



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

263

179

**"SOBRECOSTOS EN LA CONSTRUCCION  
DE UN PASO A DESNIVEL POR  
REDUCCION DE PROGRAMA"**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A

**JORGE REYNOSO ROCHA**

MEXICO, D. F.

1983



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTUDIO DEL FACTOR DE INCREMENTO PARA LAS OBRAS DE  
CONSTRUCCION DEL PASO A DESNIVEL HANGARES EN LA -  
LINEA 5 DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO (METRO)

<u>I N D I C E</u>		<u>PAG.</u>
I	INTRODUCCION	2
II	FACTOR DE INCREMENTO EN EL COSTO DE ADQUISICION DE LOS MATERIALES	9
III	REDUCCION DEL FACTOR EFICIENCIA PARA LA MANO DE OBRA	21
IV	REDUCCION DEL FACTOR EFICIENCIA PARA LA MAQUINARIA	34
V	PROGRAMAS DE PROYECTO	42
VI	INTEGRACION DEL FACTOR DE INCREMENTO TOTAL PARA LA OBRA	48
VII	CONCLUSIONES	49

- o -

Estudio del Factor de Incremento al costo de la obra, por modificación del programa original de construcción del Paso a Desnivel (tipo subterráneo) Hangares, perteneciente a la línea 5 del Metro".

## I.- I N T R O D U C C I O N



Al modificarse los programas de proyecto, se originaron sobrecostos en la mano de obra y maquinaria básicamente, observándose también bajas eficiencias de rendimientos, así como aumentos de desperdicios en los materiales.

Para la determinación de este factor, se partió de las diferencias de tiempos marcados entre el programa original de construcción (15 Julio 1980) y el mo dificado con una terminación más próxima (31 Mayo 1980).

Se hicieron intervenir las actividades predominantes, así como su porcentaje de composición en la inversión, es decir el porcentaje con que cada actividad interviene en el total de la obra, dichos porcentajes fueron obtenidos de acuerdo al importe que representa ca da actividad con respecto al importe total de la obra (inversión).

De las actividades predominantes y según los análisis de precios unitarios (delidamente aprobados) se determinaron los porcentajes de integración de materia les, mano de obra y equipo respectivamente, y de acuerdo -

a la eficiencia de los riesgos, se determinaron los factores de incremento al costo de la obra, tanto parciales como el total que afectó al programa constructivo original.

El presente estudio permitirá tratar de conocer y cuantificar de manera práctica el incremento de la obra originado por la reducción del programa constructivo, sin embargo debido a la gran diversidad de las obras, para poder aplicar un estudio similar a las mismas, es necesario hacer las modificaciones pertinentes en cuanto a rendimientos, tipo y magnitud de obra, localización, etc.

## DESCRIPCION GENERAL DE LA OBRA

El Paso Hangares es un paso a desnivel de los llamados "Deprimidos", es decir del tipo subterráneo y está ubicado en el entronque de las Avenidas Hangares y Boulevard Puerto Aéreo, en la zona circundante al Aeropuerto Internacional "Benito Juárez" de la ciudad de México. Siendo su objetivo primordial el de dar acceso por vía rápida a los usuarios de dicho sitio.

El tipo de la obra y magnitud de la misma, puede apreciarse en los cortes transversal y longitudinal así como en la planta general y en la fotografía que se anexan.

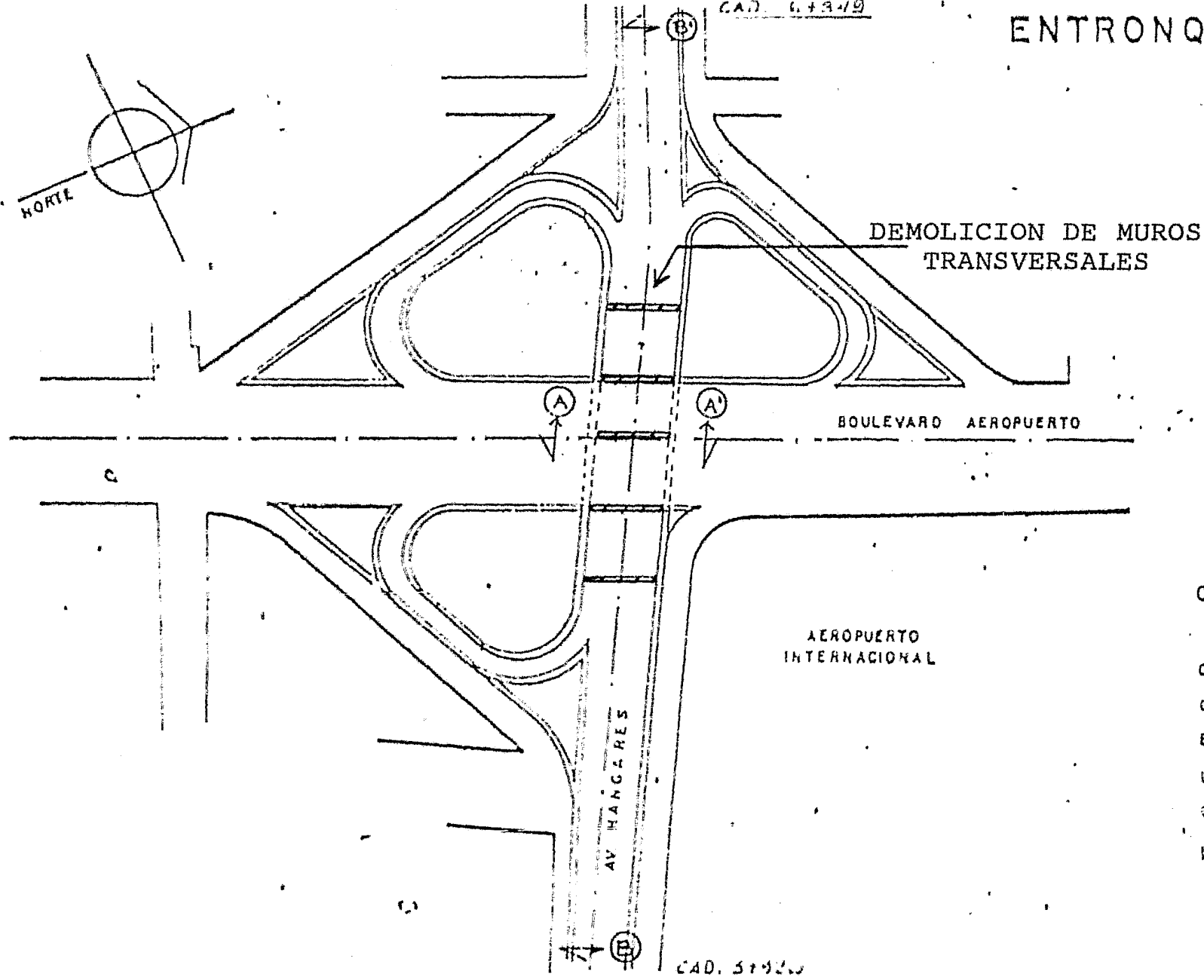
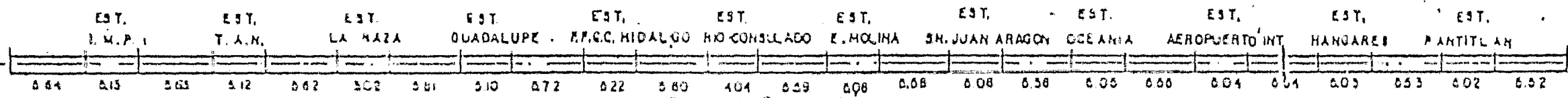
Como se puede notar en base a los cortes, la obra consiste básicamente en un cajón a cielo abierto, cuyas etapas constructivas primordiales se refieren a:

- a) tablaestacado a base de muros milán.
- b) Excavación del núcleo y lastrado del fondo de la excavación.
- c) Losa Superior (incluyendo montaje de elementos presforzados)
- d) Obra Exterior (como son guarniciones, banquetas, pavimentos, jardinería, alumbrado público, etc.)

Es necesario aclarar que la reducción del programa original, afectó a estas actividades a partir del mes de Enero '80 hasta su terminación en el mes de Mayo '80, por lo cual no se considera incremento para la obra ejecutada antes de dicho periodo.

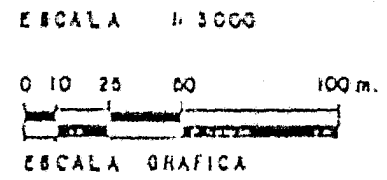
PLANTA GENERAL

LINEA 5 DEL METRO



ENTRONQUE HANGARES (70511)

REPORTE \_\_\_\_\_  
 AVANCE AL \_\_\_\_\_  
 DE \_\_\_\_\_ DE 197 \_\_\_\_\_



OBRA POR EJECUTAR  
DE ENERO A MAYO 1980.

CONCEPTO	%
COLADO DE BROCALES	0
COLADO DE MURO TABLAESTACA	0
EXCAVACION DE NUCLEO	70
LOSA DE FONDO	70
COLADO MURO ESTRUCTURAL	80
LOSA SUPERIOR	100
TERRACERIAS	100
CARPETA ASFALTICA	100
BANQUETAS Y GUARNICIONES	100

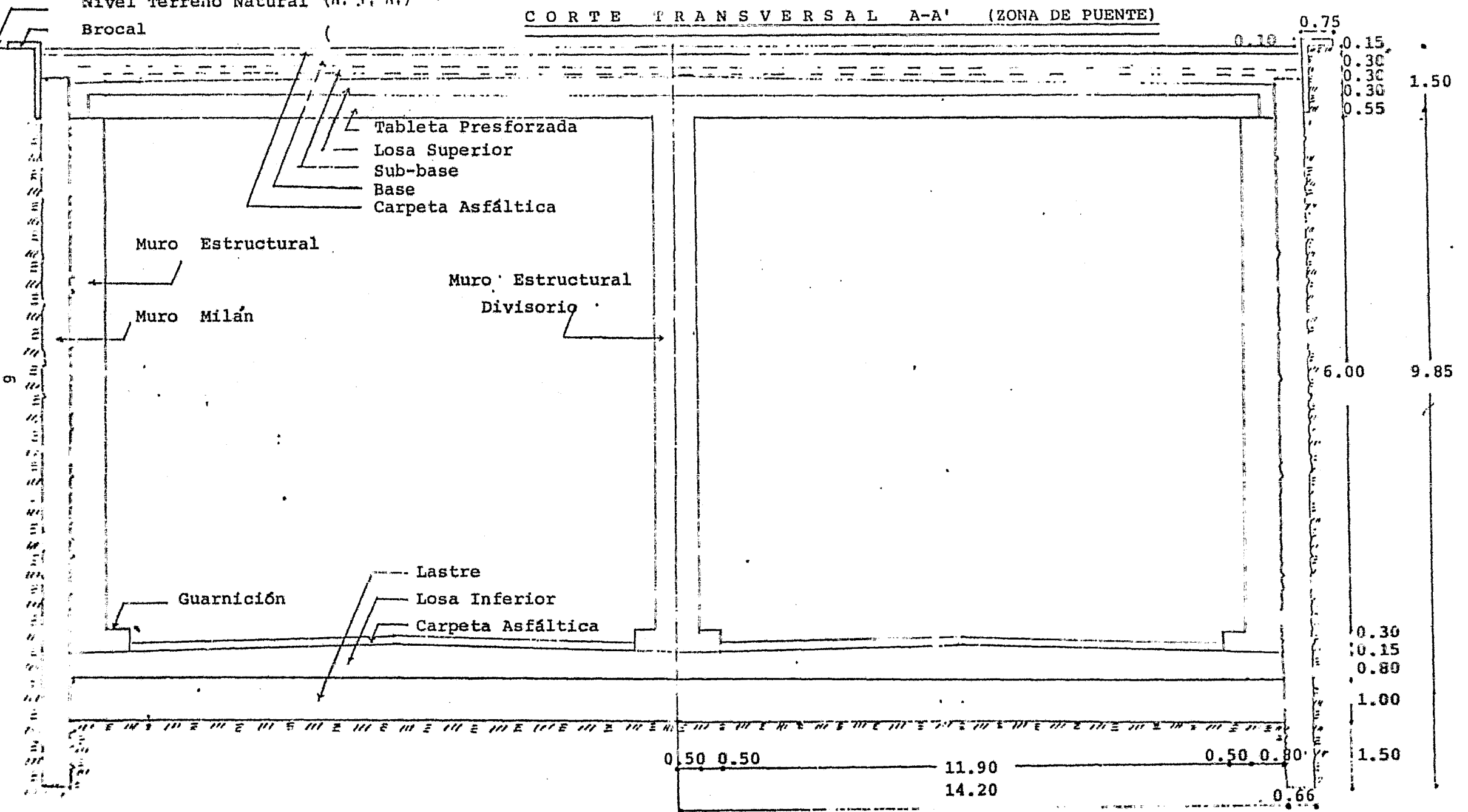
PASO A DESNIVEL HANGARES

Fig. 1

Nivel Terreno Natural (N. T. N.)

CORTE TRANSVERSAL A-A' (ZONA DE PUENTE)

Brocal

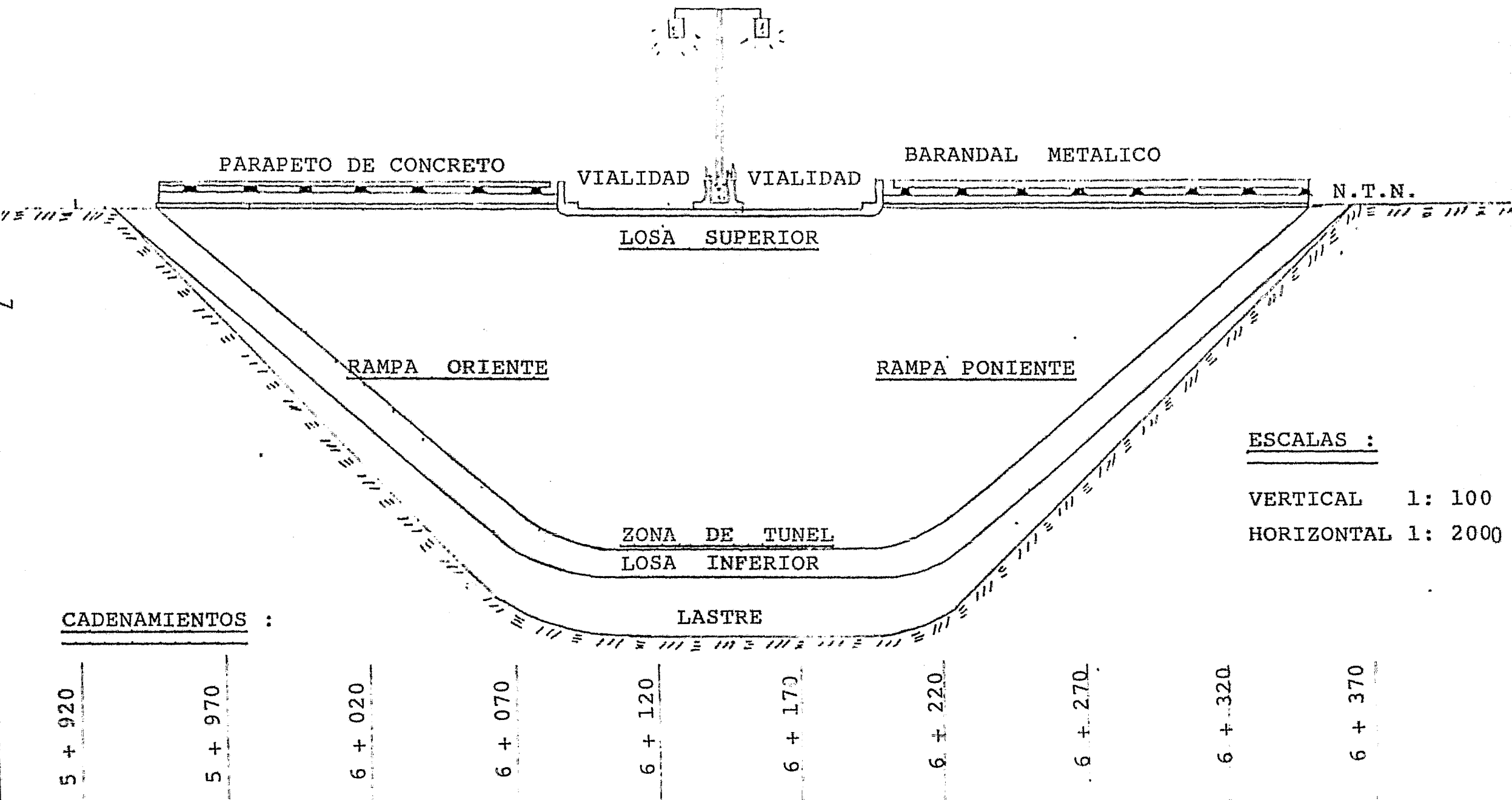




PASO A DESNIVEL HANGARES

Fig. 2

CORTE LONGITUDINAL B-B'



ESCALAS :

VERTICAL 1: 100

HORIZONTAL 1: 2000

CADENAMIENTOS :

- 5 + 920
- 5 + 970
- 6 + 020
- 6 + 070
- 6 + 120
- 6 + 170
- 6 + 220
- 6 + 270
- 6 + 320
- 6 + 370



## II.- ANALISIS DEL FACTOR DE INCREMENTO EN LOS MATERIALES

Al reducirse el programa constructivo del proyecto, el programa de utilización de materiales sufre modificaciones por:

- a) Incremento de las adquisiciones con los sobrecostos respectivos, provocados por las diferencias de precios entre los proveedores.
- b) Urgencia de surtir los pedidos aún en turnos nocturnos.
- c) Incremento de los desperdicios, debidos a la rapidez de su utilización en la obra y de manejo en almacenes.
- d) Incremento de las existencias en almacén, por lo cual es necesario ampliar dichos almacenes y tener un mayor número de despachadores y vigilantes en los patios de almacenaje.

A continuación evaluaremos como se afectan los costos por lo antes mencionado, hay que señalar que los precios aquí anotados fueron vigentes durante la etapa de construcción respectiva.

El estudio efectuado, trató de hallar un mecanismo a seguir para las obras afectadas por premuras de tiempo, y que en el caso específico de los materiales se analizó como se indica a continuación:

- a) Mediante las notas de remisión y facturas de compra de los materiales, se determinaron los volúmenes comprados -

a cada proveedor, así como las diferencias de precio entre los mismos.

- b) Con las diferencias de precio multiplicadas por el porcentaje comprado a cada proveedor, se determinó el incremento por adquisición de concreto, varilla, materiales de relleno, etc.
- c) Para poder reflejar dicho incremento en el precio unitario, se multiplicó éste por el porcentaje de composición que tiene dicho concepto en el P. U., y el resultado a su vez fué multiplicado por el porcentaje que ocupa la actividad dentro del volumen total de la obra.

II.- FACTOR DE INCREMENTO EN EL COSTO DE  
ADQUISICION DE LOS MATERIALES

Los cargos se clasificaron principalmente por mayor desperdicio, mayor área de almacén y por envío nocturno para el caso de concretos y pavimentos.

Se elaboró una tabla de incremento que aparece como resumen, al final de las explicaciones respectivas para determinar el cargo adicional de cada material empleado, y que a continuación se describe:

1).- CONCRETOS:

Para éste material se están incluyendo \$55.00/M 3 que el proveedor cobra por envío nocturno.

El horario que se considera como de envío nocturno abarca de las 7 hrs. P.M. hasta las 6 hrs. A.M.

No se considera para este material cargo por almacenamiento ya que no lo requiere, y por desperdicio tampoco, puesto que es igual al considerado en el P.U.

2).- CIMBRAS:

Al contrario del caso anterior, para este caso no se requirió de envío nocturno, pero sí de mayor espacio en almacén y el desperdicio aumentó consecuentemente, debido a la rapidez de su utilización.

El cargo por mayor desperdicio fué de \$9.49/M 2 y se determinó de la siguiente manera:

El volumen total de triplay comprado fue de --  
1,200 M2 de los cuales no se pudieron utilizar alrededor de -  
145 M2, tanto por mala calidad del triplay (ocasionada por la  
falta de observación y selección del material, dada la rapidez  
de compra) como por el manejo inadecuado del triplay al ser -  
acarreado del almacén a la obra para su colocación.

El volumen no utilizado nos representa 12.08% -  
de desperdicio, al cual debemos descontar el 7%, que es el -  
desperdicio considerado en el análisis del precio unitario, -  
por lo que el desperdicio adicional será de 5.08%.

Para obtener el cargo por desperdicio adicional,  
multiplicaremos éste por el costo de adquisición como se indi  
ca.

$$\$186.77/M2 \times 0.0508 = \$9.49/M2$$

Referente al cargo por almacén y debido a la sa  
turación del mismo, se tuvo que almacenar la madera a una dis  
tancia de 700 M en vez de los 20 M que se establece en el pre  
cio unitario, siendo el costo de la cuadrilla de acarreo de -  
\$3.317.37/TNO integrados de la siguiente forma:

El material acarreado se efectuó en 2 turnos de  
10 hrs., y constó de:

403 Hojas de Triplay de 2.44 M x 1.22 M

300 Polines de 4" x 4" x 2.44 M

CUADRILLA	TORNOS	SAL.BASE	FACTOR COSTO EMPRESA	C.EMPRESA POR TURNO	C.EMPRESA TOTAL
Peón	6	163.00	1,824	297.38	1,784.28
Camión Volteo 6 M3	2	2,425.23	--	2,425.23	4,850.46
				Suma	<u>\$6,634.74</u>

Costo por M2 =  $\frac{\$6,634.74}{1200.00 \text{ M2}} = \$5.53/\text{M2}$  que es el cargo referente al almacén, cabe notar que en el costo del camión de volteo se incluyen la renta del mismo, los combustibles y el sueldo del chofer.

El factor empresa aquí anotado, se analizará posteriormente en el capítulo referente a la mano de obra.

Ahora bien como es de suponer el cliente querrá saber si no es excesivo el tiempo empleado por la cuadrilla de acarreo, para lo cual podemos establecer los ciclos y número de viajes correspondientes.

ACTIVIDAD	DURACION	HORAS DE TRABAJO EFECTIVAS
Carga	35 Min.	10 Hrs. - 1 Hr. Comida = 9 Hrs.
Descarga	30 Min.	Factor de tiempos perdidos: 0.85
Transporte Ida y Vuelta	<u>25 Min.</u>	9 Hrs. x 60 Min./Hr. x 0.85 = 459 Min.
Suma	90 Min.	

Es decir cada turno les alcanzaba para hacer ----  
 $\frac{459}{90} = 5.1 = 5$  viajes locales aproximadamente.

Si consideramos que fueron 2 turnos tendremos en total de 10 viajes, con lo que resulta que por cada viaje local

se acarrearon en promedio 40 hojas de triplay y 30 polines -  
que es justificable.

### 3).- ACERO DE REFUERZO

Fué necesario como en el caso de los concretos,-  
recibir el material aún en turnos nocturnos, puesto que dada -  
la premura de obra no se tuvo el equipo y mano de obra requeri-  
dos para descargar los trailers en horas hábiles, por lo cual  
el proveedor al facturar hacía un cargo de \$0.95/Kg. por des -  
carga nocturna.

Asimismo se requirió de la misma cuadrilla de -  
acarreo, mencionada anteriormente la cual en promedio efectuó  
el siguiente acarreo:  $\frac{110,500 \text{ Kg.}}{15 \text{ TNO}} = 7,366.67 \text{ Kg./TNO.}$

15 TNO

El costo por turno de la cuadrilla es de -----  
\$3,137.37 como se había mencionado anteriormente, por lo que -  
el costo por Kg. será de  $\frac{\$3,317.37}{7,366.67} \text{ /TNO} = \$0.45 \text{ /Kg.}$

7,366.67



#### 4).- MATERIALES PARA RELLENOS:

Para este concepto se tiene un gran desperdicio, ya que al almacenar ("acamellonar") el material se hizo en lugares como terrenos baldíos o a pie de la terracería por construir, que son lugares en los que existe gran diversidad de materiales de desperdicio, lo cual origina que las capas de contacto entre el material de relleno y el de desperdicio no puedan ser utilizadas, dicho espesor puede variar entre 10 y 15 Cm. dependiendo del sitio donde se haga el acamellonamiento.

Para obtener el desperdicio adicional al considerado en el P.U., se comparó el volumen total comprado según facturas, contra el volumen teórico de planos, incrementado un 7% por desperdicios ya considerados en el P.U. y por un 30% como factor de abundamiento.

De dicha comparación resultó una diferencia de:

Volumen comprado al proveedor emergente	=	1000.00 M3	100.00%
Volumen teórico (Más 7% Desp. más 30% Abund.)	=	929.09 M3	92.91%
Diferencia		70.92 M3	7.09%

Aplicando este porcentaje al costo por M3 de material para relleno, obtenemos el cargo por desperdicio que es:

$$\$140.00 \times 7.09\% = \$9.93/\text{M3}$$

5).- PRESFORZADOS Y PRECOLADOS:

Se utilizaron 96 tabletas presforzadas de 0,55 M x 0,94 x 14,00 M para dar acceso al circuito interior, el total de piezas elaboradas fue de 104, puesto que 3 no cumplieron especificaciones y 5 fueron fracturadas en las maniobras de entongado y acarreo al sitio de colocación.

El porcentaje total de desperdicio fué:

$8/96 = 8,33\%$  descontado el 3% de desperdicio - considerado en el P. U, obtenemos un 5.33% de desperdicio adicional.

Cargo por desperdicio:

$\$14,500,00 \times 5,33\% = \$772,85 / Pza.$

6).- PAVIMENTOS:

Como la etapa de tendido de carpeta asfáltica es la última actividad de la pavimentación, ésta se ejecutó en un 75% con turnos nocturnos, con el consabido cargo del proveedor.

En este caso no hay lugar a cargos por almacenamiento y por desperdicio, puesto que en el primer caso necesita ser tendida a una temperatura conveniente y en el segundo el desperdicio es independiente de la premura, puesto que si se ocupa mayor volumen es por problemas en las cotas topográficas de la base y sub-base.

7).- GUARNICIONES Y BANQUETAS:

El costo adicional por este concepto, se debió - primordialmente al cargo por colado nocturno que hace el provee - dor.

A continuación presentamos la tabla resumen de - los cálculos efectuados, y que reflejan el costo adicional en - los materiales debido a los puntos inicialmente señalados.

Cabe anotar que el costo de adquisición del pro - veedor normal es con el que se elaboró el P. U. de dicho perio - do y el costo del proveedor "Emergente" es el promedio pesado - con que se consiguió el material que faltaba para completar el volúmen de proyecto, y que no pudo ser surtido por el proveedor normal.

La tabla descrita se elaboró de acuerdo al meca - nismo descrito también anteriormente.

TABLA DE INCREMENTO EN LOS MATERIALES

1/2

TIPO DE MATERIAL	UNIDAD	P. U. PROVEEDOR	C A R G O S			P. U. TOTAL	DIFERENCIAS		VOLUMEN SURTIDO (%)	FACTOR INCREMENTO POR ADQUISICION	% DE COMPOSI- CION EN EL P.U.	% DE COMPOSI- CION EN VOL. DE OBRA	% DE COMPOSI- CION EN FINAL
			DESPER- DICIO	ALMACEN	ENVIO NOCTURNO		DE (\$)	P.U. (%)					
<u>CONCRETO F'C : 150-3/4"-10-NORMAL</u>													
COSTO DE ADQUISICION		\$1,495.00	-	-	-	\$1,495.00			28	-			
PROVEEDOR NORMAL		1,495.00	-	-	\$55.00	1,550.00	55.00	3.68	26	0.010			
PROVEEDOR EMERGENTE		1,555.00	-	-	55.00	1,610.00	155.00	7.69	46	0.035			
							\$ U M A =		100	1.045	0.67	35	24.51
<u>C I M B R A</u>													
COSTO DE ADQUISICION	M <sup>2</sup>	\$ 186.77	-	-	-	\$ 186.77			25				
PROVEEDOR NORMAL		186.77	9.49	5.53	-	201.79	15.02	8.04	22	0.018			
PROVEEDOR EMERGENTE		206.77	9.49	5.53	-	221.79	35.02	18.75	53	0.099			
							\$ U M A =		100	1.117	0.48	3	1.61
<u>ACERO DE REFUERZO</u>													
COSTO DE ADQUISICION	KG	\$ 17.32	-	-	-	\$ 17.32			58				
PROVEEDOR NORMAL		17.32	-	0.45	0.75	18.52	1.20	6.92	42	0.029			
PROVEEDOR EMERGENTE		-	-	-	-	-	-	-	-	-			
							\$ U M A =		100	1.029	0.79	15	12.19
<u>R E L L E N O S</u>													
COSTO DE ADQUISICION	M <sup>3</sup>	\$ 140.00	-	-	-	\$ 140.00			10				
PROVEEDOR NORMAL		140.00	9.93	-	-	149.93	9.93	7.09	32	0.023			
PROVEEDOR EMERGENTE		150.00	9.93	-	-	159.93	19.93	14.24	58	0.082			
							\$ U M A =		100	1.105	0.44	1	0.49

TABLA DE INCREMENTO EN LOS MATERIALES

2/2

TIPO DE MATERIAL	UNIDAD	P. U. PROVEEDOR	C A R G O S			P. U. TOTAL	DIFERENCIAS DE P.U.		VOLUMEN SURTIDO (%)	FACTOR INCREMENTO POR ADQUISICION	% DE COMPOSICION EN P. U.	% DE COMPOSICION EN VOLUMEN DE OBRA	% DE COMPOSICION FINAL
			DESPERDICIO	ALMACEN	ENVIO NOCTURNO		( \$ )	( % )					
<u>PRESFORZADOS Y PRECOLADOS</u>													
COSTO DE ADQUISICION	PZA	\$14,500.00	-	-	-	\$14,500.00	-	-	-	-	-	-	-
PROVEEDOR NORMAL		14,500.00	\$772.85	-	-	15,272.85	772.85	5.33	100	0.053			
PROVEEDOR EMERGENTE		-	-	-	-	-	-	-	-	-			
							S U M A		= 100	1.053	0.62	4	2.61
<u>P A V I M E N T O S</u>													
COSTO DE ADQUISICION	M <sup>3</sup>	\$ 720.00	-	-	-	\$ 720.00	-	-	25	-			
PROVEEDOR NORMAL		720.00	-	-	\$80.00	800.00	80.00	11.11	38	0.042			
PROVEEDOR EMERGENTE		760.00	-	-	60.00	820.00	100.00	13.89	27	0.038			
							S U M A		= 100	1.080	0.43	3	1.39
<u>GUARNICIONES Y BANQUETAS</u>													
COSTO DE ADQUISICION	M <sup>3</sup>	\$1,495.00	-	-	-	\$1,495.00	-	-	-	-			
PROVEEDOR NORMAL		1,495.00	-	-	\$55.00	1,550.00	55.00	3.68	65	0.024			
PROVEEDOR EMERGENTE		1,555.00	-	-	55.00	1,610.00	155.00	7.69	35	0.027			
							S U M A		= 100	1.051	0.45	7	3.31

Es importante hacer notar que los incrementos por adquisición de materiales mostrados en las tablas anteriores, corresponden a los volúmenes empleados, para ejecutar la obra precisamente en la etapa de premura - de tiempo.

Algunos porcentajes de los materiales empleados, según se ve en la tabla no tuvieron incremento debido a que se tenían existencias de estos en almacenes ó bien su envío a la obra no sufrió cargos adicionales -- como los descritos anteriormente.

Otra de la particularidades importantes que mencionar, es que el volumen total de material empleado se describe posteriormente en el capitulo referente a los programas del proyecto.

### III.- ANALISIS DEL FACTOR DE INCREMENTO DEBIDO

#### A LA EFICIENCIA DE LA MANO DE OBRA.

Para analizar la mano de obra, se dividió el estudio del factor en 2 partes.

La primera se avoca a cuantificar la reducción de eficiencia, debidas a las condiciones físicas con que se ejecutan las labores, a esta parte la llamaremos "Eficiencia por Rendimiento".

En el segundo caso, se analiza el incremento en los salarios de los trabajadores debidos a la necesidad de trabajar tiempos extras y terminar la construcción en el lapso de tiempo requerido, este caso lo denominaremos "Eficiencia por Sobrecosto".

Finalmente con los datos obtenidos en ambos casos, se evaluó el factor de eficiencia total por mano de obra, haciendo interpolaciones con diferentes porcentajes de reducción del programa constructivo original, lo cual es necesario hacer para poderlo aplicar a cada una de las actividades principales, ya que el porcentaje de reducción es variable puesto que tienen diferentes duraciones en el programa.

ANALISIS DEL FACTOR DE EFICIENCIA EN LA  
MANO DE OBRA

A) Factor Eficiencia Por Rendimiento

Al reducirse el programa, las eficiencias normales se afectan por:

- 1.- Poca visibilidad en jornadas vespertinas y nocturnas.
- 2.- Reducción de rendimiento por fatiga, al ser más amplia la jornada de trabajo.
- 3.- Reducción de las áreas de trabajo, provocando en algunos momentos estorbos e interferencias entre los trabajadores, como puede observarse este tipo de problemas son muy difíciles de cuantificar, sin embargo es obvio que afectan el buen desempeño de las labores ejecutadas.

Dadas estas condiciones y con experiencias reales tomadas de la obra, tenemos que en forma aproximada, el factor eficiencia en la jornada de trabajo, se redujo un 11.18%, es decir, se trabajó con una Eficiencia Por Rendimiento de  $100 - 11.18 = 88.82\%$ , la cual es independiente de la reducción considerada en el P.U., y para poderla medir en obra se efectuó un comparativo de volúmenes entre la producción semanal en condiciones normales y en condiciones de premura, de dicho comparativo se pudieron obtener los siguientes datos:



ELEMENTO	U	CONDICIONES NORMALES			CONDICIONES PREMURA			DIFERENCIAS	
		PRODUC. SEMANAL	# DE CUA DRILLAS	RENDIMIEN TO /CUAD.	PRODUC. SEMANAL	# DE CUA DRILLAS	RENDIMIEN TO /CUAD.	RENDIMIEN TO /CUAD.	%
1.- Muros Milán	Pza.	6	1	6	16	3	5.34	0.66	11.00
2.- Excavación de Núcleo	M3	1200	1	1200	2180	2	1.090	110	9.17
3.- Losa Infe- rior	M3	90	1	90	158	2	79	11	12.22
4.- Demolición de Tablaes tacas	M3	35	1	35	60	2	30	5	14.29
5.- Rellenos	M3	600	1	600	1090	2	545	55	9.17
6.- Guarnicio- nes	ML	250	1	250	688	3	229.30	20.67	8.27
7.- Banquetas	M2	200	1	200	515	3	171.67	28.33	14.17
								Promedio	11.18

II.- Factor de Eficiencia por pagos extras al salario correspondiente  
a la mano.de obra.

Para poder analizar este aspecto calcularemos -  
los factores para el cálculo de percepciones para turnos de  
8, 10 y 12 horas, así como el costo empresa.

DEFINICIONES:

a) Salario Base (S. B.): Remuneración Diaria al trabajador -  
por turno legal de 8 Hrs.

b) Salario Ordinario (S.O.): Remuneración Diaria al trabaja-  
dor incluyendo la parte proporcional del 7o. día.

$$S. O. = S. B. \times \frac{7}{6} = 1.166 \ 67 \ S. B.$$

c) Hora Extra con Pago Doble ( H.Ex. D.):

Se consideran horas con doble pago, aquellas que suman -  
un máximo de 9 horas a la semana y se calculan por ley -  
a partir del salario base.

$$H. Ex. D. = \frac{S. B.}{8 \text{ Hrs.}} \times 2 \text{ Hrs} = 0.250 \times S. B.$$

d) Hora extra con pago triple ( H.EX.T.):

Se consideran horas con triple pago, aquellas que quedan después de -  
restar del total de horas extras trabajadas durante la semana las 9 -  
horas extras con doble pago y se calculan con el S.B.

$$H.EX.T. = \frac{S.B.}{8 \text{ hrs.}} \times 3 \text{ hrs} = 0.375 \times S.B.$$

a) Turno normal de 8 horas

Percepción diaria = S.O.

1.166 667 S.B.

b) Cargos Gubernamentales Obligatorios:

I. M. S. S.	Salario Mínimo	0.196 875	S. O.
	Salario Mayor	0.159 375	S. O.
GUARDERIA		0.010 000	S. O.
INFONAVIT		0.050 000	S. O.
PREVISIONES	Aguinaldo	0.041 100	S. O.
	Vacaciones	0.029 500	S. O.
EDUCACION		0.010 000	S. O.

Turno de 8 Horas Diarias

La percepción corresponde al Salario Ordinario (S. O.) por lo -  
tanto los cargos gubernamentales serán:

<u>CONCEPTO</u>	<u>SALARIO MINIMO</u>	<u>SALARIO MAYOR</u>
1) I. M. S. S.	0.196 875 S. O.	0.159 375 S. O.
2) Guardería o Infonavit	0.060 000 S. O.	0.060 000 S. O.
3) Previsiones	0.070 600 S. O.	0.070 600 S. O.
4) Educación	0.010 000 S. O.	0.010 000 S. O.
CARGOS	0.337 475 S. O.	0.299 975 S. O.

Percepción Semanal

6 (1.299 975 x S. O. +\$1.75) 7.79985 S.O.+\$10.50

Costo Empresa  
Semanal

6 (1.337 475 x S. O. +\$1.75) 8.02485 S.O.+\$10.50

Se añade \$1.75 que es el costo diario por renglón procesado de -  
la Nómina, en donde aparece el nombre del trabajador.

Turno de 10 Horas Diarias

Horas de trabajo normal semanal	8 Hrs. x 6 días = 48 Hrs.
Horas de trabajo reales semanal	10 Hrs. x 6 días = 60 Hrs.
Horas extras trabajadas	60 Hrs. - 48 Hrs. = 12 Hrs.
Horas Extras con Pago Doble	= 9 Hrs.
Horas Extras con Pago Triple	12 Hrs. - 9 Hrs. = 3 Hrs.

En vista de que todos los cargos están en función del S. O. y éste es igual a 7/6 S. B. y de que las horas extras se pagan con el S. B. tenemos que:

$$S. B. = \frac{6}{7} S.O.; Hrs.Ex. = \frac{S.B.}{8} = \frac{6}{7 \times 8} S.O. = \frac{6}{56} S. O.$$

Cálculo del Incremento al Salario por Horas Extras Dobles

Siendo 9 Horas Extras Dobles tendremos por día

$$\text{Horas Dobles: } \frac{2 \times 9 \text{ Hrs}}{6 \text{ días}} = \frac{18 \text{ Hrs.}}{6 \text{ días}} = 3 \text{ Hrs/día}$$

Por lo que el costo será:

$$\frac{6 S.O.}{56} \times 3 = 0.321429 \times S. O.$$

Horas Tríples:

$$\frac{3 \times 3 \text{ Hrs.}}{6 \text{ días}} = 1.5 \text{ Hrs./día}$$

Por lo que el costo será:

$$\frac{6 \text{ S.O.} \times 1.5}{56} = 0.160714 \text{ x S.O.}$$

---

$$\text{Suma} = 0.482143 \text{ x S.O.}$$

Siendo el costo total:

$$\frac{6.50 \times 4.5}{56} (\text{S.O.}) = 0.482143 \text{ S.O.}$$

Las percepciones en este caso se modifican en el cargo por educación, el cuál queda como 0.0148214.

Por lo tanto para el turno de 10 horas diarias tenemos:

Cargos	Salario	Salario
Gubernamentales	Mínimo	Mayor
(1) + (2) + (3)	0.327475 S.O.	0.289975 S.O.
Educación	<u>0.014821 S.O.</u>	<u>0.014821 S.O.</u>
Cargo al turno de 10 horas	= 0.342296 S.O.	0.304796 S.O.
	<u>0.482143</u>	<u>0.482143</u>
	0.824439	0.786939

Costo Semana de 6 días (10 hrs./tno.)

Percepciones

Costo Empresa

$$6 \times 1.824439 \text{ x S.O.} = 10.946634 \text{ S.O.}$$

$$+ \$ 10.50$$

$$6 \times 1.786939 \text{ S.O.} = 10.721634 \text{ S.O.}$$

$$+ \$ 10.50$$

El cargo de \$10.50 corresponde al proceso semanal de la nómina.

Turno de 12 Horas Diarias

Resumiendo lo anteriormente visto, tenemos que:

Horas trabajadas/Semana turno de 12 horas = 12 hrs. x 6 días =  
72 - 48 = 24 hrs. extras.

Horas extras con pago doble = 9hrs./semana

Horas extras con pago triple = 24 - 9 = 15 hrs. /semana

a) Incremento al salario por horas extras dobles:

Como en el caso anterior, se calcula con el Salario Base -  
S.B.

$$\frac{2 \times 9 \text{ hrs}}{6 \text{ días}} = \frac{18 \text{ hrs}}{6 \text{ días}} = 3 \text{ hrs/día}$$

Costo de la hora del Salario Base a partir del costo del -  
Salario Ordinario:

$$\text{S.O.} = \frac{7}{6} \text{ S.B.} \quad \text{por lo que} \quad \text{S.B.} = \frac{6}{7} \text{ S.O.}$$

Por hora de trabajo:

$$\frac{\text{S.B.}}{8} = \frac{6}{7 \times 8} \text{ S.O.} = \frac{6}{56} \text{ S.O.}$$

Percepción Diaria por horas extras dobles:

$$\text{Hr. Ex. D.} = \frac{6}{56} \text{ S.O.} \times 3 \text{ hrs} = \frac{18}{56} \text{ S.O.} = 0.3214290 \text{ S.O.}$$

Incremento por horas triples:

$$\text{Hr.Ex.T.} = \frac{6}{56} \text{ S.O.} \times \frac{15 \text{ hr/sem} \times 3}{6 \text{ días/sem}} = \frac{270}{336} = 0.8035714 \text{ S.O.}$$

---

$$\text{Incremento por día} = 1.1250004 \text{ S.O.}$$

Total de Percepciones

$$(1 + 1.125) \text{ S.O.} = 2.1250004 \text{ S.O.}$$

Para el turno de 12 horas diarias resulta:

Cargos	Salario	Salario
Gubernamentales	Mínimo	Mayor
(1) + (2) + (3)	0.327475 S.O.	0.289975 S.O.
Educación (1%)	<u>0.021250 S.O.</u>	<u>0.021250 S.O.</u>
	0.348725 S.O.	0.311225 S.O.

Costo Semana de 6 días de turno de 12 horas:

Percepciones

Costo Empresa	6 x 2.473725 = 14.84235	6 x 2.436225 =
	S.O.	14.61735 S.O.

Resumiendo los datos obtenidos encontramos lo siguiente:

Semana con:	Salario Mínimo	Salario Mayor
Turno de 8 hrs.	7.799850 x S.O.	8.024850 x S.O.
Turno de 10 hrs.	10.946634 S.O.	10.721634 S.O.
Turno de 12 hrs.	14.842350 S.O.	14.617350 S.O.

Más el cargo de \$ 10.50 por el proceso semanal de la nómina.

Para poder cumplir con el compromiso de entregar terminada la obra, antes de lo programado originalmente, fué necesario trabajar turnos de 10 horas, puesto que el turno de 8 horas era insuficiente y el de 12 horas resultaba muy costoso.

En base a los datos obtenidos en el estudio anterior y considerando que los precios unitarios están analizados sobre turnos de 8 horas, el factor de sobre costo por salario, será la diferencia entre los factores que corresponden a los turnos de 8 y 10 horas, es decir:

	Salario Mínimo	Salario Mayor
<u>turno de 10 horas</u>	<u>10.946634</u>	<u>10.721634</u>
turno de 8 horas =	= 1.403	= 1.336
	7.799850	8.024850

El factor promedio de sobrecosto es igual a :

$$\frac{1.403 + 1.336}{2} = \frac{2.739}{2} = 1.369 = 1.37$$

Por lo tanto el 37% será el incremento del costo por salario.

Del Programa de Obra se obtiene el % de reducción en la forma siguiente:

Duración original del programa: Enero 1980 - julio 15, 1980

Duración modificada del programa: Enero 1980 - mayo de 1980

MES	DIAS	ACUMULADO	REDUCCION
Enero	31	31	
Febrero	29	60	
Marzo	31	91	
Abril	30	121	$\frac{152 \text{ días}}{197 \text{ días}} = 77.16 \%$
Mayo	31	152	
Junio	30	182	
Julio'15	15	197	

Es decir, el Programa Original se redujo al 77.16% del tiempo, con el programa modificado.

Para mayor facilidad en los cálculos posteriores se tomará como bueno el 77 %.

Como se dijo anteriormente, para aplicar el % de reducción a las actividades principales del programa es necesario analizar diferentes porcentajes de reducción de tiempo, apoyandonos en el factor antes obtenido, lo cual se realiza a base de interpolaciones como se indica a continuación:

Para un Programa al 100%, o sea, sin reducción, no hay porcentaje de incremento, por lo que el factor de sobrecosto sería -



igual a 1.00, es decir, igual al costo. Considerando la reducción de 77% y el sobrecosto de 1.37 tenemos:

$$\begin{aligned} \text{\% de reducción} &= 100 - 77 = 23\% \\ \text{Diferencia} & \\ \text{Factor Sobrecosto} &= 100 - 1.37 = 0.37 \end{aligned}$$

Por lo tanto, el Factor Unitario de Sobrecosto será:

$$\frac{0.37}{23} = 0.01609$$

Este Factor Unitario de Sobrecosto servirá para hacer las interpolaciones de la tabla.

Ahora bien para traducir el factor de sobrecosto a eficiencia, obtengamos el recíproco de éste, lo cual significa representar mediante una eficiencia menor el incremento del costo.

Como se podrá observar en la tabla siguiente, la relación que guarda el factor de sobrecosto y la eficiencia es inversamente proporcional, es decir a mayor sobrecosto menor eficiencia y viceversa.

Para obtener el factor de eficiencia total, hagamos intervenir las eficiencias por rendimiento y por sobrecosto calculadas anteriormente.

Finalmente calcularemos el factor de incremento para la mano de obra, utilizando nuevamente el recíproco de la eficiencia total.

PROGRAMA ORIGINAL (% DE TIEMPO)	PROGRAMA MODIFICADO (CON % DE REDUCCION DE TIEMPO)	FACTOR DE SOBRE-COSTO	TRADUCCION A EFICIENCIA (1/FACTOR DE SOBRECOSTO)	FACTOR EFICIENCIA POR RENDIMIENTO	FACTOR EFICIENCIA TOTAL	FACTOR DE INCREMENTO (1/EFICIENCIA)
------------------------------------	---	-----------------------	---	-----------------------------------	-------------------------	--

100	100	1.00000	1.00	1.000	1.00	1.00
100	95	1.08043	0.93	0.882	0.83	1.20
100	90	1.16087	0.86	0.882	0.76	1.33
100	85	1.24132	0.81	0.882	0.72	1.37
100	84	1.25741	0.80	0.882	0.71	1.39
100	82	1.28959	0.78	0.882	0.69	1.45
100	80	1.32177	0.76	0.882	0.68	1.47
100	79	1.33786	0.75	0.882	0.67	1.49
100	78	1.35395	0.74	0.882	0.66	1.52
100	77	1.37000	0.73	0.882	0.65	1.54
100	76	1.38613	0.72	0.882	0.64	1.56
100	75	1.40222	0.71	0.882	0.63	1.59
100	71	1.46658	0.68	0.882	0.60	1.67
100	69	1.49876	0.67	0.882	0.59	1.69
100	67	1.53094	0.65	0.882	0.58	1.72

Seleccionando los valores necesarios para el programa constructivo, tenemos:

ACTIVIDAD	PROGRAMA MODIFICADO (%)	FACTOR DE EFICIENCIA TOTAL	FACTOR DE INCREMENTO
Demoliciones	69	0.59	1.69
Excavaciones	79	0.67	1.49
Cargas y acarreos	79	0.67	1.49
Acero de refuerzo	79	0.67	1.49
Cimbras	77	0.65	1.54
Concretos	76	0.64	1.56
Rellenos	67	0.58	1.72
Presforzados	67	0.58	1.72
Pavimentos	77	0.65	1.54
Guarniciones y banquetas	77	0.65	1.54

## ANALISIS DEL FACTOR DE EFICIENCIA EN LA MAQUINARIA

### A) Factor de Eficiencia por Sobrecosto

Al reducirse el programa se generan sobrecostos directos inmediatos e indirectos a mediano plazo, originados principalmente por:

- 1) incremento de movimientos y traslados de la maquinaria en algunos tramos de obra, lo cual ocasiona gastos adicionales de fletes y equipos auxiliares para dichas maniobras, como son los trailers de plataforma usados para la transportación, y en algunos casos grúas para auxiliar en la colocación del equipo sobre dicha plataforma; así mismo es obvio hacer notar que durante el tiempo que tardan estas maniobras, el equipo permanece ocioso.
- 2) en el caso del equipo (usualmente equipo pesado) que en su análisis de precio unitario incluye la operación, debe considerarse el sobrecosto originado por las horas extras del operador ya que éstas no son consideradas en el análisis normal de precios unitarios.
- 3) incremento en el número y costo de las reparaciones, referente al número de éstas, se ve incrementado por el mayor esfuerzo a que se somete la maquinaria y en cuanto al costo que también se ve incrementado por la prontitud requerida para que continúe trabajando el equipo.

Para ejemplificar esta situación analicemos el caso de excavación para cajón del Metro, ya que es de los casos más representativos, y el equipo empleado de los más usuales.

El equipo a considerar será el de la Draga Link Belt 108 con cucharón de almeja, que es el más utilizado en la excavación de los muros milán y de núcleo, que son actividades primordiales para dar avance en las obras, pues de ellas dependen un sinnúmero de actividades complementarias.

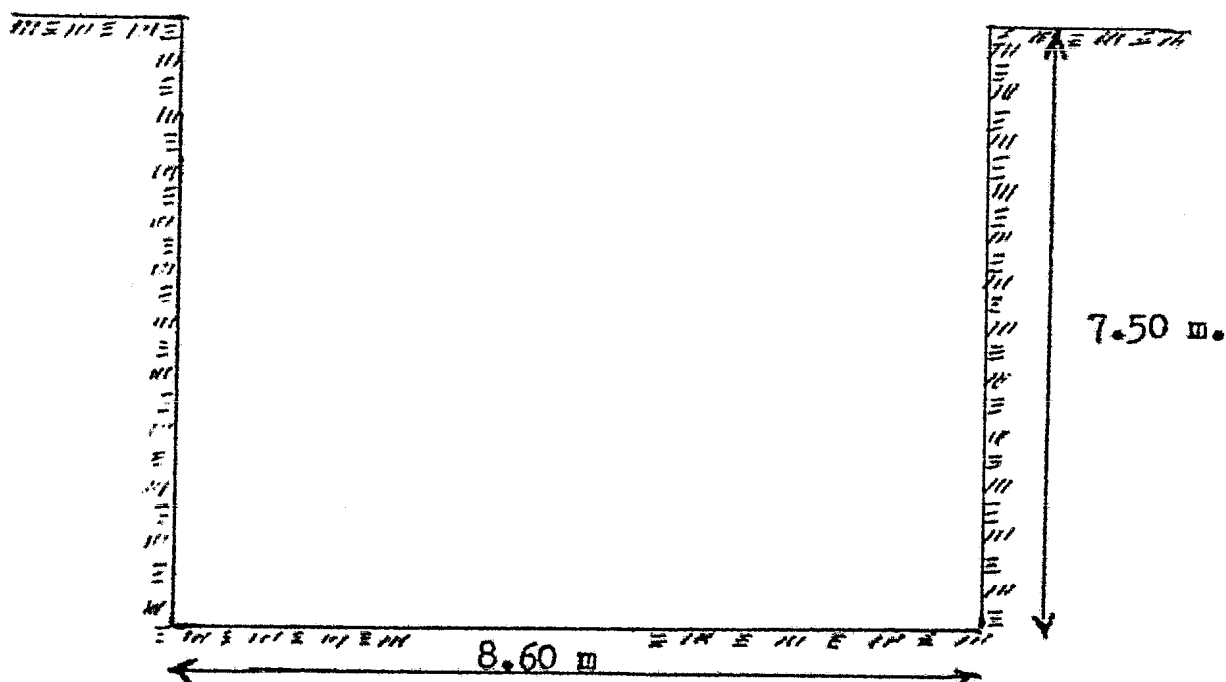
Si consideramos una excavación para la cual se emplea otro equipo adicional, éste para ser rentable deberá tener actividad por lo menos durante un mes, que es la renta mínima que se cobra por equipo pesado.

Como podrá observarse el sobrecosto se genera básicamente por el flete del equipo, ya que la renta mensual no causa sobrecosto, puesto que es absorbida por la producción de la máquina misma.

Asimismo la producción por máquina es independiente de si existen uno o más equipos, siempre que tenga frente de ataque.

A continuación obtengamos el % de sobrecosto que nos represente el flete.

Sección del cajón subterráneo del Metro.



CONCEPTO	EQUIPO Y MANO DE OBRA UTILIZADOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EMPRESA	IMPORTE (\$)	IMPORTE ACUMULADO (\$)
Desmontaje, transporte y montaje de Draga Link Belt LS - 108 con cucharón de almeja, con duración total de 2 días.	<u>Mano de Obra</u>					
	Peón	turno	4	297.38	1,189.52	1,189.52
	Ayudante General	turno	2	448.75	897.50	2,087.02
	Maniobrista	turno	2	555.72	1,111.44	3,198.46
	Mecánico	turno	2	1,107.31	2,214.62	5,413.08
	<u>Equipo Activo</u>					
	Camión Plataforma	hora	9	655.55	5,899.95	11,313.03
	Autogrúa Pettibone	hora	8	1,041.64	8,333.12	19,646.15
	<u>Equipo Ocioso</u>					
	Draga LS - 108	hora	20	1,043.70	20,874.00	40,520.15
	Camión Plataforma	hora	11	410.77	4,518.47	45,038.62
	Autogrúa Pettibone	hora	12	627.61	7,531.32	52,569.94

La renta de la Draga LS - 108 es de \$290,000.00 por mes trabajado o por 200 horas activas, lo que ocurra primero, e incluye los gastos debidos a mantenimiento, consumos y operaci3n.

El rendimiento promedio para las 200 horas activas es de 100 m.l. de caj3n subterr3neo, si consideramos la secci3n de los croquis anteriormente mostrados, tenemos que los 100 m.l. equivalen a  $100 \times 8.60 \times 7.50 = 6,450 \text{ m}^3$ , por lo que:

$$\text{Costo unitario/m}^3 = \frac{\$290,000.00}{6,450 \text{ m}^3} = \$44.96/\text{m}^3$$

Costo unitario/m<sup>3</sup> con sobrecosto =

$$\frac{\$342,569.94}{6,450 \text{ m}^3} = \$53.11/\text{m}^3$$

$$\text{Sobrecosto/m}^3 = \$53.11 - \$44.96 = \$8.15$$

$$\text{Sobrecosto/m}^3 (\%) = \frac{8.15}{44.96} = 18.13 \%$$

Esto significa que las maniobras de montaje y flete de equipo incrementan en un 18.13% el costo unitario, producto de dividir la renta mensual entre el volumen ejecutado en dicho lapso de tiempo.

Si la m3quina trabaja durante varios meses el sobrecosto calculado deber3 prorratearse entre el n3mero de los mismos.

En la obra del Paso a Desnivel Hangares, la draga adicional labor3 durante tres meses, por lo cual el incremento neto por m<sup>3</sup> fue de :

$$\frac{18.13 \%}{3} = 6.04 = 6 \%$$

Por lo que generalizando para el resto del equipo, el sobrecos-

to total es del 6%, que traduciendolo a eficiencia tenemos

$$1 / 1.06 = 0.943$$

que es el factor de eficiencia por sobrecosto.

### B) Eficiencia por Rendimiento de Maquinaria

Para terminar la obra antes de lo programado inicialmente se incremento el número de máquinas, para así disminuir los periodos de las actividades en que intervienen.

Calculemos el rendimiento semanal de la draga con cucharon - tipo almeja de  $3/4$  y  $d^3$ . Cuya capacidad se castigo al 75% por abundamiento.

$$1 \text{ y } d^3 = 0.9144 \times 0.9144 \times 0.9144 = 0.76 \text{ m}^3$$

$$3/4 \text{ y } d^3 = 0.76 \text{ m}^3 \times 0.75 = 0.57 \text{ m}^3 / \text{ ciclo}$$

El ciclo de excavación y carga al camión medido en la obra fué de 1.7 min/ciclo, por lo que :

$$\text{número de ciclos/hora} = \frac{60 \text{ min/hr.}}{1.7 \text{ min/ciclo}} = 35 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}}$$

$$\begin{aligned} \text{rendimiento/hora} &= 35 \text{ ciclos/hora} \times 0.57 \text{ m}^3/\text{ciclo} = \\ 19.95 \text{ m}^3/\text{hr} &= 20 \text{ m}^3/\text{hr}. \end{aligned}$$

Entonces el rendimiento horario de la draga es igual a  $20 \text{ m}^3$ .

Si observamos el programa constructivo modificado, tenemos que las reducciones en las actividades varían de 1 a 8 semanas, - por lo que tomaremos dicho lapso para el análisis con la longitud ejecutada de acuerdo al rendimiento y lapso de tiempo señalados.

Interpolando el rendimiento de  $20 \text{ m}^3/\text{hr}$  para diferentes reducciones de tiempo, obtendremos el número de dragas adicionales



para cada caso.

Para hacer más representativo el análisis, transformaremos el rendimiento de la draga de  $m^3$  a m-cajón de túnel, es decir, rendimiento por longitud de la sección promedio mostrada en los croquis 1 y 2.

Rendimiento semanal de la draga =

$$20 \text{ m}^3/\text{hr} \times 10 \text{ hr}/\text{tno} \times 6 \text{ tnos}/\text{sem} = 1200 \text{ m}^3/\text{sem}.$$

$$\text{Area sección promedio cajón} = 7.5 \times 8.30 = 62.25 \text{ m}^2$$

Rendimiento semanal de la draga =

$$\frac{1200 \text{ m}^3/\text{sem}}{62.25} = 19.28 \text{ m-cajón}/\text{sem}$$

El programa original de construcción es de 26 semanas y el modificado de 20, es decir, hay una reducción de 6 semanas por lo que el volúmen de esas 6 semanas se deberá absorber con el programa modificado.

Longitud por ejecutar en 26 semanas

$$19.28 \text{ m} \times 26 = 501.28 \text{ m-cajón}$$

A continuación se hará el cálculo correspondiente a la eficiencia por rendimiento en la maquinaria.

LONGITUD (M-CAJON)	REDUCCION DE PROGRAMA (SEMANA )	PROGRAMA (%)	VOLUMEN REDUCCION (M-CAJON)	VOLUMEN POR ABSORBER (M-CAJON)	VOLUMEN SEMANTAL ABSORBER (M-CAJ/SEM)	RENDIMIENTO SEMANTAL POR DRAGA (M-CAJ/SEM)	No. DE DRAGAS ADICIONALES (FRACCION DE MAQUINA)	FACTOR DE INCRE- MENTO	EFICIENCIA POR RENDIMIENTO (%)
501.28	26	100	501.28	-	-	19.28	-	1.000	1.00
501.28	25	96	481.23	20.15	1.003	19.28	0.052	1.052	0.95
501.28	24	92	461.18	40.10	2.005	19.28	0.104	1.104	0.91
501.28	23	88	441.13	60.15	3.008	19.28	0.156	1.156	0.87
501.28	22	85	426.09	75.19	3.760	19.28	0.195	1.195	0.84
501.28	21	81	406.04	95.24	4.762	19.28	0.247	1.247	0.80
501.28	20	77	385.99	115.29	5.765	19.28	0.299	1.299	0.77
501.28	19	73	365.93	135.35	6.768	19.28	0.351	1.351	0.74
40 501.28	18	69	345.88	155.40	7.770	19.28	0.400	1.400	0.71
501.28	17	65	325.83	175.45	8.773	19.28	0.460	1.460	0.68
501.28	16	62	310.79	190.49	9.525	19.28	0.490	1.490	0.67

C.- DETERMINACION DE LA EFICIENCIA TOTAL DE LA MAQUINARIA

PROGRAMA ORIGINAL (TIEMPO)	PROGRAMA MODIFICADO (con % reducción)	REDUCCION NETA EN SEMANAS	FACTOR DE EFICIENCIA POR SOBRECOSTO	FACTOR DE EFICIENCIA POR RENDIMIENTO	FACTOR DE EFICIENCIA TOTAL	FACTOR DE INCREMENTO (1/ FACTOR EFICIENCIA)		
semanas (%)	semanas (%)							
26	100	26	100	0	1,000	1.00	1,00	1.00
26	100	25	96	1	0.943	0.95	0.90	1.11
26	100	24	92	2	0.943	0.91	0.86	1.16
26	100	23	88	3	0.943	0.87	0.82	1.22
26	100	22	85	4	0.943	0.84	0.79	1.27
26	100	21	81	5	0.943	0.80	0.75	1.33
26	100	20	77	6	0.943	0.77	0.73	1.37
26	100	19	73	7	0.943	0.74	0.70	1.43
26	100	18	69	8	0.943	0.71	0.67	1.49
26	100	17	65	9	0.943	0.68	0.64	1.56
26	100	16	62	10	0.943	0.67	0.63	1.59

APLICADO AL PROGRAMA CONSTRUCTIVO TENEMOS :

A C T I V I D A D	REDUCCION NETA EN SEMANAS	FACTOR EFI-CIENCIA TOTAL	FACTOR DE INCREMENTO
DEMOLICIONES	4	0.79	1.27
EXCAVACIONES	5	0.75	1.33
CARGAS Y ACARREOS	5	0.75	1.33
ACERO DE REFUERZO	-	-	-
CIMBRAS	6	0.73	1.37
CONCRETOS	6	0.73	1.37
RELLENOS	4	0.79	1.27
PRESFORZADOS	1	0.90	1.11
PAVIMENTOS	6	0.73	1.37
GUARNICIONES Y BANQUETAS	-	-	-

## V PROGRAMAS DE PROYECTO

El programa modificado de la obra se muestra en la hoja anexa, en el cual podemos observar las duraciones de cada actividad, así como su porcentaje de composición y el importe de la misma.

La obtención del importe por actividad, se calculó a partir de la cuantificación del proyecto para la obra ejecutada del mes de enero al mes de mayo de 1982, cuyos volúmenes e importes se detallan a continuación:

No.	ACTIVIDAD	UNI DAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE (MILES)	% DE COMPO SICIÓN	
1	Demoliciones	m <sup>3</sup>	1,509.10	1,424.03	2'149	2	
2	Excavaciones	m <sup>3</sup>	56,935.66	444.92	25'332	21	
3	Cargas y acar- reos	m <sup>3</sup>	58,444.76	197.37	11'535	9	
4	Acero de refuer zo	Ton.	691.33	26,570.00	18'369	15	
5	Cimbras	m <sup>2</sup>	7,725.61	528.36	4'082	3	
6	Concretos	m <sup>3</sup>	18,637.63	2,267.44	42'260	35	
7	Rellenos	m <sup>3</sup>	2,659.04	234.78	625	1	
8	Presforzados	Pza.	96	43,773.43	4'202	4	
9	Pavimentos	m <sup>3</sup>	2,351.73	1,378.35	3'242	3	
10	Guarniciones y banquetas	m <sup>3</sup>	1,943.80	3,211.70	6'243	7	
					SUMAS	118'039	100 %

En el croquis de la planta general se anotaron los porcentajes de obra ejecutada bajo condiciones de premura de tiempo, y del cual resultan los volúmenes arriba anotados.

Cabe observar que el resto de la obra se ejecutó desde el inicio de la obra en marzo de 1979 hasta diciembre del mismo año y por lo tanto no se verá afectada por el incremento calculado por la reducción del programa constructivo.

ACTIVIDAD	IMPORTE OBRA (mil)	COMPOSICION %	PROGRAMA MODIFICADO								TIEMPO DE REDUCCION (%)	
			ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO		
DEMOLICIONES	2'149	2										69
EXCAVACIONES	25'332	21										79
CARGAS Y ACARREOS	11'535	9										79
ACERO DE REFUERZO	18'369	15										79
CIMBRAS	4'082	3										77
CONCRETOS	42'260	35										76
RELLENOS Y COMPACTACIONES	625	1										67
PRESFORZADOS	4'202	4										67
PAVIMENTOS	3'242	3										77
GUARNICIONES Y MANQUETAS	6'243	7										77
SUMA	118'039	100 %										

PROGRAMA ORIGINAL

## NOTAS REFERENTES A LOS PRECIOS UNITARIOS

### 1.- Demoliciones

Es importante conocer el espesor promedio independientemente del área total demolida, puesto que el grado de dificultad - aumenta en razón directa a dicho espesor, además es lógico que también será mayor el armado de fierro de refuerzo por cortar. El precio unitario P.U. aquí señalado es para un espesor demolido mayor o igual a 35 cms. y que corresponde a la demolición medida en banco de los muros tablaestacas transversales.

### 2.- Excavaciones

El precio unitario se refiere a la excavación del núcleo medido en banco, e incluye el bombeo hidráulico que se efectúa para abatir el nivel freático y ejecutar la excavación en condiciones aceptables de humedad. Para dicha excavación se utilizó la draga tipo Link Belt LS-108 con cucharón de almeja de  $3/4\text{yd}^3$ .

### 3.- Cargas y acarreos

El tipo de carga es mecánica, puesto que se efectúa con el cucharón de almeja, e incluye en el precio unitario señalado un acarreo de 15 kms.; como en el caso anterior es aplicable a volúmenes medidos en banco, es decir, el precio unitario tiene ya considerado un porcentaje promedio de abundamiento.

### 4.- Acero de refuerzo

El P.U. para este concepto es un promedio pesado para diversos diámetros utilizados y que fueron en forma general de 3/8",

5/8", 1/2", y 1".

#### 5.- Cimbras

Las cimbras que se utilizaron en el periodo de premura analizado se refieren a los muros estructurales también llamados de "acompañamiento" puesto que detrás de ellos se encuentra el muro milán.

#### 6- Concretos

El P.U. se refiere al concreto con resistencia normal de 150 Kg/cm<sup>2</sup>, Tamaño máximo de agregado de 3/4" y con revenimiento de 10 cms. con holgura de  $\pm$  2 cms.

Este tipo de concreto fué utilizado en los muros estructurales y en la losa de fondo.

#### 7.- Rellenos

El volumen ejecutado fué realmente poco y se utilizó básicamente para las banquetas circundantes, así como para las zonas jardinadas, puesto que la carpeta asfáltica se aplicó directamente sobre la losa inferior.

El P.U. se refiere básicamente al relleno con tepetate compactado con equipo manual.

#### 8.- Presforzados

Se utilizaron para la zona de puente como se ve en las gráficas. El tipo de elemento utilizado fué la tableta presforzada TP 49 de 0.55 x 0.94 x 14.00 m.

#### 9.- Pavimentos

Antes de tender la carpeta asfáltica, fué necesario efectuar -



una renivelación con base negra para poder dar una superficie plana, en promedio su espesor fué de 10 cms.

El P.U. respectivo incluye la limpieza del sitio, los riegos de liga e impregnación, el tendido de carpeta de 15 cms. y el sellado final con agua-cemento.

#### 10.- Guarniciones y banquetas

Puesto que el P.U. de ambos conceptos tienen diferente unidad de medición (para guarniciones el m.l. y para banquetas el m<sup>2</sup>) se tomó como unidad el m<sup>3</sup> considerando que la guarnición tiene una sección de 0.15 x 0.20 x 0.50 m. y la banqueta un espesor de 10 cms. con un ancho de 2.50 mts.

VI TABLA RESUMEN PARA LA DETERMINACION DEL INCREMENTO

ACTIVIDAD	DURACION EN DIAS		PROGRAMA MODIF. ORIGINAL ( % )	COMP. ORIGINAL ( % )	INTEGRACION EN LA COMPOSICION DEL P.U.			EFICIENCIA		INCREMENTO			CARGO ADICIONAL			INCREMENTO TOTAL
	ORIGINAL	MODIF			MATERIAL	H. DE O.	EQUIPO	M.O.	EQUIPO	MAT.	M.O.	EQUIPO	MAT.	M.O.	EQUIPO	
DEMOLICIONES	78	54	69	2	-	0.66	0.34	0.59	0.79	-	1.69	1.27	-	2.23	0.86	3.09
EXCAVACIONES	144	114	79	21	-	0.10	0.90	0.67	0.75	-	1.49	1.33	-	3.13	25.14	28.27
CARGAS Y ACARREO	144	114	79	9	-	0.06	0.94	0.67	0.75	-	1.49	1.33	-	0.80	11.25	12.05
ACERO DE REFUERZO	144	114	79	15	0.79	0.21	-	0.67	-	1.029	1.49	-	12.19	4.69	-	16.88
C I M B R A S	156	120	77	3	0.48	0.42	0.10	0.65	0.73	1.117	1.54	1.37	1.61	1.94	0.41	3.96
C O N C R E T O	150	114	76	35	0.67	0.23	0.10	0.64	0.73	1.045	1.56	1.37	24.51	12.56	4.80	41.87
RELLENOS Y COMPACTACIONES	72	48	67	1	0.44	0.05	0.51	0.58	0.79	1.105	1.72	1.27	0.49	0.09	0.65	1.23
PRESFORZADOS	18	12	67	4	0.62	0.05	0.33	0.58	0.90	1.053	1.72	1.11	2.61	0.34	1.47	4.42
PAVIMENTOS	156	120	77	3	0.43	0.27	0.30	0.65	0.73	1.080	1.54	1.37	1.39	1.25	1.23	3.87
GUARNICIONES Y BANQUETAS	156	120	77	7	0.45	0.55	-	0.65	-	1.051	1.54	-	3.31	5.93	-	9.24

FACTOR DE INCREMENTO DE LA OBRA: 1.2488

S U M A : 124.88

PORCENTAJE DE INCREMENTO POR APLICAR : 24.88 %

## VII CONCLUSIONES

La última columna de la tabla anterior nos indica como quedan los porcentajes de composición final de cada actividad, siendo la suma de éstas lo que nos dá a conocer el incremento total de la obra en conjunto, que en este caso es del 24.88%.

Aplicando lo anterior tenemos:

IMPORTE ORIGINAL	FACTOR DE INCREMENTO	IMPORTE DE INCREMENTO	IMPORTE FINAL
( M I L E S D E P E S O S )			
118'039	24.88%	29'368	147'407

Es decir, el incremento que el cliente debe pagar por la reducción del programa de la obra es de \$29'368,000.00 (veintinueve millones trescientos sesenta y ocho mil pesos 00/100 m. n.).

Como hemos visto en el desarrollo del presente trabajo, es muy importante que en la construcción de obras se evalúen las condiciones reales, tanto de rendimientos como de costos, ya que posteriormente serán la única base para solicitar al cliente incrementos y/o reclamaciones debidamente soportadas.

En la actualidad este aspecto es importantísimo e incluso puede llegar a determinar la pérdida o ganancia del constructor, debido a la reducción del programa (sean cuales fueren sus causas), podemos asegurar que no existe compañía constructora que se libere de dichas reducciones, puesto que de todos es bien sabido que por regla general todas las obras efectúan reducciones en sus programas a fin de terminar en el periodo de tiempo requere-

rido. Dicha reducción puede ser impuesta por el cliente u originada por los atrasos que se van acarreando a lo largo de la ejecución.

Sea o no responsable el constructor de los atrasos es importante determinar el incremento que se produce en el costo y así saber en que medida afecta a la utilidad esperada.

Siendo la industria de la construcción una de las que tienen mayor riesgo económico y que requieren de una gran iniciativa y creatividad para superar los obstáculos y dificultades del proceso constructivo, es muy lamentable que a pesar de dicho esfuerzo se lleguen a tener pérdidas o en el mejor de los casos utilidades mínimas o nulas, por carecer de elementos suficientes para detectar las fugas de dinero ocasionadas por los sobrecostos y bajos rendimientos; no imputables a la responsabilidad de la constructora.