.5.

77 min. x 2.5 = 192.5 min. : 0.75 F.E. = 256,7 min.: 60 = 4,27 horas.

Rendimiento del Camión = 100 m3/ hora.

Costo = 4.27 x $ 350. $ 1.494,5.-

COSTOS DE MAQUINAS.

Remoción	$	15.795.
Carguío y Transporte	$	16.800.
Ext. Perf. y Compactación.	$	15.138
T O T A L	$	47.733

Costo M3 de Material:

47.733 : 540 = $ 88,39 m3

MANO DE OBRA.-

Se considera el siguiente personal:

1.- Topografía : 1 Topografo y 2 Alarifes

2.- Cargulo y Transporte: 1 Control de camión.

3.- Extensión, Perfiladura y Compactación:

a) Perfiladura: 2 ayudantes motoniveladora (estaqueros)

b) Compactación: Ayudante camión regador.

4.- Capataz movimiento de tierras.

CALCULO COSTO MANO DE OBRA.-

Topografía: Para estacar y nivelar 100 mts., el topografo con 2 alarifes se demora 2 horas y media.

a) El sueldo del topógrafo es de $ 12.500., mensuales se trabajan 48 horas a la semana, es decir 192 horas al mes: $ 12.500 : 192 = $ 65,1 hora.

65,1 x 2.5 hrs,= $ 162,75.

+ 80% L.S. 130,20

$ 292,95.

b) Alarifes:

$ 26.04 hrs.

+ 140% L.S. 36.46

$ 62.50/hr. x 2= $125x2.5. hrs.

=$ 312.5.

Total Costo Topografía = $ 605.45.-

2.- CARGUIO Y TRANSPORTE.-

1 Control de camiones 26.04 $/hr.

Valor hora 26.04.

140% L.S. 36.46

Valor Total 62,50

Recordemos que los camiones se demoran 8 hrs., en 540 m^3.-

$ 62.50 x 8 = $ 500.-

3.- EXT. PERFILADURA Y COMPACTACION.-

a) Valor hora total = $ 62,50.

Son 2 ayudantes = $125,00 hora.

En la fase Extender y Perfilar trabajan 2 jornales ayudando al operador de la motoniveladora mostrándole y destapando le las estacas.

En extender y perfilar se demora 3.5 horas/0.75 F.E. = 4.67 hrs. x 125.00

$ 583,75

Estaqueros $ 583,75

b) Ayudante camión regador.

Tiempo del camión regador = 4.27 hras.

4.27 x $ 62.50 ... $ 266.9

4.- CAPATAZ MOVIMIENTO DE TIERRAS.

Para calcular el costo del capataz hay que tomar en cuenta que él está presente durante todo el proceso. Entonces hay que calcular todos los tiempos.

a.- Remoción, Cargulo y Transporte. = 13,5 hrs.

b.- Ext. Perf. y Compactación.

Ext., Perfiladura y riego mat. = 11,33 hrs.

Compactación 6,4

17.73

17,73

31-23 hrs.

Entonces hay que considerar 31.23 hrs. de capataz del movimiento de tierras.

Valor hora	$ 28.65	
140% L.S.	$ 40.10	
	68.75	

$ 68.75 x 31 . 23 hrs. = $ 2.147.-

RESUMEN M.O.-

Topografía	$ 605,45
Carguío y transporte	$ 500,00
Ext. Perf. y Comp.	$ 850,65
Capataz	$2.147,00
	$ 4.103.10.-

4.103,10 : 540 = $ 7,60

Valor del m3 por concepto M.O. = $ 7,60.

Costo Directo.- (por m3)

Costo maquinas	$ 88,39	
Costo M.O.	$ 7,60	
	$ 95,99	
Costo Directo m3		$ 95,99
19% Gastos generales		$ 18,24
Costo Total		$ 114,23
Costo según contrato (m3)		$ 134,17

4.2.- BASE ESTABILIZADA TRATADA CON CEMENTO.-

Para analizar correctamente esta actividad es necesario descomponerlo en las siguientes operaciones

1° Producción en Planta de Material

2° Carguío y Transporte

3° Revoltura y acordonado

4° Adición de cemento, mezclado y compactación.

5° Imprimación.

Cantidad contratada = 5.698 m3

25% Esponjamiento = 1.425

Total a producir = 7.123 m3.

1° Producción en Planta de Material.

Se ocupan las siguientes máquinas:

a) Planta seleccionadora $ 450 hora.

b) 2 Camiones $ 700 hora

c) 1 Cargador $ 900 hora

RENDIMIENTOS.-

La planta seleccionadora se alimenta con 2 camiones de 6 m3c/u.

Para determinar rendimientos en esta fase se han tomado tiempos globales debido a que la cinta seleccionadora no puede transportar los 6 m3 de una vez y el camión de turno que está alimentandola tiene que ir descargando en forma gradual.

Entonces se tiene:

Tiempos:

Cargar	2.5.	min.
Colocarse	1.0	min.
Espera	3.5.	min.
Descarga	0.5	min.
TOTAL	7.5	minutos.

60: 7.5. = 8 camionadas x 6 m3 = 48 m3.

hay que considerar que estos 48 m3 tienen un 30% sobre tamaño (mayoe de 1 1/2").

48 m3 x 0.3 = 14 m3

Rendimiento = 34 m3 /hora.

COSTOS.

1 Cargador $ 900

2 Camiones	$ 700
Planta Selec.	450
T O T A L	$1.850

1.850 : 34= $ 54,4/m3.

OBRA DE MANO.-

2 Jornales.

1 Capataz.

Capataz incl. L.Soc. = $ 68,75.

2 Jornales incl. L.Soc.= 62,5 x 2=$ 125

1 Ciudador $ 68,75 + 50% extr. 103,13

$ 296,88 : 34 = $ 8.73.

Máquinas	54.4
O. Mano.	8,73
	$ 63.13

2° Cargulo y Transporte.-

Distancia Fija = 11,3 kmt.

Distancia variable = 3.0 kmt.

Distancia fija: Es la distancia que hay desde el lugar de extracción hasta el cruce del camino en Construcción.

Distancia variable: Desde el cruce a los diferentes puntos de descarga.

Valor del m3/kmt. = $ 5.-

Maquinaria ocupada = 1 Cargador y 5 camiones, hay 3 de 6 m3 y 2 de 10 m3 = promedio = 7.6 m3.

Cargador: 1 Min. colocación

3 Min. cargar

1 Min. enrasar

1 Min. repase de carga.

6 Min. cargulo.

Para obtener los rendimientos tomaré un tramo de 100 ml. de base.

100 x 8 x 0.15 x 0.25 = 150 m3.

Se demora 6 min. para cargar 6 m3 = 1 m3/min.

Son 150 min. en cargar los camiones para los 100 ml., 150: 60 = 2.5 horas.

2.5 x 700 = $ 1.750 cargador.

Camiones.- Rendimiento.

Ciclo:

Ida = 25 min.

Vuelta = 19 min.

Carguío = 6 min.

50 min. ciclo.

Cada 50 min. salen 7.4 m3

$$\frac{7.4 \text{ m3}}{50 \text{ min.}} = \frac{1 \text{ m3}}{X} = X = 6,75 \text{ min/m3.}$$

6,75 min. x 150 = 1012,50 : 60 = 16,9 hrs.

COSTOS.-

$ 5 m3/kmt. x 150 m3 x 14,3 kmt. = $ 10.725.

Valor del M3 = $ 71.5.-

3.- REVOLTURA Y ACORDONADO.-

Para obtener los rendimientos en esta fase de la actividad tenemos que tomar una medida patrón, es decir como anteriormente lo hicimos con el terraplén.

Para este caso tomaremos 100 mts., lineales.

Revoltura = 2,5 horas

Acordonar = 1/2 hora.

Cubicación.-

100 x 8 x 0.15 = 120 m3

120: 3 = 40 m3 : 0.75 (F.E.) = 53.3 m3/hora.

Rendimiento= 53.3 m3/hora.

3 horas motoniveladora x $ 950 = $ 2.850

$ 23,75 /m3.

OBRA DE MANO.-

Interviene nada más que el capataz para supervisar la obra.

$ 68.75 hora (Incl. L.S.)

68,75 x 3 = $ 206,25.

206.25 : 120 $ 1,72/m3

Maquinarias 23.75

O. de Mano $ 1.72/m3.

$ 25.47/m3.

4.- ADICION DE CEMENTO, MEZCLADO Y COMPACTADO.-

1° Hay que calcular la cantidad de cemento que hay que adicionarle. Según Certificado de Ensaye N°17.447 de Laboratorio de Vialidad, la cantidad de cemento es de 4% en peso que hay que agregar a la mezcla (Cap. 3).

DATOS: Porcentaje cemento 4%

Densidad 2.28 kgs/d m3.

Las cantidades finales son 2,5 sacos por metro lineal.

Entonces para 100 metros son 250 sacos.

250 x $ 70 la unidad = $ 17.500.

OBRA DE MANO.-

Se ocupan 5 hombres en cargar el coloso con 125 sacos cada vez y ocho hombres en romperlos y vaciarles al cordón de base. Operación que demora alrededor de 2,5 hrs. Entonces son 13 obreros en total.-

13 x 62.5 (Incl. L.S.) = $ 812.5.

Capataz Incl.L.S. = $ 68.75

$ 881.25

Adición Cemento: $ 17.500 + 881.25 = $ 18.381.

Valor m3 = 18.381 : 120 = $ 153,18.

4a.- Mezclado.-

Se ocupa una motoniveladora. Para 100 metros se demora 2.5 horas.

2.5. horas $ 950 = $ 2.375.

OBRA DE MANO.-

2 Estaqueros (Jornales) 62.50 la hora.

62.5 x 2.5 = $ 156.25 Total = $ 2.531,25

Valor m3 = $ 21.09.

Rend. 48 m3/hora.

4.6.- COMPACTACION.-

a) Camión Regador.

La humedad óptima es de 7% y el material tenía 3% de humedad, hubo que adicionarle 4% 2.280 x 0.04 = 91.2 lts., por m3, 91.2 x 120 = 10.944. La capacidad del camión es de 10.000 lts., entonces es prácticamente 1 vez que se le adiciona agua. Para regar se demora aproximadamente 1 hora ya que la motoniveladora va revolviendo a medida que se le agrega agua.

1 Hora camión regador = $ 350

Obra de Mano.-

1 Jornal a cargo de la bomba = $ 52,50 incl. L.S.

Total $ 402.5.

402.5 : 120 = $ 3.35 el m3.

b) Compactación.-

Ancho del rodillo 1.50 mt., traslado entre pasada 20 centimetros, ancho efect. 1.30 mt.

Se determinó mediante mediciones en terreno que

con 7 pasadas sobre un mismo punto era suficiente para obtener la densidad exigida.

ANALISIS.-

Ancho a compactar = 8 metros.

Largo: 100 metros.

Veloc. prom.: 2 kmt. hora.

8 mts.: 1,30 = 6,15 anchos de rodillo para 1 pasada sobre un mismo punto y son 7 = 43 vueltas de rodillo a un ancho de 8 mts.

2 Kmt./hora = 33,33 mts/min.

$\frac{1}{33,33} = \frac{X}{100}$ 3 Min. en 100 metros

3 x 43 = 129 min. = 2 horas.

Rendimiento = 60 m3/hora.

Costos =

Rodiloo $ 250 x 2 =	$ 500	
Tractor $ 200 = 2 =	$ 400	$ 900: 120 m3 =
	$ 900	$ 7.5./m3.

T O T A L 7.5

3.35

$ 10.85/m3.

IMPRIMACION.-

Se imprimió con asfalto RC- 250 a razón de 0.6 lts., por m2.-

100 metros long. x 8 ancho = 800 mts. cuadrados.

800 x 0.6 = 480 lts. de asfalto.

Precio del asfalto = $ 6 el litro x 480 = $ 2.880

Camión Regador.-

Se usó un camión regador Litle Ford para regar 800 m2 se demoró 20 min.

Valor hora = $ 750

20 min. $ 250

COSTO TOTAL = $ 3.130

Costo M3 = $ 26.-

Resumen para cálculo de Costo.-

Producción	$ 63,13
Carg. y Transp.	71.50
Rev. y Acord.	25.47
Adición cemento, mej. y compactado.	185.12
Imprimación	26.00
T O T A L	$ 371,22 por m3.

ANALISIS PAVIMENTO DE HORMIGON.

Esta actividad la he analizado descomponiendola en las siguientes operaciones.

1.- Producción hormigón.

2.- Transporte

3.- Colocación

4.- Curado

5.- Aserrado.

1.- PRODUCCION HORMIGON.

a) Materiales.-

Según dosificación se tiene:

350 kgs. cemento

189 lts. agua.

544 lts. grava

405 lts. gravilla

352 lts. arena

C O S T O.-

350 kgs. cemento : 42.5 x $70 = $ 576.47

189 litros de agua

544 litros grava x $ 288 — 156,67

405 litros gravilla x $ 308 — 124,74

352 litros arena x $ 339 — 119,33

T O T A L $ 977.21

Valor m3 = $ 977.21

b) Planta Dosificadora.

Costo horario = 625 hrs.

Rendimientos.-

Tiempos:	Pesar	20 seg.
	Adición cemento	10 seg.
	Elev. buzón a Betonera	10 seg.
	Agua	10 seg.
	Revoltura	60 seg.
	T O T A L	110 seg. = 2 min.

500 litros.

1 m3 cada 4 min. 15 m3/hora.

COSTO: 625 : 15 m3 = $ 41.7 m3.

OBRA DE MANO.

4 Jornales $ 52.50 (Incl. L.S.) = $ 210

50% Bono 43.74

T O T A L $253.74

253.74 : 15 = $ 16.92

Maquinaria	$ 41.7
M.O.	$ 16.92
T O T A L	$ 58.62

Total Costo Producción 1 m3.

Materiales =	$ 977,21
Planta Dosif. =	58.62
	$1.035,93

2.- TRANSPORTE.-

Cada camión es cargado solamente con 3 m3.

TIEMPOS:

Cargar	1 Min.
Ida	5 Min.
Vuelta	3 Min.
Colocarse	1 Min.
	10 Min.

Para cargar un camión con 3 m3 la planta se demora 12 minutos. Basta entonces con 2 camiones.

Costo 2 camiones = $ 700

700: 15 = $ 46.7 el m3.

3.- COLOCACION DEL HORMIGON.-

a) Extender la cachada.

Se ocupan 4 obreros en extender el hormigón, luego 2 de ellos hacen avanzar el tren pavimentador.

4 Obreros	$ 52.50 (Incl. L.S.) =	$ 210
50% Trato		$ 43.74
		$ 253.74

Rend. 15 m3 hora.

Costo 253.74 : 15 = $ 16.92.-

a) Consolidación hormigón.-

Se ocupa tren pavimentador tirado por 2 obreros anteriormente mencionados.

El rendimiento de estos equipos va de acuerdo al rendimiento de la planta dosificadora.

Rendimiento : 15 m3/hora.

Costo $ 35 hora 42 /m3.

c) Alisado de la superficie.-

1 Alisadora Clary

Costo horario $ 90 la hora.

Rendimiento 15 m3/hora.

Costo m3 = $ 6 m3.

MANO DE OBRA.-

2 Obreros con la alisadora

2 sacando la cachada y botándola fuera de la faja.

4 Obreros $ 253 hora

Rendimiento 15 m3/hora

Costo $ 16,92 el m3.

Costo total = $ 22,92.

d) Terminado.-

2 Maestros platacheros =

1 Rodonero

2 Jornales pasan un carro con arpillera para darle rugosidad al pavimento.

Entonces:

2 Maestros platacheros = $ 62.50 x 2 = $ 125

50% trato 26.04

151.04

1 Rodonero $ 62.50 (Incl. L.S.)

50% trato $ 13.02

Total $ 75.52

2 Jornales $ 52.50 x 2 = $ 105.

Rendimiento : 15 m3/hora.

Costo 331.56

Costo m3 = $ 22,10

4.- CURADO DEL HORMIGON.-

Para este propósito se cubre el pavimento con una pelicula de polietileno, además entre la base y el

pavimento también se coloca esta película de polietileno.

a) Materiales.-

El kilogramo de polietileno vale $ 40 y tiene un rendimiento de 25 m2.

Entonces 1 m3 de hormigón = 4.54 m2

$$\frac{25 \text{ m2}}{\$ 40} = \frac{4.54 \text{ m2}}{X}$$

X = $ 7.25 x 2 = $ 14.50 m3.

Costo de material por m3 de hormigón = $ 14.5.

b) Mano de Obra.-

2 Obreros están encargados de colocar el polietileno.

2 Jornales $ 52.50 (Incl. L.S.) x 2 = $ 105.

T O T A L = $ 119.5

Costo por m3 = $ 8.-

5.- ASERRADO DE JUNTAS.-

a) Cortadora pavimento.

Costo horario = $ 40.

Rendimiento = 35 m3/hora.

35: 40 = $ 0.89/m3..

b) Coloso con Estanque.-

La cortadora de pavimento es refrigerada por agua

Rendimiento = 35 m3/hora

Costo horario $ 50

Costo m3 = $ 1.42.-

Costo total por aserrado = $ 2.31 m3.

Resumen para cálculo de costos.-

1.- Producción	1.035,93
2.- Transporte	46,7

3.- Colocación	45.44
4.- Curado	22;50
5.- Aserrado	2:31
	1.152;88 M3

Hay que convertirlo a m2:

1 m3 = 4;545 m2

$$\frac{4.545 \text{ m2}}{\$ \ 1.152;88} = \frac{1 \text{ m2}}{X}$$

Valor 1 m2 = $ 253,63.-

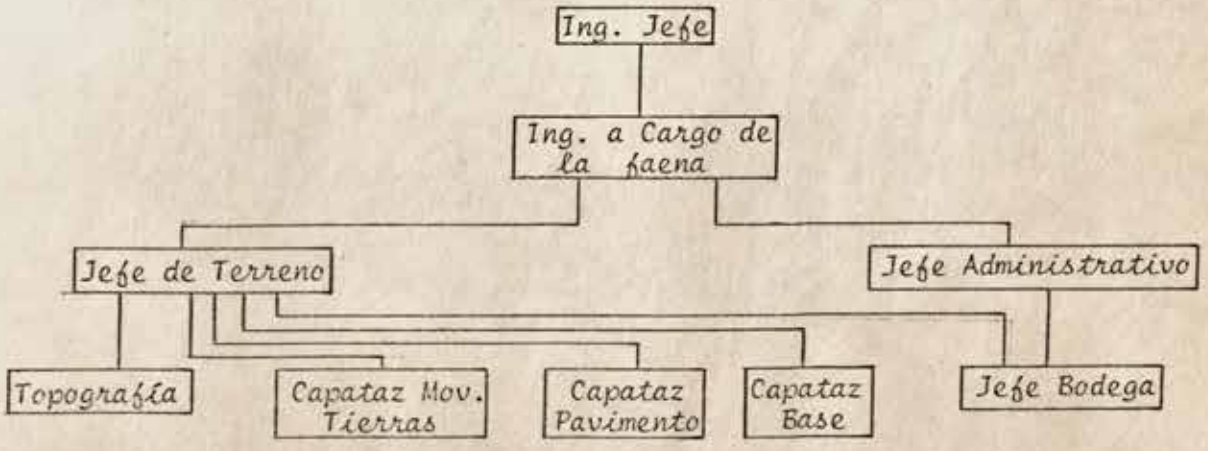
C A P I T U L O V

ANALISIS CRITICO Y CONCLUSIONES.-

Los concurrentes, en el caso de la construcción de un camino, son por un lado, la Empresa Constructora que es la ejecutora de las obras contratadas y por el otro está la Inspección Fiscal, que es la que supervisa la calidad de las Obras. Por lo tanto para ambos casos se requiere contar con algún tipo de organización para ejecutar en forma rápida y eficiente las diferentes obras que componen el Contrato.

A continuación detallo la organización de la Empresa y el de la Inspección Fiscal.

ORGANIZACION DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA



ORGANIZACION INSPECCION FISCAL

Al autor de estas líneas le correspondió estar a cargo de la Inspección de Terreno, por lo tanto, prácticamente todas las faenas pertinentes tanto de: Movimiento de tierras, Obras de Arte, Base tratada con Cemento y Pavimento, debió contar con su aprobación, sugerencias o simplemente cambio completo de algunas obras proyectadas ya que así, a juicio del autor, era lo más conveniente.

Iré analizando a grandes rasgos algunas de estas innovaciones, errorres de proyecto y alternativas que se adoptaron en terreno.

5.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS.-

En el Item extracción de Escarpe, en el proyecto no se confeccionaron planos transversales para efectuar su cubicación. La empresa originalmente solicitó un aumento de volumen ya que estimaban que las cantidades de contrato no correspondían a lo realmente extraído. Se solucionó el problema

estimando un cierto porcentaje de esponjamiento de material por remoción con lo cuál obviamente aumentaba su volumen.

En el Item Confección de Terraplenes, no aparecían algunos sectores contemplados en la cubicación general del proyecto, por lo tanto, me correspondió calcular dichas cantidades, solicitándole al topógrafo de la Inspección la ejecución de los perfiles transversales correspondientes y efectuar así un aumento de obra en el referido Item.

A continuación se detallan las cantidades adicionales de terraplenes que fué necesario contemplar en el aumento de obra.

AUMENTO DE OBRA.

KM. 12.320	al 12.480	24,42 m3
Km. 12.540	al 12.780	81,50 m3
Km. 16.300	al 16.560	1237,71 m3
Km. 16.880	al 16.960	257,20 m3
Km. 17.560	al 17.740	319,80 m3

TOTAL AUMENTO DE OBRAS 1920,63 m3.

Cantidad contratada	3.554.00 m3
Cantidad Total	5.474,63 m3

En el Item Rellenos estructurales, se tuvo que efectuar así mismo un aumento de cantidades a los originalmente contratados ya que nos encontramos con que mucha de las obras de arte ejecutadas por la Empresa anterior adolecían de serias fallas, ya que el material empleado para estos fines no correspondía en absoluto a lo exigido y por el contrario, fueron efectuadas con material deficiente y por añadidura, contaminado con arcilla de alta plasticidad.

Quizá si lo más negativo y objetable de todo el proyecto fué el hecho de haber contemplado ejecutar obras de arte en sectores que ya se encontraba ejecutado el pavimento por la Empresa anterior, por lo tanto tuvimos que demoler el pavimento existente en los sectores correspondientes, con el consiguiente gasto no solo demoler el pavimento, sino lo que significa volver a pagar para la reposición de un pavimento totalmente sano.

5.1.2.- BASE ESTABILIZADA TRATADA CON CEMENTO.-

En cuanto a la ejecución de dichas bases, se suscitaron serios problemas con respecto a los tiempos de mezclado, ya que la especificación es bien clara en ese sentido, no permitiendo un lapso mayor de dos horas, debido a que el cemento incorporado en ese tiempo ya comienza a fraguar. Tuvimos que organizar la faena de tal manera que la pérdida de tiempo fuera mínima. Para tal efecto se programó ejecutar este tipo de faena con dos motoniveladoras y dos camiones regadores acortando los tiempos en aproximadamente en una hora y media quedando dentro de los plazos estipulados.

Además el problema anteriormente expuesto, también hubo problemas con la perfiladura final ya que debe quedar exactamente a la cota proyectada en los planos. Inicialmente se comprobó que al colocar los moldes para pavimentos, había que rebajar la base en aproximadamente dos centímetros, hecho totalmente negativo y perjudicial para la base, que al estar tratada con cemento se comporta como un hormigón y al ser picada para su rebaje pierde toda su condición de resistencia. La manera de solucionar este problema fué proponer una distancia menor entre estacas y a un ancho también menor. Es decir

originalmente estábamos estacando a 10 mts., de distancia en forma longitudinal y a 4 mts., en forma transversal a cada lado del eje, pues bien, ante los problemas antes mencionados solicité a la empresa la disminución de la distancia longitudinal a cinco metros y la transversal a tres metros y medio, además de ir comprobando, mediante el uso de una lienza, la horizontalidad requerida para evitar así sectores sobre la cota original.

5.1.3.- PAVIMENTOS.-

Quizás si una de las faenas más importantes dentro de la construcción de un camino sea la correspondiente a la confección y colocación de Hormigón para pavimentos ya que aparte de requerir un vasto conocimiento en la técnica de la confección de hormigón, exige además contar con una cuadrilla de obreros experimentada debido a que se disminuyen notablemente los problemas de tiempos tanto de distribución, consolidación y terminación del pavimento. En esta oportunidad me correspondió corregir errores de alisado en la superficie evitando ondulaciones innecesarias y al mismo tiempo enseñándole a la gente que debemos cambiar de mentalidad en el sentido de ejecutar los trabajos en forma correcta a la primera vez ya que una vez endurecido el hormigón, la rectificación de estos errores aparte de ser un gasto extra para la empresa constructora, nunca queda en las condiciones deseadas.

Otro de los problemas que se tuvo que solucionar fué la dosificación de hormigón. En efecto, dicha dosificación entregada por Laboratorio Polpaico adolecía de defectoa granulométricos, no cumpliendo con las especificaciones de contrato, además el producto de dicha dosificación, vale -

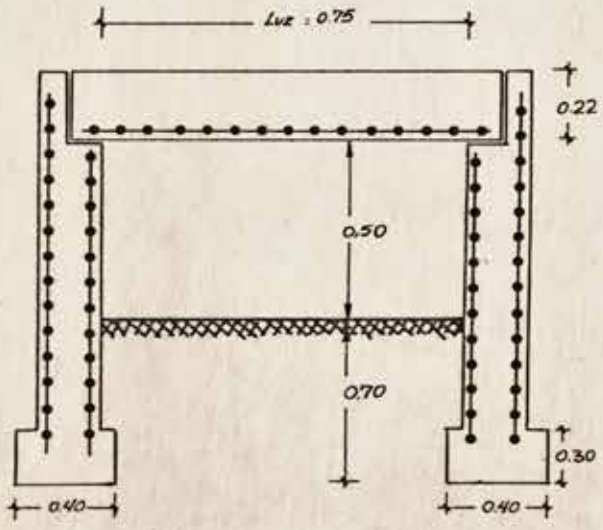
decir, la mezcla de hormigón se presentaba demasiado gruesa, por lo tanto, su trabajabilidad era deficiente y carente casi de mortero, con lo cual la superficie presentaba irregularidades, perdiéndose así el trabajo del alisado y terminación.

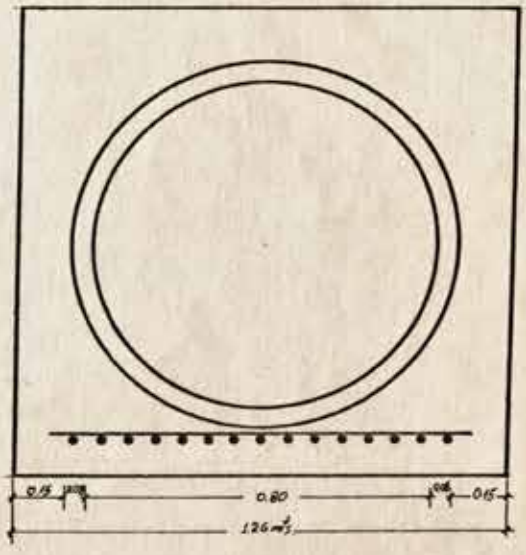
Una de las innovaciones que el suscrito primero insinuó, luego solicitó y más tarde exigió fué el uso de una arpillera húmeda para ser pasada sobre el hormigón fresco, pero recién terminado, ya que con este simple procedimiento, el cuál no es original por cierto, permite tener una superficie rugosa y la ventaja de ésta medida es que aumenta la abrasividad del pavimento. Es decir, por ejemplo en caso de una lluvia los vehículos tienen mayor adherencia y por lo tanto mayor seguridad en caso de una frenada o una maniobra repentina, lo que no ocurre en el caso de un pavimento liso.

5.1.4.- OBRAS DE ARTE.-

A pesar de que los diseños de Obras de Arte son seleccionados cuidadosamente por el Ingeniero a cargo de un proyecto, muchas veces ocurre que la solución adoptada, si bien es cierto, cumple con los fines propuestos, también es cierto que desde el punto de vista constructivo, muchas veces éstas soluciones son impracticables debido a las dificultades que hay que superar en terreno, por lo tanto, muchas de las obras proyectadas adolecían de dicho inconveniente, optando entonces el suscrito por soluciones fáciles y sencillas de construir. Estos cambios fueron los siguientes. En muchos sectores se contemplaba construir losas de 0,75 de luz por 0,50 mt. de ancho, como solución es viable, el problema estriba que para la ejecución de este tipo de obra, la excavación a efectuarse es de cierta profundidad y

en este sector, la mitad de la excavación quedaba cubierta de agua. Por lo tanto opté por una solución más sencilla, práctica y económica y doblemente más segura: cambié las losas por tubos de cemento comprimido de Ø 0,80 con dado de hormigón tipo "D" de 0,15 mt. de espesor que cubre todo el tubo, con lo cuál solucioné dos problemas: 1. Las zapatas de fundación de las losas diseñadas eran demasiado angostas, por lo tanto la superficie de contacto demasiado pequeña, sumando al terreno cubierto de agua da demasiada inestabilidad lo que no ocurre con un tubo revestido con un dado de hormigón y 2. El costo de la losa por los volúmenes de hormigón y acero son demasiado elevados con respecto al tubo revestido.





Cantidades Losa

Hormigón 1 m3/ml.

Acero 30 Kgs/ml.

Cantidades Tubos.

Horm. 0,87 m3/ml.

Acero 7 Kgs./ml.

Es decir, tengo ahorro en hormigón y en acero, hay ahorro de moldaje y excavación y aumento la superficie de con

tacto de 0,40 mt., cada zapata a 1,26 mts. que es la superficie de contacto del tubo revestido.

5.1.5.- PUENTE ESTERO LO PINTO.-

Replanteo del Eje.-

Me correspondió, junto con el topógrafo de la Inspección fiscal, determinar el kilometraje exacto del puente, pues lo proyectado no correspondía al terreno ya que existía un error de 2 mts. en el sentido longitudinal. Este problema se solucionó trayendo el eje longitudinal del camino desde un E.A. y cortándolo con el eje transversal del puente existente.

CAMBIO DE COTAS.-

El proyecto consultaba construir el puente totalmente horizontal. La razante del camino consulta una pendiente longitudinal de 0,2% por lo tanto tuvimos que respetar las cotas del camino dándole la pendiente respectiva al puente.

MEJORAMIENTO TERRENO NATURAL DE FUNDACION.-

Solicité a la Empresa Constructora que efectuara un mejoramiento del terreno de fundación ya que se observaba saturado de agua y demasiado fangoso a pesar de que las bombas de agua permanecían continuamente extrayendo el agua. Se efectuó entonces un mejoramiento consistente en una capa de chancado de 0,20 mts. de espesor y 0,50 de sobre ancho a toda la excavación. Con esta medida se solucionan dos problemas: Se mejora el terreno de fundación y se evita poner el hormigón de la fundación en contacto directo con el terreno natural.

VIGAS.-

El proyecto consulta una contraflecha de 3,5 cmts. para las vigas de hormigón armado, la cuál el contratista no había respetado. Se solicitó entonces a la empresa el cumpli-

miento de dicha exigencia, teniendo éste que corregir el fondo del moldaje de dichas vigas.

5.2.- CONCLUSIONES.-

Como ya lo manifestara anteriormente, construir una carretera como la que he analizado a través de estas páginas, requiere de una buena organización y personal competente por parte de la Empresa y de acuciosos controles por parte de la Inspección Fiscal, en el sentido de supervisar todas las faenas, comprobando su calidad y cumplimiento de las Especificaciones.

Creo necesario, además, que no basta con construir bien un camino ciñéndose a las especificaciones correspondientes, sino que además la Dirección de Vialidad debe contar con la infraestructura necesaria para ejecutar trabajos de mantención adecuados, oportunos y periódicos para asegurar la vida útil para el cuál fué diseñado.

En la medida que se cumplan estos factores contaremos con buenos y seguros caminos y estaremos ayudando al desarrollo y engrandecimiento de nuestro País.

B I B L I O G R A F I A

CAMINOS	L. ESCARIO
CAMINOS, CALLES Y AEROPISTAS	R. VALLE RODAS.
CAMINOS	SERGIO MIQUEL.
MANUAL DEL ASFALTO	ASPHALT INSTITUTE
DISEÑO DE PAVIMENTOS	P.C.A.
TECNOLOGIA DEL HORMIGON	CEMENTO MELON

INFORME DE LA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION.

SIMBOLOGIA

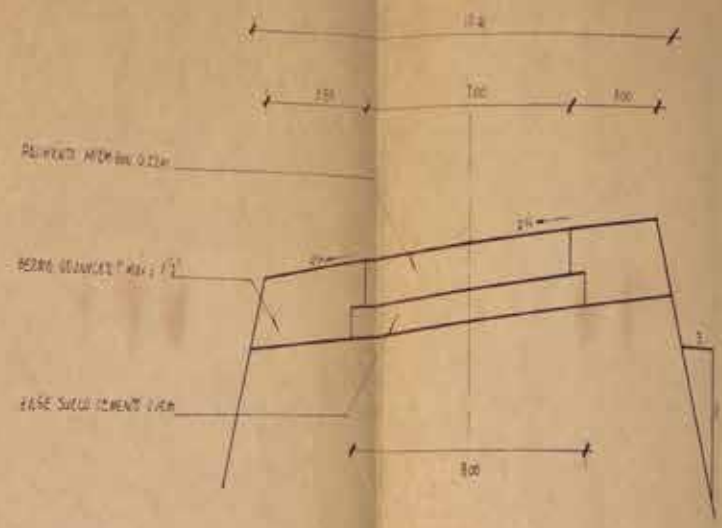
TERRAPLEN INCOMPLETO

TERRAPLEN TERMINADO

BASE INCOMPLETO

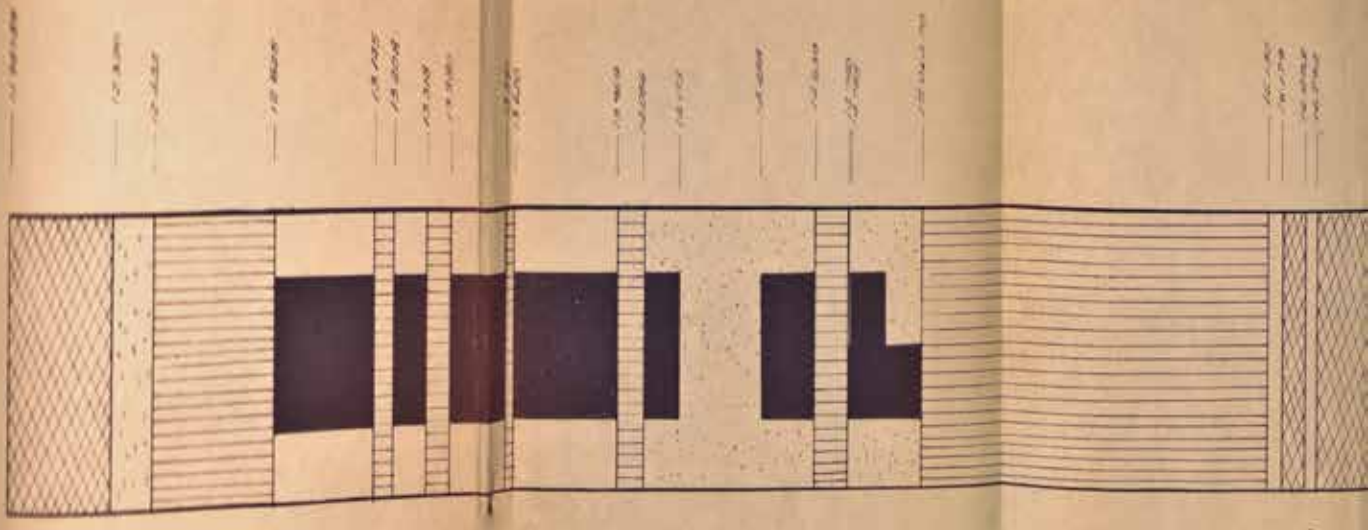
BASE TERMINADA

PAVIMENTO



PERFIL TIPO TRAMO A

ESCALA HORIZONTAL 1:100
VERTICAL 1:10

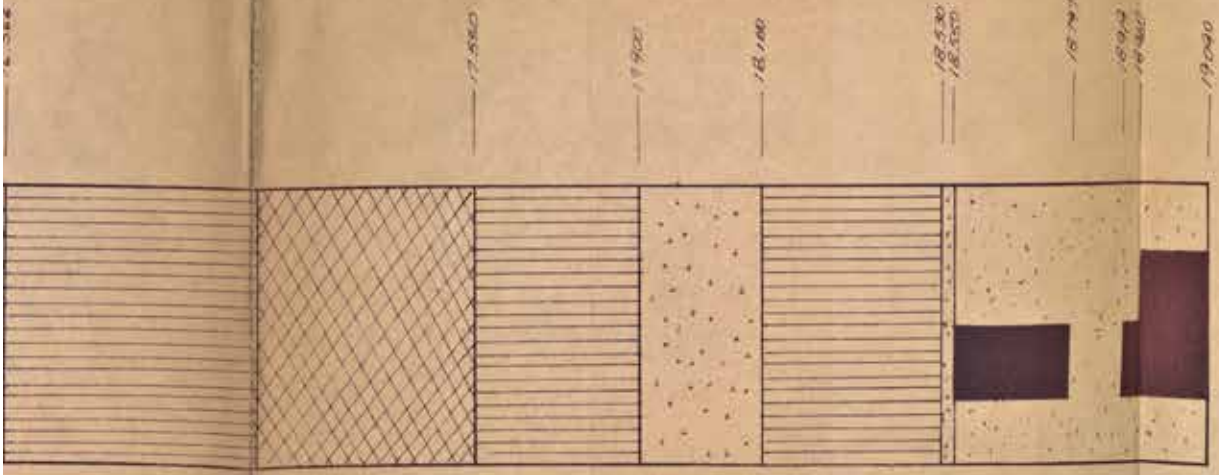


CARRETERA PANAMERICANA NORTE
SECTOR "A" COLINA-PEAJE LAMPA

PLANTA ESQUEMATICA

TRAMO A

KM. 11.997.89 - KM. 19.090.00

FECHA: SEPT. 1978

ESC. LONG 1:1.000
TRANS 1:333 1/3