

ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS DEL PERU

PROYECTO DE GRADO PRESENTADO POR:

LAZARO MONTEVERDE ASCASIBAR

PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO DE :

CONSTRUCCIONES CIVILES

PROMOCION DE 1918

LIMA - PERU

1949

FERROCARRIL TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

Proyecto definitivo para la prolongación de 10 kms. de
vía a partir del km. 78 en actual tráfico

M E M O R I A

DESCRIPCION DEL PROYECTO

El estudio para prolongar esta vía en 10 kms., a partir del Km. 78, ha tenido por objeto acercarse lo mas posible a los aserraderos que existen en la región, para la obtención, tanto de madera para uso comercial, como para la preparación de durmientes para los Ferrocarriles del Estado. En la prolongación de estos 10 kms. de vía se encuentran ubicados dos aserraderos: uno en la quebrada de Manyan y otro en la quebrada de Misquirragra y su proximidad a la vía, es, para el primero de solo un kilómetro y para el segundo de tres kilómetros.

DESCRIPCION GENERAL DEL TERRENO

La zona recorrida para el trazado es de topografía bastante accidentada, cubierta de bosques, sobre todo a partir del km. 80; de este punto la vegetación aumenta en forma tal que impide dárse cuenta exacta de la topografía del terreno. Las quebradas son muy numerosas y muy cerradas, por casi todas ellas corre agua y es de suponer que en la época de lluvias, su caudal aumente.

TROCHA

En la imposibilidad de ejecutar el trazado en un terreno cubierto de malezas y monte, se optó por ejecutar, de primera intención, una trocha que satisficiera las condiciones del trazado a ejecutarse, esto es, de cuatro metros de ancho y con la pendiente que debería tener el estudio.

El terreno es rocoso en la mayor parte, abundan las formaciones graníticas, las rocas calizas, rocas pizarras y rocas arcillosas de diferente grado de dureza, cubiertas por capas de terreno vegetal de espesor variable, aunque siempre reducido.

Siendo bien conocidas las condiciones generales de los terrenos de montaña, no necesitamos insistir sobre este punto.

CARACTERISTICAS DEL TRAZADO

Las instrucciones impartidas por la Dirección de Caminos y FF.CC. para el trazado definitivo, prescribían las siguientes características:

- Ancho de vía.....0.91 m.
- Gradiente máxima.....3.5 %
- Radio mínimo..... 82 m. o sea 14°
- Tangente mínima entre curvas reversas..... 40 m y

como punto obligado de paso los estribos de un puente que para la prolongación de este ferrocarril, se habían construido años antes.

- Terraplén- Ancho entre aristas.....3.60 m.
- Corte-Ancho total de la caja sin considerar el ancho de las cunetas.....4.00 m

Sin embargo, en el presente presupuesto se ha considerado los terraplenes de 4 metros de ancho, entre aristas, pues aunque 3.60 m. son suficientes para contener la superestructura, es conveniente prevenir la erosión producida en los terraplenes por las aguas en las regiones lluviosas.

El aumento en el ancho de los terraplenes de 3.60 m. á 4.00 m. no altera de una manera apreciable nuestros presupuestos, porque hay un gran excedente de material procedente de los cortes que pueden emplearse en ensanchar el terraplén.

DESCRIPCION DEL TRAZADO

El trazado empieza en el km.78 de Cota 2856.69 m. sobre el nivel del mar, debiendo llegar a los estribos del puente (punto obligado de paso) en la cota 2708.90 m. y con una longitud directa de 3.900 kms. lo que nos dá una pendiente de 3.84 %; pendiente que

está fuera de las especificaciones é inadecuada para un ferrocarril de simple adherencia. Como la quebrada es tan cerrada y las laderas muy inclinadas, no era posible hacer desarrollos directos para obtener la longitud deseada para tener una gradiente que encuadrara a la especificada; por esta razón ha sido obligado el colocar los anti-económicos Zig Zag, salvando así, la gradiente inadecuada.

Como hemos dicho, el trazado empieza en el Km. 78, punto actual final del Ferrocarril Tambo del Sol al Pachitea (Estación Puaynacray) y por la margen derecha del rio Huachón, hasta el km. 83.140 donde pasa a la margen izquierda del mismo rio Huachón. En este punto existen construidos los dos estribos para un puente de 16 m. para este mismo ferrocarril, desde hace muchos años.

Del km. 83.140 que el trazado pasa a la margen izquierda, sigue por esta margen hasta el km. 88, punto final del estudio y trazado de este ferrocarril.

La nivelación comienza en el km. 78 con la cota 2856.69 m. sigue por la margen derecha hasta cruzar el rio Huachón en el km. 83.140 y con cota 2708.90 m. dando una pendiente media de 2.92 %; despues de cruzar el rio sigue por la margen izquierda hasta el km. 88 punto final del estudio con cota 2551.75, dando una pendiente media para los 10. kms. de 3.069 %.

El trazo de las curvas se ha colocado en el terreno, empleando el sistema de grado y utilizando las tablas que existen pre preparadas para obtener rápidamente, en el terreno, todos los elementos de la curva.

Las tablas nos dan:

La tangente T y la external E para curvas de 1º en función del ángulo de intersección I; tambien nos dá la misma tabla la deflexión regular y el ángulo de flexión de metro en metro para cada grado de curvatura.

CAICULO DE UNA DE LAS TANTAS CURVAS DEL ESTUDIO

Tomaremos la curva de origen.

Estudiado con toda detención el terreno se fijó como el P.I. la estaca Km.78.04.450 estando con el instrumento en el P.I. y con la longitud que se indica, se fijó un nuevo alineamiento, obteniéndose el ángulo $I = 64^\circ$ y escogido el punto E externa, debía colocarse una curva de 10°

Con los datos tomados sobre el mismo terreno, calculemos todos los elementos de esta curva.

T = Tangente

E = External

L = Longitud de curva

PC = Origen de curva

PT = Punto de tangencia de la curva

DATOS

PI = 78.04.4.50

I = 64°

$D^\circ = 10^\circ$

CALCULO DE LA TANGENTE T

La tablada para 64° de ángulo de intersección y para un grado de curvatura 716.06 y como en el presente caso se trata de calcular para una curva de 10° tendremos que la tangente

$$T = \frac{716.06}{10^\circ} = 71.61 \text{ m.}$$

CALCULO DE LA EXTERNAL

La tabla dá para 64° de ángulo de intersección y para un grado de curvatura 205.32 y como estamos calculando una curva de 10° tendremos que la external

$$E = \frac{205.32}{10^\circ} = 20.53 \text{ m.}$$

CALCULO DE LA LONGITUD DE LA CURVA L

La Longitud L de la curva es igual al ángulo de intersección $\frac{I^{\circ}}{D^{\circ}}$ sobre el grado de curvatura, en este caso

$$L = \frac{64}{10} = 6.4 \text{ cadenados de 20 metros que para obtener}$$

su longitud en metros tendríamos que multiplicarla por 20 ó sea:

$$L = \frac{64}{10} \times 20 = 128.00 \text{ m.}$$

DETERMINACION DEL P C.-

Para su determinación restamos del número de la estaca que corresponde al P I, la longitud de la tangente T y tendremos el número de la estaca, que le corresponde, así:

$$PC = PI - T = 78.04.450 - 71.61 = \text{Km. } \underline{77.97.2.89}$$

DETERMINACION DEL P T

Para obtener el número de estaca que corresponde al P T tenemos que agregar al P C la longitud de la curva, esto es;

$$P.T = P.C. + L = 77.97.2.89 + 128 = \underline{78.10.0.89}$$

Conociendo el número de la estaca que corresponde al P. C. y al P.T. solo nos resta calcular las deflexiones de las estacas intermedias para colocárlas en su verdadera posición en el terreno, esto es :

<u>ESTACA</u>	<u>ANGULO DE DEFLEXION</u>		
P.C. 97.2.89	0°	48'	65
98	+ 1°	46'	65
	+ 2°	30'	
99	+ 4°	46'	65
	+ 2°	30'	

<u>ESTACA</u>		<u>ANGULO DE DEFLEXION</u>
Km.	78	6° 46' 65
		+ 2° 30'
	1	9° 16' 65
		+ 2° 30'
	2	11° 46' 65
		+ 2° 30'
	3	14° 16' 65
		+ 2° 30'
	4	16° 46' 65
		+ 2° 30'
	5	19° 16' 65
		+ 2° 30'
	6	21° 46' 65
		+ 2° 30'
	7	24° 16' 65
		+ 2° 30'
	8	26° 46' 65
		+ 2° 30'
	9	29° 16' 65
		+ 2° 30'
	10	31° 46' 65
		+ 0° 13' 35
	PT.10.0.89	32° 00' 00

La comprobación de que las deflexiones están bien calculadas es que el ángulo de la deflexión total es igual a la mitad del ángulo de intersección; en el presente caso el ángulo de intersección $I = 64^\circ$ y la deflexión total para el P.T. - = á 32° .

DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Se presenta este trabajo en los documentos siguientes:

- 1.- Memoria
- 2.- Metrados de movimiento de tierras
- 3.- Metrados de albañilería de muros de sostenimiento
- 4.- Cálculo de los estribos para un puente metálico
- 5.- Presupuesto
- 6.- Planos que comprenden:
Plano a escala de $\frac{1}{1000}$
Perfil Longitudinal a escala horizontal $\frac{1}{2000}$ y
escala vertical $\frac{1}{200}$ y
Secciones transversales a escala de $\frac{1}{100}$ para los
10 kms. estudiados con curva de nivel de 2 en 2 me-
tros para el plano.
- 7.- Vía que comprende: Rieles, Durmientes y Lastrado
- 8.- Estudio económico.

OBRAS

Nos ocuparemos rápidamente de los diferentes tipos adoptados para la obra a ejecutarse en el presente proyecto.

OBRAS DE TIERRA.-

Ya hemos dicho que la plataforma tiene 4 metros de ancho, tanto en cortes como en relleno; añadiremos que tanto los taludes de los cortes como el de los rellenos se han fijado teniendo en cuenta la clase de material, así para la roca dura o blanda se ha fijado el talud $1/10$ para los conglomerados $1/3$ y para los rellenos $1/2$.

El cubo medio de corte por metro lineal para los 10 kms. estudiados es de $\frac{220.511.250}{10.000} = 22.05 \text{ m}^3$ por metro lineal

y el cubo medio de relleno es de $\frac{40.291.800}{10.000} = 4.03 \text{ m}^3$ por metro lineal.

metro lineal.

El movimiento en corte, aunque un poco elevado, se debe a que se ha tratado de conservar la línea en corte como garantía de su estabilidad.

TUNELES

Se ha adoptado el tipo de 18 m^2 de sección, de paredes de $1/10$ de inclinación hasta el arranque de la bóveda que es un arco de círculo ó sea que el túnel tiene como dimensiones 4 metros de ancho por 5.50 metros de alto.

Para adoptar la solución túnel, es necesario primero resolver la ecuación que a continuación se plantea, la que nos dará la altura máxima de corte cerrado aceptable, pasada la cual, lo mas económico es proyectar túnel.

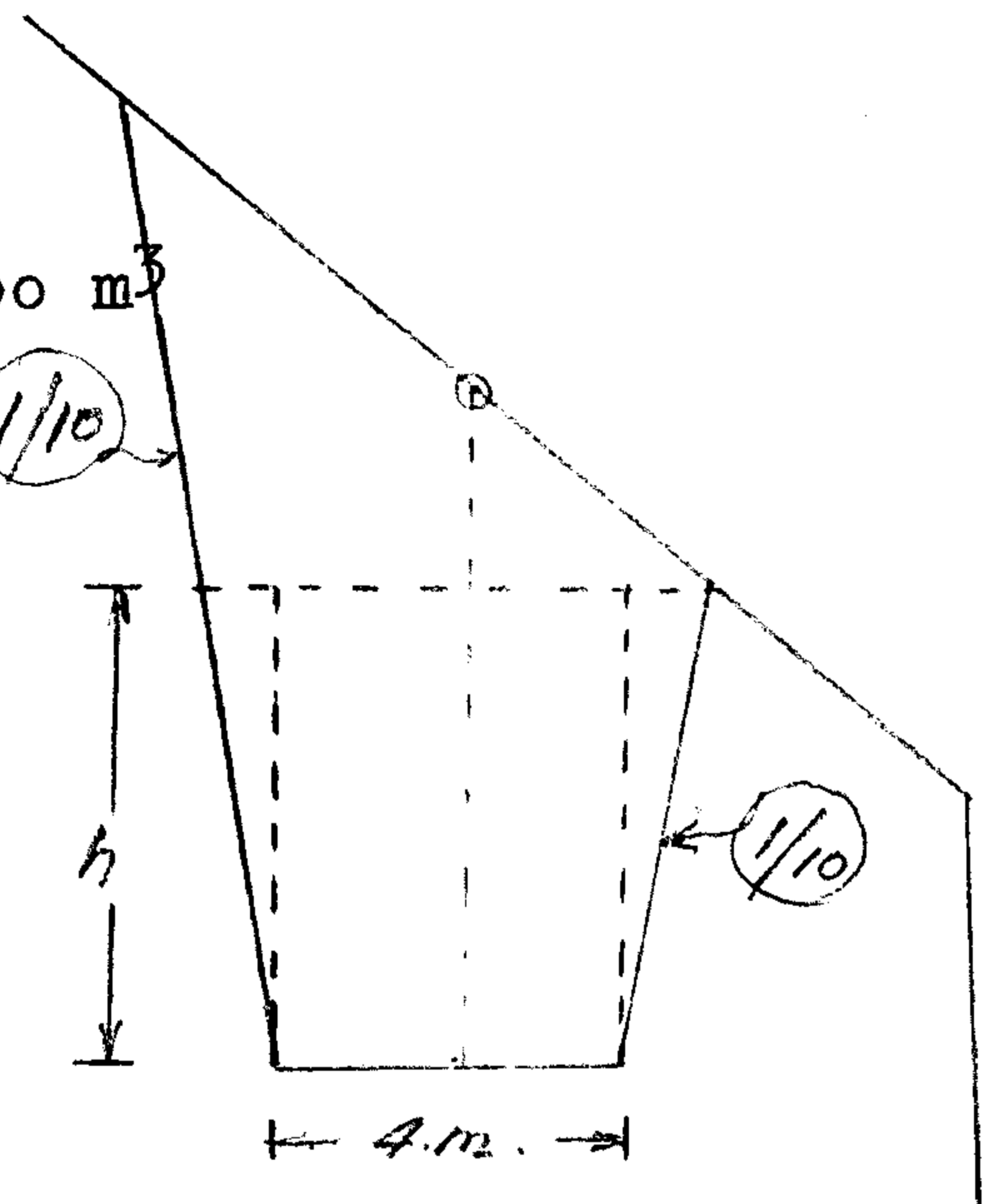
h = altura de corte cerrado

p = precio por m^3 del corte en roca S/. 5.00 m^3

c = precio por ml. de túnel S/. 400.00 ml. $(1/10)$

$$A = 4h + h \frac{1}{10} h = 4h + \frac{h^2}{10}$$

$$C = p \left(4h + \frac{h^2}{10} \right) = ph \left(4 + \frac{h}{10} \right)$$



EJECUTANDO OPERACIONES

$$C = 4 ph + \frac{1}{10} ph^2$$

$\frac{1}{10} ph^2 + 4 ph - C = 0$. Tenemos una ecuación de 2º grado

$$\frac{1}{10} 5.00 h^2 + 4.00 \times 5.00 h - 400 = 0$$

$$0.50 h^2 + 20.h - 400 = 0$$

APLICANDO LA FORMULA

$$ax^2 + bx + C = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$h = \frac{-20 \pm \sqrt{20^2 + 4 \times 0.50 \times 400}}{2 \times 0.50}$$

$$h = \frac{-20 \pm \sqrt{400 + 800}}{1.00} = \frac{-20 \pm \sqrt{1200}}{1.00}$$

$$h = \frac{-20 + 34.65}{1.00} = \frac{14.65}{1.00} = 14.65$$

Es decir que, pasando el corte cerrado de 15.00 m. lo más económico es construir túnel.

Variando P precio por m³ de corte en roca y C precio por ml. de túnel se pueden obtener distintos valores de h.

El proyecto contempla la construcción de 9 túneles con una longitud acumulada de 384 metros lineales.

PUENTES METALICOS

En el proyecto se contempla la colocación de dos puentes metálicos, siendo el primero de 16 metros de luz para cruzar el rio Huachon; para este puente existen ya, desde hace mucho tiempo, sus estribos y el segundo para el paso de una quebrada lateral que no ha podido ser contoneada; este puente tendrá 22 metros de luz y sus estribos un volúmen de 186.213 m³ de albañileria.

Según lo establecido, el peso por metro lineal para las estructuras que se proponen es de 1.500 tns. por ml. o sea que para nuestro proyecto es necesario 16 + 22 = 38 ml. por 1.500 Tns. = 57 toneladas.

ALBAÑILERIA

Bajo este rubro nos ocupamos de los muros y de las alcantarillas.

MUROS

Aunque se ha procurado en el proyecto que el trazado de la línea siga en su mayor longitud, en corte, este deseo no ha podido ser satisfecho, debido a la inclinación lateral de la ladera, lo que ha exigido un volumen considerable de muros de sostenimiento de terraplén. Para los muros se ha adoptado el tipo que figura en las secciones transversales y que suelen ser las usuales en obras de este género.

El volumen total de albañilería de muros por ejecutar es de 4.903.200 m³

ALCANTARILIAS

Para la evacuación de las aguas se ha contemplado la ejecución de 7 alcantarillas de dos metros de luz con un volumen total de 1.956 m³

VIA.-

El carril que se adopta generalmente para la línea de 0.91 ml, es de 50 libras por yarda de una longitud de 9.15 m que corresponde al tipo corriente de 30 pies.

Carriles.- El carril de 50 libras por yarda para un km. de vía simple pesa.....49.600 T M

Accesorios.-

Eclisas Para un km. de vía simple
203 pares con un peso de..... 2.360 T M

Pernos.- Para un km. de vía simple
812 pares de 3/4 x 3 1/8 con un peso de .. 0.240 T M

Clavos.- De 5 1/2 x 9 1/16 por Km. de
vía simple, se emplean, redondeando,
7.500 clavos con un peso de..... 2.100 T M
54.300 T M

o sea que un Km. de vía, entre rieles y accesorios, pesan 54.300 T.M.

DURMIENTES.-

El durmiente que se proyecta para recibir los carri-

les es de 6' x 8" x 6" o sea de 1 m.80 x 0.20 x 0.15 de la madera mas apropiada y que se consigue en gran cantidad en la misma zona donde se proyecta este ferrocarril. La separación de los durmientes se supone de 0.60 m de eje a eje; y en las juntas podrá aproximarse mas si se juzga necesario, asi como en las curvas muy cerradas que llevarán un contra-carril como medida de seguridad. La cantidad de durmientes espaciados 0.60 entre ejes, necesarios para un kilómetro de vía simple, será de $\frac{1.000}{0.60} = 1.666$

que se obtienen en la misma zona a S/. 2.50 cada uno.

LASTRADO

Aunque es corriente emplear para el lastrado un espesor de 0.13m bajo el durmiente, en nuestro caso proyectamos colocar 0.15m por tratarse de una zona donde las lluvias son muy frecuentes. La cantidad de material para el lastrado y por km. será:

$0.15 \times 4 \times 1.00 = 600 \text{ m}^3$ pero teniendo en cuenta los peraltas necesarios en el gran número de curvas por Km. (casi el 40% de su longitud) la cantidad de material para el lastrado, puede estimarse en 700 m^3 por kilómetro.

PROYECTO PROLONGACION DEL FERROCARRIL

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

Del Km. 78 al Km 78.82.

Estacas	Dist	A R E A S M2		V O L U M E N E S M3				TUNELES
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	Corte V	
Km 78		23.50						
2	20	46.00		695.000				
4	20	40.00		860.000				
6	20	17.50		575.000				
8	20	37.00		545.000				
9.4.00	14.00	33.00		490.000				
10	6.00		4.80	99.000		14.400		
12	20		29.00			338.000		
14	20		35.00			640.000		
16	20		53.00			880.000		
18	20		12.50			655.000		
20	20		3.00			155.000		
22	20		6.00			901.000		
24	20		8.00			140.000		
26	20		7.00			150.000		
28	20		9.00			160.000		
30	20		5.50			145.000		
32	20		5.00			105.000		
34	20		2.50			75.000		
36	20		4.00			65.000		
38	20		3.50			75.000		
40	20		6.00			95.000		
41	10		52.00				290.000	
42	10		59.00			555.000		
44	20		37.00			960.000		
46	20		32.00			710.000		
48	20	1.50	1.30	15.000		333.000		
49.2.00	12	20.00		129.000		13.000		
50	8	69.00		356.000				
52	20	62.00		1310.000				
54	20	5.00		670.000				
56	20	21.00		260.000				
58	20	4.00		250.000				
60	20	1.50	6.50	55.000	65.000			
62	20	1.80	1.50	33.000	80.000			
64	20	3.00		48.000	15.000			
66	20	3.50		65.000				
68	20	5.60		91.000				
70	20	8.00		136.000				
72	20		19.50	80.000	195.000			
74	20		15.00		345.000			
76	20		18.00		330.000			
78	20		20.00		380.000			
80	20		24.00		440.000			
82	20		34.00		580.000			
		Ván.....		6762.000	9594.400		290.000	

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

Del Km.78.82 al Km.79

Estacas	Dist.	A R V E A S M2		V O L U M E N E S M3			TUNELES	
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV		Corte V
	vienen			6762.000	9594.400		290.000	
Km 82			34.00					
84	20	15.00	1.60	150.000	356.000			
85.2.00	12.	13.50	6.00	171.000	45.600			
86	8.	22.50		144.000	24.000			
88	20		10.00	225.000	100.000			
90	20		22.50		325.000			
92	20		13.00		355.000			
94	20		48.00		610.000			
96	20		19.00		670.000			
98	20	10.00	0.70	100.000	197.000			
Km.79	20	6.50		165.000	7.000			
				7717.000	12284.400		290.000	

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

Del Km. 79 al Km. 79.86

Estacas	Dist.	A R E A S M2		V O L U M E N E S M3			
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	Corte V
Km. 79		6.50					
2	20	0.30	7.00	68.000	70.000		
4	20		38.00	3.000	450.000		
6	20		49.00		870.000		
8	20		17.00		660.000		
10	20	2.20	9.00	22.000	260.000		
12	20	0.50	7.00	27.000	160.000		
14	20	1.50	6.00	20.000		130.000	
16	20		13.00	15.000		190.000	
18	20		13.00			269.000	
20	20		6.50		195.000		
22	20		9.50		160.000		
24	20		7.50		170.000		
26	20	11.00		110.000	75.000		
28	20		12.00	110.000	120.000		
30	20	26.00		260.000	120.000		
32	20	0.40	2.00	20.000	264.000		
34	20	0.50	5.50	90.000	75.000		
36	20	5.00	2.00	55.000			75.000
38	20	6.00	3.00	110.000			50.000
40	20	1.30	1.40	73.000			44.000
42	20		11.00	13.000			124.000
44	20		4.00		150.000		
46	20		11.00		150.000		
48	20		14.50		255.000		
50	20		14.00		285.000		
52	20		11.00		250.000		
54	20		11.00		220.000		
55.4.00	14		24.00		245.000		
56	6	0.10	5.00	0.300	87.000		
58	20	2.00	8.50	21.000	135.000		
60	20		24.00	20.000	325.000		
62	20		13.00		370.000		
64	20		14.00		270.000		
66	20		4.00		180.000		
68	20		3.00		70.000		
70	20	0.30	1.00	3.000	40.000		
72	20		0.70	3.000	17.000		
74	20		1.40			27.000	
76	20	3.00	0.80	30.000	22.000		
78	20		1.40	30.000	22.000		
80.	20		3.00		44.000		
82	20		0.90		39.000		
84	20		0.70		16.000		
86	20	0.25	1.00	2.500	17.000		
		Ván		1125.800	6858.000	616.000	293.000

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

Del K.79.86 al Km. 80

Estacas	Dist	A R E A S M ²		V O L U M E N E S M ³				TUNELES
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	Corte V	
		Vienen		1125.800	6858.000	616.000	293.000	
Km.86			1.00					
88	20	1.50		17.500	10.000			
90	20	1.00		26.000				
92	20	3.00		40.000				
94	20		6.00	30.000	60.000			
96	20	6.00		60.000	60.000			
98	20	5.00		110.000				
Km.80	20	1.00	3.00	60.000	30.000			
				1449.300	7018.000	616.000	293.000	

PROYECTO PROLONGACION DEL FERROCARRIL

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

ZIG ZAG N° 1

Del km.79.28 al km.79.40

Estacas	Dist	AREAS M2		VOLUMENES M3			TUNELES
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	
28			12.00				
30	20		20.00			320.000	
32	20		15.00				350.000
34	20		19.00				340.000
36	20		25.50				445.000
38	20	1.50	6.00	15.000			315.000
40	20		10.00	15.000			160.000
				30.000		320.000	1610.000

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

Metraje

ZIG ZAG N° 2

Del km.79.64 al km. 79.74

Estacas	Dist.	A R E A S M2		V O L U M E N E S M3				TUNELES
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	Corte V	
64			14.00					
66	20		9.00			230.000		
68	20		21.00			300.000		
70	20		33.00			540.000		
72	20		18.00				510.000	
74	20		47.00				650.000	
					1070.000		1160.00	

PROYECTO PROLONGACION DEL FERROCARRIL

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

Del Km.80 al Km. 80.78

Estacas	Dist	A R E A S M2		V O L U M E N E S M3				TUNELES
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	Corte V	
Km.80		1.00	3.00					
2	20		6.50	10.000	95.000			
4	20		5.00		115.000			
6	20	3.00		30.000	50.000			
8	20	2.50		55.000				
10	20		9.00	25.000	90.000			
12	20	2.50		25.000				
14	20	2.50		50.000				
16	20	5.00		75.000				
18	20	1.50	1.30	65.000	13.000			
18	10		23.00	7.500	243.000			
20	10	1.50	2.00	7.500	22.500			
22	20	2.00	1.00	35.000	30.000			
24	20		22.00	20.000	230.000			
26	20	7.00	7.00	70.000	290.000			
28	20		17.00	70.000	240.000			
28.5.00	5.	8.00		20.000				
29	5.	20.00		85.000				
30	10	2.00	7.00	140.000	35.000			
32	20	8.00		100.000	70.000			
34	20	4.00	3.00	120.000	30.000			
36	20		37.00	40.000			400.000	
38	20		55.00				920.000	
40	20		67.00				1220.000	
40.6.00	6.		62.00	Entrada Túnel			387.000	
44	34		54.00	Salida Túnel				Long.34 m l
44.8.00	8		46.00				400.000	
46	12.		13.00				354.000	
48	20		17.00				300.000	
49.5.00	15.		75.00				690.000	
50	5		39.00				285.000	
52	20		49.00				880.000	
54	20		85.00	Entrada Túnel			1340.000	
57	30		88.00	Salida Túnel				Long.30 m l
58	10		71.00				795.000	
60	20	0.50	4.50	5.000			755.000	
62	20	63.00	0.70	653.000			52.000	
64	20		26.00	315.000			267.000	
66	20		16.50				425.000	
67	10		73.00				447.500	
68	10		70.00				715.000	
70	20		68.00				1380.000	
72	20		41.00				1090.000	
73.3.00	13.		11.50				525.000	
74	7.		27.00		134.750			
76	20	2.00	1.20	20.000	282.000			
78	20	3.50	29.00	55.000	302.000			
		Ván		2098.000	2272.250		13627.500	

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

Del Km.80.78 al Km.81

Estacas	Dist.	A R E A S M ²		V O L U M E N E S M ³			TUNELES
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	
viene				2098.000	2272.250		13627.500
.78		3.50	29.00				
80	20		36.00	35.000	350.000		
82	20		78.00		1140.000		
84	20		47.00		1250.000		
86	20		48.00		950.000		
88	20		22.00		700.000		
90	20		26.00		480.000		
92	20		73.00		1190.000		
94	20		75.00		1480.000		
96	20		67.00		1420.000		
98	20		74.00		1410.000		
Km.81	20		39.00		1130.000		
				2133.000	13772.250		13627.500

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

Del Km. 81 al Km. 81.72

Estacas	Dist.	A R E A S M2		V O L U M E N E S M3			TUNELES	
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV		Corte V
Km. 81			39.00					
2	20		6.00		450.000			
4	20	0.40	3.50	4.000	95.000			
6	20		4.50	4.000	80.000			
8	20		20.00		245.000			
10	20		58.00		780.000			
12	20		88.00		1460.000			
14	20		86.00		1740.000			
16	20		89.00		1750.000			
18	20		40.00		1290.000			
20	20		34.00		740.000			
22	20		20.50		545.000			
24	20		19.00		395.000			
26	20		5.00		240.000			
28	20		16.00		210.000			
30	20		21.90		379.000			
32	20		109.00		1309.000			
34	20		125.00		2340.000			
36	20		108.00		2330.000			
38	20		63.00		1710.000			
40	20		38.00		1010.000			
42	20		11.00		490.000			
44	20		19.00		300.000			
46	20		9.00		280.000			
48	20	1.40	4.50	14.000	135.000			
50	20		7.00	14.000	115.000			
52	20		30.00		370.000			
53	10		44.00		370.000			
54	10		71.00			575.000		
55	10		44.00			560.000		
56	10		41.00			410.000		
57	10		60.00			505.000		
58	10		65.00			625.000		
59	10		78.00			715.000		
60	10		65.00			715.000		
61	10		60.00			625.000		
62	10		56.00			580.000		
63	10		98.00			770.000		
64	10	7.00	38.00	35.000		680.000		
65	10		63.00	35.000		505.000		
66.	10		30.00			465.000		
67	10		56.00			430.000		
68	10		34.00			450.000		
69	10		35.00			345.000		
70	10		19.00			270.000		
71	10		37.00			260.000		
72	10		82.00			595.000		
		Ván		106.000	24158.000		10080.000	

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

Del Km.81.72 al Km.82

Estacas	Dist	A R E A S M2		V O L U M E N E S M3				TUNELES
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	Corte V	
	vienen			106.000	21158.000		10080.000	
72			82.00					
73	10		75.00				785.000	
74	10		13.00				440.000	
75	10		47.00				300.000	
76	10		21.00				340.000	
77	10		36.00				285.000	
78	10		12.00				240.000	
79	10	9.50		47.500				
80	10	1.30	7.50	54.000			37.500	
82	20	35.00		363.000				
84	20	30.00		650.000				
86	20	50.00		800.000				
88	20	30.00	6.00	800.000		60.000		
90	20	11.00	10.00	410.000		160.000		
92	20		15.50	110.000		255.000		
94	20	3.00	10.00	30.000		255.000		
96	20		31.00	30.000		410.000		
98	20		14.00			450.000		
Km 82	20		54.00			680.000		
				3400.500	21158.000	2270.000	12507.500	

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

Del Km. 81.04 al km. 81.20

ZIG ZAG N° 3

Estacas	Dist.	A E R E A S M ²		V O L U M E N E S M ³			Tuneles
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	
4			3.50				
6	20		6.50				100.000
8	20		3.20				97.000
10	20	0.30		3.000			32.000
12	20	6.00	5.00	63.000			50.000
14	20	2.50	10.00	85.000			150.000
16	20		17.00	25.000			270.000
18	20		32.00				490.000
20	20		37.50				695.000
				176.000			2757.000

METRAJE

Del Km. 81.24 al Km. 81.32

Estacas	Dist	A R E A S M2		V O L U M E N E S M3			TUNELES
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	
24			19.00				
26	20		34.00			530.000	
28	20		36.00			700.000	
30	20		57.00			930.000	
32	20		73.00			1300.000	
						3460.000	

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

Del Km. 82 al Km. 83

Estacas	Dist	A R E A S M2		V O L U M E N E S M3				TUNELES
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	Corte V	
Km. 82			54.00					
2.	20		74.00			1280.000		
4	20		73.00			1470.000		
4.8.00	8		43.00			464.000		
6	12		96.00			834.000		
8	20		50.00			1460.000		
10	20		45.00			950.000		
12	20		37.00			820.000		
14	20		19.00		560.000			
16	20	9.00	1.50	90.000	205.000			
18	20		7.50	90.000	90.000			
20	20		18.00		255.000			
22	20		12.00		300.000			
24	20		20.00		320.000			
26	20		64.00	Entrada Túnel			840.000	
30	40		68.00	Salida Túnel				Long.40 ml.
32	20		50.00				1180.000	
34	20	2.60	4.50	26.000			545.000	
36	20	12.00		146.000		45.000		
38	20	0.70	13.00	127.000		130.000		
40	20	5.00	0.80	57.000		138.000		
42	20	4.50	0.50	95.000	13.000			
44	20	1.50	5.50	60.000	60.000			
46	20		27.00	15.000	325.000			
48	20		61.00		880.000			
50	20		67.00		1280.000			
52	20		63.00			1300.000		
54	20		25.00			880.000		
56	20		22.50			475.000		
58	20		31.00			535.000		
60	20		30.50			615.000		
62	20	1.30	15.00	13.000	455.000			
64	20		47.00	13.000	620.000			
66	20		76.00	Entrada Túnel			1230.000	
72	60		62.00	Salida Túnel				60.ml
74	20		36.00				980.000	
76	20	20.00	0.50	200.000			365.000	
78	20		20.00	200.000		205.000		
80	20	3.50	3.00	35.000		230.000		
82	20	25.00		285.000		30.000		
84	20	30.00	0.15	550.000		1.500		
86	20	25.00		550.000				
88	20	21.00	6.00	460.000		60.000		
90	20	33.00		540.000				
92	20	29.00		620.000				
94	20	2.00	18.00	310.000		180.000		
96	20	35.00	3.50	550.000		215.000		
98	20	12.50	8.00	475.000		115.000		
Km. 83	20	21.50		340.000		80.000		
				5847.000	5363.000	12312.500	5140.000	

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

Del Km. 83 al Km. 84

Estacas	Dist	A R E A S M ²		V O L U M E N E S M ³				TUNELES
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	Corte V	
Km. 83		22.50						
2	20	8.00		205.000				
4	20		4.00	80.000	40.000			
6	20		7.00		110.000			
8	20		12.00		190.000			
10	20		0.70		127.000			
12	20	2.60	Ent. Puente	26.000	7.000			
14	20		Sal. Puente-Long. 16 m					
16	20		8.00				80.000	
18	20		49.00				570.000	
20	20		30.00				790.000	
22	20		41.00				710.000	
24	20		38.00				790.000	
26	20	0.10	10.00	1.000			480.000	
28	20		14.00	1.000			240.000	
30	20		40.00				540.000	
32	20		3.00				470.000	
34	20		36.00				390.000	
36	20		41.00				770.000	
38	20		79.00				1200.000	
40	20		59.00				1380.000	
42	20		22.00				810.000	
44	20		49.00				710.000	
46	20		94.00				1430.000	
48	20		95.00	Entrada Túnel			1890.000	
56	80		90.00	Salida Túnel				Long. 80 ml.
58	20		81.00				1710.000	
60	20		60.00				1410.000	
62	20		60.00				1200.000	
64	20		44.00				1040.000	
66	20		58.00				1020.000	
68	20		94.00				1520.000	
70	20		77.00				1710.000	
72	20		81.00				1580.000	
74	20		106.00	Entrada Túnel			1870.000	
80	60		73.00	Salida Túnel				Long. 60 ml.
82	20		51.00				1240.000	
84	20		12.00				630.000	
86	20		20.00				320.000	
88	20	4.00	1.50	40.000			215.000	
90	20		12.50	40.000			140.000	
92	20		5.00				175.000	
94	20	0.60	3.00	6.000			80.000	
96	20		16.00	6.000			190.000	
98	20		17.00				330.000	
Km. 84	20	2.00	4.50	20.000			215.000	
				425.000	474.000		29845.000	

.PROYECTO PROLONGACION DEL FERR OCARRIL.

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

26

METRAJE

Del Km. 84 al Km. 85

Estacas	Dist	A R E A S M2		V O L U M E N E S M3			TUNELES
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	
Km. 84		4.50	2.00				
2	20	2.50	1.30	70.000			33.000
4	20		25.00	25.000			263.000
6	20		57.00				820.000
8	20	2.00	1.80	20.000			588.000
10	20	5.00		70.000			18.000
12	20	12.00		170.000			
14	20	0.10	9.50	121.000			95.000
16	20		27.00	1.000			365.000
18	20		32.00				590.000
20	20		18.00				500.000
22	20		23.00				410.000
24	20	7.00		70.000			230.000
26	20		30.00	70.000			300.000
28	20		21.50				515.000
30	20		25.50		470.000		
32	20	5.00	0.30	50.000	258.000		
36	20	3.00	6.00	80.000	63.000		
38	20		6.50	30.000	125.000		
40	20		30.50		370.000		
42	20		37.00				675.000
44	20		53.00				900.000
46	20		5.00				580.000
48	20		14.00				190.000
50	20		13.00				270.000
52	20		20.00				330.000
54	20	0.10	6.00	1.000			260.000
56	20		9.00	1.000			150.000
58	20	6.00	0.60	60.000			96.000
60	20		11.50	60.000			121.000
62	20		13.50				250.000
64	20		20.00				335.000
66	20		15.00				350.000
68	20	3.00	0.60	30.000			156.000
70	20	3.00	10.00	60.000			106.000
72	20		15.00	30.000			250.000
74	20		43.00				580.000
76	20		83.00				1260.000
78	20		62.00				1450.000
80	20		50.00				1120.000
82	20	2.00	3.00	20.000			530.000
84	20	32.00		340.000			30.000
85	20	0.60	4.00	326.000			40.000
88	20	0.20	7.50	8.000			115.000
90	20		17.50	2.000			250.000
92	20		43.00				605.000
94	20		19.00				620.000
96	20		11.00				300.000
98	20		27.00				380.000
Km. 85	20		23.00				500.000
				1715.000	1286.000		17526.000

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

Del Km. 85 al Km. 85.68

Estacas	Dist	A R E A S M2		V O L U M E N E S M3			TUNELES
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte Iv	
Km. 85			23.00				
2	20		67.00				900.000
4	20		54.00				1200.000
6	20		32.00				860.000
8	20	2.00	1.00	20.000			330.000
10	20	3.50		55.000			10.000
12	20	48.00		515.000			
14	20		91.00	480.000			910.000
16	20		1.90				929.000
18	20		16.50				174.000
20	20		17.00				335.000
22	20	120.00		1200.000			170.000
24	20	10.00		1300.000			
26	20		49.00	100.000			490.000
28	20		20.00				690.000
30	20		41.00				610.000
32	20		19.00				600.000
34	20	0.10	8.50	1.000			275.000
36	20		28.00	1.000			365.000
38	20		12.00				400.000
40	20	10.00		100.000			120.000
42	20	15.00		250.000			
44	20	7.50		225.000			
46	20		4.00	75.000			40.000
48	20		27.00				310.000
48.8.00	8.00	1.00	2.50	4.000			118.000
50	12.		15.00	6.000			105.000
52	20		34.00				490.000
54	20		32.00				660.000
56	20		46.00				780.000
58	20	0.30	4.00	3.000			500.000
60	20	1.10	8.00	14.000			120.000
62	20		24.00	11.000			320.000
64	20		16.50				405.000
65.4.00	14.00	6.50		45.500			115.500
66	6		14.00	19.500			42.000
68	20		20.50				345.000
		Ván		4425.000			13718.500

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

Del K.85.68 al Km.86

Estacas	Dist	A R E A S M ²		V O L U M E N E S M ³			TUNELES	
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV		Corte V
	viene n			4425.000			13718.000	
68			20.50					
70	20		18.00				385.000	
72	20		20.00				380.000	
74	20		27.00				470.000	
76	20		63.00				900.000	
77	10		79.00	Entrada Túnel			710.000	
79	20		72.00	Salida Túnel				Long.20 ml
80	10		29.00				505.000	
82	20		15.00				440.000	
84	20	0.30	4.50	3.000			195.000	
86	20	0.10	5.50	4.000			100.000	
88	20		55.00	1.000	Entra Túnel		110.000	
92	40		64.00		Salida Túnel			Long.40.ml
94	20		49.00				1110.000	
96	20		46.00				930.000	
98	20	23.00		230.000				
Km.86	20		22.50	230.000			225.000	
				4893.000			20178.500	

TAMBO DEL SDL AL PACHITEA

METRAJE
Del Km. 86 al Km. 86.84

Estacas	Dist.	A RE A S M2		V O L U M E N E S M3			TUNELES
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	
Km 86			22.50				
2	20		22.50				450.000
4	20	2.50	2.50	25.000			250.000
6	20	11.00		135.000			25.000
8	20	3.00	0.80	140.000			8.000
10	20	8.00		110.000			8.000
12	20		19.00	80.000			190.000
14	20	3.00	1.00	30.000			200.000
16	20	6.50		95.000			10.000
18	20	40.00		465.000			
20	20	12.00		520.000			
22	20	8.00		200.000			
24	20		13.00	80.000			130.000
26	20		20.50				335.000
28	20		48.00				685.000
30	20		56.00				1040.000
32	20		52.00				1080.000
34	20	1.30	6.00	13.000			580.000
36	20	70.00		713.000			60.000
38	20	45.00		1150.000			
40	20	50.00		950.000			
42	20	100.00		1500.000			
44	20	20.50		1205.000			
46	20		13.00	205.000			130.000
48	20		55.00				680.000
50	20		15.50				705.000
52	20	1.20	1.50	12.000			170.000
54	20	10.50		117.000			15.000
56	20	30.00		405.000			
58	20	8.00		380.000			
60	20	5.00		130.000			
62	20	15.00		200.000			
64	20	7.00		220.000			
66	20	7.00	1.50	140.000	15.000		
68	20	1.00	2.20	80.000	37.000		
70	20	7.50		85.000			
71	10	12.00		97.500	Entrada Puente		
73.2.00	22	38.00			Salida Puente Long.	22 ml	
74	8		38.00	152.000			152.000
76	20		34.00				820.000
78	20		49.00				830.000
80	20		70.00				1190.000
82	20		19.00		890.000		
84	20	9.00		90.000	190.000		
		Ván		9724.500	1132.000		9743.000

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

Del Km.86.84 al Km.87

Estacas	Dist.	A R E A S M ²		V O L U M E N E S M ³			TUNELES
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	
	vienen			9724.500	1132.000		9743.000
84		9.00					
86	20	45.00		540.000			
88	20		4.50	450.000	45.000		
90	20		17.00		215.000		
92	20		64.00		810.000		
94	20		10.50		745.000		
96	20		17.00		275.000		
98	20		22.00		390.000		
Km87	20		29.00				510.000
				10714.500	3612.000		10253.000

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

Del Km. 87 al Km. 87.80

Estacas	Dist	A R E A S M2		V O L U M E N E S M3				TUNELES
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	Corte V	
Km 87			29.00					
2	20		59.00				880.000	
4	20		51.00				1100.000	
6	20		48.00				990.000	
8	20	1.00	3.00	10.000			510.000	
10	20	4.50	1.90	55.000			49.000	
12	20		35.00	45.000			369.000	
14	20		52.00				870.000	
16	20		67.00				1190.000	
17	10		88.00	Entrada Túnel			775.000	
19	20		58.00	Salida Túnel				Long.20 ml
20	10		25.00				415.000	
22	20		56.00				810.000	
24	20		47.00				1030.000	
26	20	15.00		150.000			470.000	
28	20	15.50		305.000				
30	20		27.00	155.000	270.000			
32	20		16.50		435.000			
34	20		55.00		715.000			
36	20		14.50		695.000			
38	20		17.00		315.000			
40	20		11.50		285.000			
42	20		9.50		210.000			
44	20		9.50				190.000	
46	20	1.50	3.50	15.000			130.000	
48	20		6.50	15.000			100.000	
50	20		12.50				190.000	
52	20		11.00				235.000	
54	20		18.00				290.000	
56	20		35.00				530.000	
58	20	11.00		110.000				
60	20	30.50		415.000				
62	20		12.50	305.000			125.000	
64	20		20.00				325.000	
66	20	0.30	8.00	3.000			280.000	
68	20		22.00	3.000			300.000	
70	20		11.50				335.000	
72	20	2.40	4.00	24.000			155.000	
74	20	0.70	5.50	31.000			95.000	
76	20		22.50	7.000			280.000	
78	20		82.00				1045.000	
80	20		79.50				1615.000	
		Ván		1648.000	2925.000		15678.000	

TAMBO DEL SOL AL PACHITEA

METRAJE

Del Km. 87.80 al Km. 88

Estacas	Dist	A R E A S M2		V O L U M E N E S M3				TUNELES
		Relleno	Corte	Relleno	Corte III	Corte IV	Corte V	
		viene		1648.000	2925.000		15678.000	
80			79.50					
82	20		49.00				1285.000	
84	20		13.00			620.000		
86	20	2.00	5.00	20.000	180.000			
88	20		18.00	20.000	230.000			
90	20	0.10	14.00	1.000	320.000			
92	20		29.00	1.000	430.000			
94	20	1.20	4.50	12.000	335.000			
96	20	2.80	2.50	40.000	69.000			
98	20	0.10	11.00	29.000			134.000	
Km88	20	2.00	3.50	21.000			145.000	
				1792.000	5109.000		17242.000	

FERROCARRIL TAMBO DEL SOL AL PACHITEAMETRAJEMUROS DE SOSTENIMIENTO

-1-

Estacas	Distanc:	AEREA $\cdot M^2$	VOLUMEN M^3
Km. 78			
85.2.00		3.80	
86	8	1.90	22.800
Km. 79		5.00	
2	20	1.80	68.000
12		2.50	
14	20	3.80	63.000
18		2.00	
20	20	6.90	89.000
22	20	2.20	91.000
32		7.80	
34	20	6.30	141.000
36	20	7.40	137.000
Km. 80			
12		2.40	
14	20	2.40	48.000
32		6.00	
34	20	3.40	94.000
60		2.90	
62	20		29.000
Km. 81		3.80	
2	20	2.50	63.000

METRAJE

MUROS DE SOSTENIMIENTO

-2-

	Estacas	Distanc:	AEREAS M ²	VOLUMEN M ³
	18		5.30	
	20	20	2.80	81.000
	79		7.30	
	80	10		36.500
	Km.82			
	34		6.80	
	36	20	14.40	212.000
	38	20	4.60	190.000
	40		5.30	
	42	20	6.00	113.000
	44	20	4.40	104.000
	62		4.80	
	64			48.000
	Km.83			
	88	10	12.90	12.900
	Km.84			
	2	20	4.30	130.000
	8		6.60	
	10	20	7.10	137.000
	12	20	8.30	154.000
	14	20	1.70	100.000

METRAJE

MUROS DE SOSTENIMIENTO

-3-

	Estacas	Distanc:	AEREAS M ²	VOLUMENES M ³
	24	10	4.60	46.000
	54	10	0.90	9.000
	58	10	4.40	44.000
	68		4.00	
	70	20	9.50	135.000
	82	10	6.60	66.000
	86		4.10	
	88	20	2.00	61.000
	Km.85			
	8	10	2.60	26.000
	24		7.10	
	40		10.20	
	42	20	11.20	214.000
	44	20	4.40	156.000
	48.8.00	10	2.40	24.000
	58		2.30	
	60	20	11.60	139.000

METRAJE

MUROS DE SOSTENIMIENTO

-4-

	Estacas	Distanc:	AEREAS M ²	VOLUMENES M ³
	65.4.00	10	11.60	116.000
	84		4.00	
	86	20	1.80	58.000
	Km. 86			
	4		3.20	
	6	20	7.20	104.000
	8	20	4.10	113.000
	10	20	4.80	89.000
	14		4.30	
	16	20	5.90	102.000
	20		11.90	
	22	20	5.00	169.000
	34	10	7.00	70.000
	44	20	9.30	93.000
	52	10	2.10	21.000
	86	10	3.90	39.000
	Km.87			
	8	10	2.80	28.000

METRAJE

MUROS DE SOSTENIMIENTO

-5-

	Estacas	Distanc:	AEREAS M ²	VOLUMENES M ³
	26		9.60	
	28	20	8.60	182.000
	46	10	5.80	56.000
	58	10	15.70	157.000
	66	10	1.70	17.000
	72		7.60	
	74	20	2.50	101.000
	86	10	4.20	42.000
	90	10	1.30	13.000
	94		4.50	
	96	20	4.50	90.000
	98	20	2.20	67.000
	km.88	20	7.00	92.000
				4903.200 M ³

C A L C U L O D E L

E S T R I B O P A R A E L P U E N T E

D E L Km. 86.71.200 A L Km. 86.73.300

CALCULO DEL PARAPETO DEL ESTRIBO DEL

PUENTE

Altura libre sujeta a empuje 2.14 m.

Consideraremos una sobrecarga de 1.600 Kg/m^2 que equivale a una altura adicional de 1.00 m. de tierra.

FRENADO.- Aceptando un peso del convoy de 100 toneladas y un coeficiente de frenado de 0.15, la fuerza de frenado ascenderá a $100 \times 0.15 = 15 \text{ Td.}$ y si el estribo tiene 5 m. de ancho, la fuerza por metro lineal de estribo será de 3000 Kg. que se aplicará a 1.80 m. sobre el riel o sea a $1.80 + 2.14 = 3.94 \text{ m.}$ de la base.

La presión de las tierras por m^2 está dada por la fórmula:

$$q = p \frac{1 - \text{sen } \phi}{1 + \text{sen } \phi}$$

Siendo p el peso unitario de la tierra

ϕ el ángulo de fricción interna

En este caso $\phi 33^{\circ}42$ y $\frac{1 - \text{sen } \phi}{1 + \text{sen } \phi} = 0.30$

PRESIONES.- En la parte superior del parapeto, la altura $h = 1 \text{ m.}$ aceptando que el peso de las tierras es de 1600 Kg/m^3 , la fuerza vertical será $1600 \times 1 = 1600$ y la horizontal $1600 \times 0.30 = 480 \text{ Kg / m}^2$

En la base del parapeto la altura es de 3.14, la fuerza vertical es de $1600 \times 3.14 = 5000 \text{ Kg.}$ aproximadamente.

La fuerza horizontal correspondiente ascenderá a $5000 \times 0.30 = 1500 \text{ Kg/m}^2$.

El diagrama de presiones es el de la figura.

Cálculo del esfuerzo en el parapeto.

Se calculará como si fuera una losa en voladizo. Sujeto a un diagrama de carga trapezoidal, además del diagrama triangular debido a la fuerza del frenado.

En la base del parapeto el esfuerzo cortante, es igual al área del trapecio de fuerzas y vale:

$$V = \frac{480 + 1500}{2} \times 2.14 \times 1 = 2110$$

Esfuerzo cortante total

$$V_t = 2110 + 3000 = 5110 \text{ Kg.}$$

El momento correspondiente se hallará considerando una área rectangular y luego la triangular, para mayor facilidad, teniéndose:

$$M = 480 \times 2.14 \times 1 \times 1.07 = 1080 \text{ Kgm.}$$

$$M = 1020 \times \frac{2.14}{2} \times 1 \times \frac{2.14}{3} = \frac{780}{1860}$$

El momento de la fuerza de frenado será de $3000 \times 3.94 = 11820 \text{ Kgm.}$

$$M_t = 1860 + 11820 = 13680 \text{ Kgm.}$$

Con esfuerzos de $f_c = 63 \text{ Kg/cm}^2$, $f_s = 1260 \text{ Kg.}$

$$n = 15 \quad R = 11.60 \quad b = 100 \text{ cm.}$$

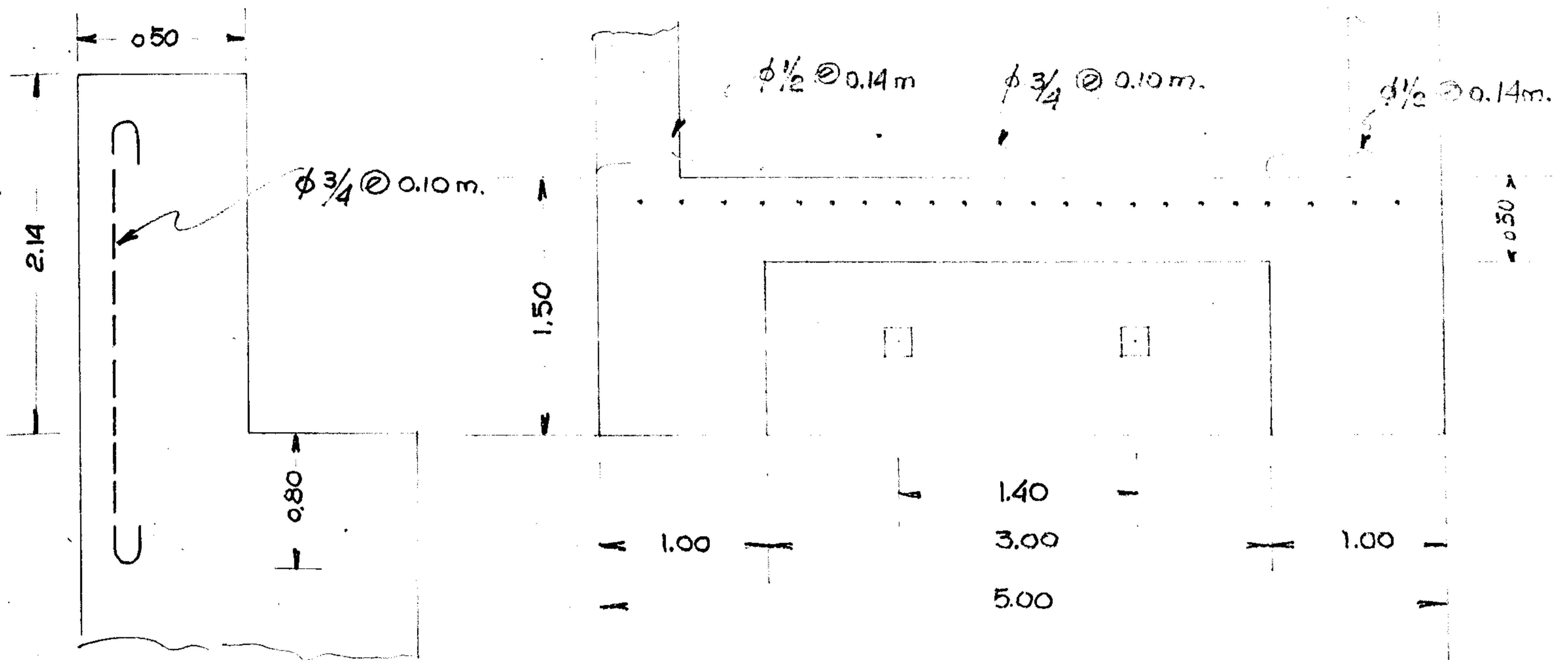
Altura útil

$$d = \frac{M}{R b} = \frac{136.8000}{11.60 \times 100} = 1180 = 34.5 \text{ cm}$$

Para tener en cuenta la compresión adicional con carga vertical aumentaremos el espesor útil a 42.5 cm. y el total a 0.50 para dejar 7.5 de recubrimiento.

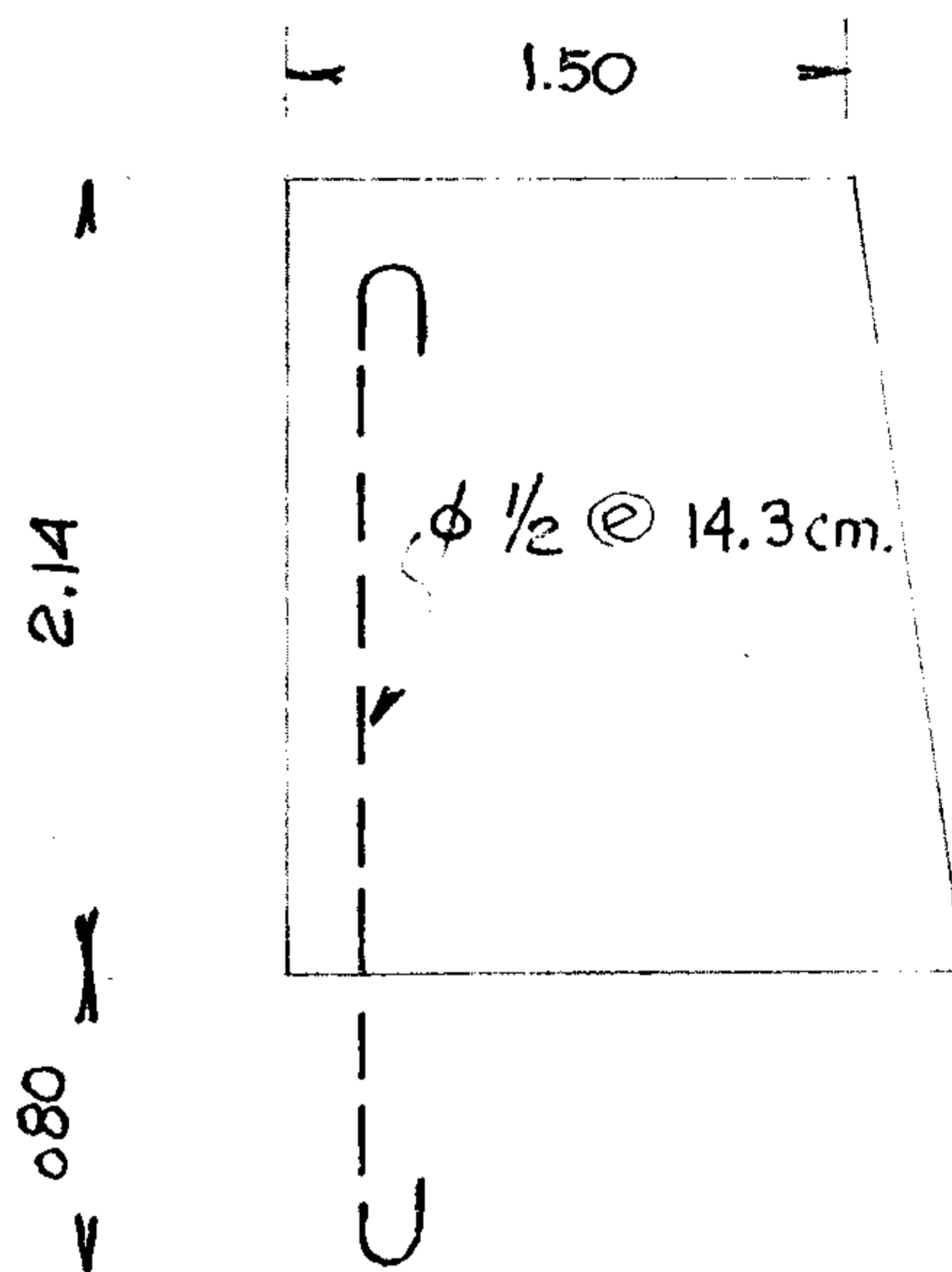
$$\text{Aerea de acero } A = \frac{M}{f_{sjd}} = \frac{13.68000}{1260 \times 875 \times 42.5} = 29.5$$

Pondremos barras redondas de 3/4" espaciadas 0.10 cm. en la zona central donde el parapeto solo tiene 0.50 de espesor.



En los extremos el espesor aumenta a 1.50 m. por tanto el acero se reducirá proporcionalmente y emplearemos:

$$A_s = 29.5 \times \frac{0.425}{1.425} = 8.8 \text{ cm}^2 \text{ barras redondas de } 1/2 \text{ espaciadas } 14.3 \text{ cm.}$$



No es necesario ningún otro cálculo puesto que no hay relleno, y el estribo descansa directamente sobre la roca, la que se cortará en gradines para conseguir un perfecto amarre.

C A L C U L O E S T A T I C O

DE UN PUENTE DE FERROCARRIL

DE 20 METROS

DE LUZ

CARACTERISTICAS GENERALES

Luz libre del puente	= 20 m.
Luz entre los apoyos	= 21 m.
Distancia entre vigas principales	= 1.4 m.
Rieles con sus accesorios	= 0.100 t/m de vía
Durmientes	= 1000 kg/ m ³

1) SOBRECARGA MOVIL

Locomotoras de 75.2 ton.	Fig. N° 1
Vagón descargado	= 1.0 t/m y por riel
Viento con puente cargado	= 150 kg/m ²

2) ESFUERZOS DE TRABAJO ADMISIBLES

Vigas principales y arriostramientos	
Sin viento	= 1.000 kg/cm ²
Con viento	= 1.150 kg/cm ²
Dispositivos de apoyo	= 1.000 kg/cm ² sin viento
" " "	= 1.150 kg/cm ² con viento

REMACHES

$$\text{Esfuerzo cortante} = 0.8 \times 1000 = 800 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo de tracción} = 1.6 \times 1000 = 1.600 \text{ kg/cm}^2$$

Los elementos a compresión se calcularán con la fórmula de Euler

$$I = 2.38 \times P \times L^2$$

B SUPERESTRUCTURA Y VIGA PRINCIPAL1) Durmientes Fig. N° 2

Momento de flexión:

$$M_p = 6000 \times 22 = 132.000 \text{ kg cm.}$$

Durmientes de 20 x 22 cm Fig. N° 3

$$W = \frac{1}{6} \times 22 \times 20^2 = 1.470 \text{ cm}^3$$

Esfuerzo unitario:

$$f = \frac{132.000}{1.470} = 90 \text{ kg / cm}^2$$

2) VIGA PRINCIPAL

Peso propio

$$\text{Rieles} = \frac{1}{2} \times 0.10 = 0.050 \text{ t/m.}$$

$$\text{Durmientes} = \frac{3.0}{2} \times 0.2 \times 0.22 \times \frac{1.0}{0.6} = 0.110 \text{ t/m}$$

$$\text{Peso del tablero} = \frac{2.4}{2} \times 0.05 \times 1.0 = 0.060 \text{ t/m}$$

Arriostamiento transversal y horizontal	= 0.080 t/m
Viga Principal	= <u>0.370 t/m</u>
Total	0.670 t/m

$$M_{pp} = \frac{0.67 \times 21.0^2}{8} = 36.9 \text{ ton.m.}$$

$$V_{pp} = \frac{0.67 \times 21.0}{2} = 7.0 \text{ ton.}$$

b) CARGA MOVIL

El momento máximo se determinará por medio de la línea de influencia. Fig. N° 4

$$M_{cc} = \frac{1}{2} \left[12(5.25 + 2 \times 4.7) + 8 \times 3.7 + 2 \times 7.8(1.45 + 1.95 + 2.45 + 2.95) + \frac{1.15 \times 2.3 \times 2.6}{2} \right]$$

$$M_{cc} = \underline{173.1} \text{ ton.m.}$$

$$M_{pp} + M_{cc} = 36.9 + 173.1 = 210 \text{ ton.m.}$$

LONGITUDES TEORICAS DE LAS PLATINAS

DIAGRAMA DEL MOMENTO MAXIMO Fig. N° 5

ESCALA

Longitudes	1:100
Momentos	1 m/m = 2.ton.m.

La sección de la viga según el dibujo adjunto está compuesto por dos angulares de 110 x 110 x 10 y 3 platinas de 16.1 ; 13.5 y 9.8 mm respectivamente.

Sección transversal en el centro de la luz. Fig. N° 6

SECCION	Momento de inercia cm ⁴			Modulo de la sección cm ³	Momento estático cm ³
	Total	Abertura	Neta		
1.700 x 10	409.400	61.400	348.000	-	-
110x110 x 10	569.800	65.700	504.100	-	3.470
Sección 0	979.200	-	852.100	10.0.20	3.970
Platina 250x13	476.800	87.700	389.100	-	2.780
Sección 1	1456.000	-	1241.200	14.380	6.250
Platina 250 x 13	491.400	90.400	401.000	-	2.830
Sección 2	1947.400	-	1642.200	18.750	9.080
Platina 250 x 10	388.100	71.400	316.700	-	2.200
Sección 3	2335.500	-	1958.900	22.110	11.280

Las platinas superiores se llevarán hasta los apoyos

T A B L A N° I I

Fig. N° 7

SECCION	Momento de inercia cm ⁴			Modulo de la sec- ción cm ³	Momento estático cm ³
	Total	Huecos	Neto		
1450 x 10	254.000	38100	215900	-	-
110 x 110x10	409.400	47700	361700	-	2940
Sección 0	663 400	-	577600	7970	2940
Platinas 250 x 13	347 800	64000	283800	-	2380
Sección 1	1011200	-	861400	11670	5320
Platina 250 x 13	360300	66300	294000	-	2420
Sección 2	1371500	-	1155400	15380	7740

EMPALME EN EL ALMA

Modulo de sección necesario para las planchas de empalme

$$S = \frac{I}{c} = \frac{348.000}{85.0+3.6} = 3.930 \text{ cm}^3$$

Momento resistente en los empalmes

$$M_{st} = 3930 \times 1.0 = \underline{3930} \text{ ton.cm}$$

Para los remaches tenemos:

$$\sum y^2 = 4 (8^2 + 16^2 + 25^2 + 34^2 + 43^2 + 52^2 + 61^2 + 70^2 + 79^2)$$

$$\sum y^2 = \underline{86064} \text{ cm}^2$$

Sección de remaches de diámetro 2.3 cm. que resiste el esfuerzo cortante.

$$F = 2 \times 4.155 = \underline{8.31} \text{ cm}^2$$

Sección necesaria de un remache para resistir esfuerzo de tensión

$$F = 1.0 \times 2.3 = 2.3 \text{ cm}^2$$

Carga de trabajo de los remaches mas alejados

$$\text{Al esfuerzo cortante } v = \frac{3930 \times 79}{8.3 \times 86064} = \underline{0.435} \text{ t/cm}^2$$

$$\text{Al esfuerzo de tensión } f = \frac{3930 \times 79}{2.30 \times 86064} = \underline{1.57} \text{ t/cm}^2$$

RESISTENCIA AL VIENTO Fig. N° 9

Distribución de arriostamiento.

Tenemos un arriostado en la parte superior 2 en los extremos y 5 entre estos últimos. En el dibujo se aprecia las direcciones y los puntos de aplicación de la fuerza del viento.

a) Viento sobre el puente

$$P_1 = 1.8 \times 0.15 = 0.27 \text{ t/m}$$

$$P_2 = 0.34 \times 0.15 = 0.05 \text{ "}$$

$$P = \underline{0.32} \text{ t/m.}$$

b) Fuerza horizontal

$$F = \frac{M}{h} = \frac{0.32 \times 21.0^2}{8. \times 1.4} = \underline{\pm 14.7} \text{ t;}$$

$$M = \underline{\pm 14.7} \times 0.85 = \underline{12.5} \text{ ton.m.}$$

c) Fuerza vertical. Tomando momentos con respecto al eje que pasa por el centro de gravedad del cordón superior.

$$\text{Sobre la viga principal: } V = \frac{0.27 \times 0.85 - 0.05 \times 0.22}{1.4} = \mp 0.156 \text{ t/m}$$

$$\text{Sobre el punto de apoyo: } V = \frac{0.05 \times 1.97 + 0.27 \times 0.90}{1.4} = \pm 0.244 \text{ t/m}$$

$$M = \mp \frac{0.156 \times 21.0^2}{8} = \mp 8.6 \text{ ton.m.}$$

Suma de los momentos de flexión.

$$MT = \mp 12.5 \mp 8.6 = \mp 21.1 \text{ ton.m.}$$

2) VIENTO SOBRE EL CONVOY

$$\text{Reacción } V = 244 \times 10.5 = \underline{26 \text{ ton.}}$$

a) Fuerza horizontal

$$P_3 = 3.0 \times 0.15 = \underline{0.45 \text{ t/m.}}$$

$$F = \frac{0.45 \times 21^2}{8 \times 1.4} = \pm 20.7 \text{ ton.}$$

$$M = \mp 20.7 \times 0.85 = \mp 17.6 \text{ ton.m.}$$

b) Fuerza vertical

$$\text{Sobre viga principal } F = \frac{0.45 \times 1.89}{1.4} = \pm 0.608 \text{ t/m.}$$

$$\text{Sobre punto de apoyo } F = \frac{0.45 \times 3.64}{1.4} = \pm 1.170 \text{ t/m.}$$

$$M = \pm \frac{0.608 \times 21^2}{8} = \pm 33.5 \text{ ton.m.}$$

Suma de los momentos de flexión.

$$M = \mp 17.6 \pm 33.5 = \pm 15.9 \text{ ton.m.}$$

$$\text{Reacción } V = 1.170 \times 10.5 = \underline{12.3 \text{ ton.}}$$

d) Los momentos y esfuerzos se adjuntan a continuación.

C A R G A	Calculado	Momento en la mitad de la viga principal		Reacción sobre los apoyos vg. principal		Fuerza horizontal	
		Ton. M	Ton M.				
1	Peso muerto	2a	+ 36.9	+ 36.9	+ 7.0	+ 7.0	-
2	Carga móvil	2b	+ 173.1	+ 173.1	+ 37.2	+ 37.2	-
3	Viento sobre puente	2c	+ 21.1	- 21.1	- 2.6	+ 2.6	3.4
4	Viento sobre cpn-voy	2c	- 15.9	+ 15.9	- 12.3	+ 12.3	4.7
5	Vagón descargado	F			5.3	5.3	
6	Peso muerto y carga móvil		+ 210	+ 210	+ 44.2	+ 44.2	
7	Peso muerto, carga móvil y viento		+ 215.2	+ 204.8	+ 29.3	+ 59.1	8.1
8	Vag. Descag. viento				- 9.6	+ 20.2	8.1

e) Esfuerzos de trabajo unitario

Peso muerto y carga móvil : $f = \frac{21.000}{22.100} = 0.95 \text{ t/m}^2$

Peso muerto, carga móvil y viento : $f = \frac{215.20}{22.100} = 0.97 \text{ t/m}^2$

7) Distribución de los remaches sobre el punto de apoyo

$$t = \frac{N \cdot I}{V \cdot S} = \frac{2.3 \times 1.0 \times 1.6 \times 663.400}{44.2 \times 2940} = 18.7 \text{ cm}$$

Los remaches están separados 125 mm., resisten con exceso.

Empalme en los angulares

Fig. Nº 10

Superficie útil de un angular

$$\frac{110 \times 10}{110 \times 10}$$

$$A = 21.2 - 2.3 = 18.9 \text{ t.}$$

Será unido con

$$120 \times 10$$

$$A_u = 12.0 - 2.3 = 9.7 \text{ cm}^2$$

$$100 \times 12$$

$$A_u = 12.0 - 2.8 = 9.2 \text{ cm}^2$$

$$A_u = 18.9 \text{ cm}^2$$

$$120 \times 10: n = \frac{9.7}{0.8 \times 4.155} = 3 \text{ remaches}$$

$$85 \times 15 : n = 3 \text{ remaches}$$

Empalme de las platinas

Superficie útil de una plancha:

$$A = 25.0 \times 1.3 - (2 \times 2.3 \times 1.3) = \underline{26.5 \text{ cm}^2}$$

Esfuerzo de una platina.

$$P = 26.5 \times 1.0 = \underline{26.5 \text{ t.}}$$

El número necesario de los remaches

$$n = \frac{26.5}{0.8 \times 4.155} = 8 \text{ remaches}$$

C) ARRIOSTRAMIENTO LONGITUDINAL

Fig. N° 11

$$\text{Viento sobre el puente} = 2.14 \times 0.15 = 0.32 \text{ t/m}$$

$$\text{Viento sobre carga móvil} = 3.0 \times 0.15 = \underline{0.45 \text{ t/m}}$$

$$\underline{\underline{0.77 \text{ t/m.}}}$$

Por medio de la línea de influencia se calcula el esfuerzo cortante de la carga móvil

Fig.s N° 12 y 13

$$Q = \frac{d p n^2}{2(n-1)}$$

$$\text{Carga sobre un nudo } p = 1.75 \times 0.32 = 0.6 \text{ t.}$$

El esfuerzo cortante del viento

<u>Carga móvil</u>		<u>Sobre el puente</u>	
Q_{0-I}	$= \frac{1.75 \times 0.45 \times 121}{22} = \pm 4.3 \text{ t}$	Q_{0-I}	$= 5.5 \times 0.6 = \pm 3.3 \text{ t.}$
Q_{I-II}	$= 0.0358 \times 100 = \pm 3.6 \text{ t}$	Q_{I-II}	$= 4.5 \times 0.6 = \pm 2.7 \text{ t}$
Q_{II-III}	$= 0.0358 \times 81 = \pm 2.9 \text{ t}$	Q_{II-III}	$= 3.5 \times 0.6 = \pm 2.1 \text{ t}$
Q_{III-IV}	$= 0.0358 \times 64 = \pm 2.3 \text{ t}$	Q_{III-IV}	$= 2.5 \times 0.6 = \pm 1.5 \text{ t}$
Q_{IV-V}	$= 0.0358 \times 49 = \pm 1.8 \text{ t}$	Q_{IV-V}	$= 1.0 \times 0.6 = \pm 0.9 \text{ t}$
Q_{V-VI}	$= 0.0358 \times 36 = \pm 1.3 \text{ t}$	Q_{V-VI}	$= 0.5 \times 0.6 = \pm 0.3 \text{ t}$

Esfuerzos en las Diagonales

$$D_{0-1} = \pm (4.3 + 3.3) \times \frac{2.24}{1.40} = \pm 12.2 \text{ t}$$

$$D_{I-II} = \pm (3.6 + 2.7) \times 1.6 = \pm 10.1 \text{ t}$$

$$D_{II-III} = \pm (2.9 + 2.1) \times 1.6 = \pm 8.0 \text{ t}$$

$$D_{III-IV} = \pm (2.3 + 1.5) \times 1.6 = \pm 6.1 \text{ t}$$

$$D_{IV-V} = \pm (1.8 + 0.9) \times 1.6 = \pm 4.3 \text{ t}$$

$$D_{V-VI} = \pm (1.3 + 0.3) \times 1.6 = \pm 2.6 \text{ t}$$

CALCULO DE LA SECCION TRANSVERSAL NECESARIA

$$D_{0-I} = \pm \underline{12.2} \text{ t} \quad \text{y} \quad D_{I-2} = \pm 10.1 \text{ t}$$

$$I = 2.38 \times 12.2 \times 2.24^2 = 146. \text{ cm}^4$$

Elegida la sección 100 x 10 con $I = 177 \text{ cm}^4$;

$$A_u = 19.2 - 1.0 \times 2.3 = 16.9 \text{ cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Unitario } f = \frac{12.2}{16.9} = 0.72 \text{ t/cm}^2$$

$$D_{2-III} = \pm 8.0 \text{ t} \quad \text{y} \quad D_{III-4} = \pm 6.1 \text{ t.}$$

$$I = 2.38 \times 8.0 \times 2.24^2 = 96 \text{ cm}^4$$

Elegida la sección 90 x 9 con $I = 116 \text{ cm}^4$

$$A_u = 15.5 - 0.9 \times 2.3 = 13.4 \text{ cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo unitario } f = \frac{8.0}{13.4} = 0.60 \text{ t/m}^2$$

$$D_{4-5} = \pm 4.3 \text{ t} \quad \text{y} \quad D_{V-6} = \pm 2.6 \text{ t}$$

$$I = 2.38 \times 4.3 \times 2.24^2 = 51 \text{ cm}^4$$

Elegida la sección 80 x 8 con $I = 72.3 \text{ cm}^4$

$$A_u = 12.3 - 0.8 \times 2.0 = 10.7 \text{ cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo unitario } f = \frac{4.3}{10.7} = 0.40 \text{ t/cm}^2$$

D) ARRIOSTRAMIENTO TRANSVERSAL

Los arriostramientos transversales de los extremos tienen que resistir el esfuerzo cortante del viento.

El esfuerzo cortante en el apoyo : $H = 8.1 \text{ t} = 0.77 \times 10.5$

$$\text{Diagonales } F = \frac{8.1 \times 2.0}{1.4} = + 11.6 \text{ t}$$

Elegida la sección 90 x 9 con $A_u = 15.5 - 0.9 \times 2.3 = 13.4 \text{ cm}^2$

$$\text{Esfuerzo unitario } f = \frac{11.6}{13.4} = 0.87 \text{ t/cm}^2$$

MONTANTES

$$F = - 8.1 \text{ t}$$

$$I = 2.38 \times 8.1 \times 1.4^2 = 38 \text{ cm}^4$$

Elegida la sección 80 x 8 con $I = 1.45 \text{ cm}^4$; $A = 24.6 \text{ cm}^2$

$$\text{Esfuerzo unitario } f = \frac{8.1}{24.6} = 0.33 \text{ t/cm}^2$$

E) DISPOSITIVO DE APOYO

Línea de influencia de reacciones Fig. N° 14

El peso se compone de:

$$\text{Peso muerto} = \frac{21}{2} \times 0.67 = 7 \text{ t}$$

$$\text{Carga móvil} = \frac{(12.0 \times 3.95 + 7.8 \times 2.93 + 8.0 \times 0.51)}{2} = 37.2 \text{ t}$$

$$R_T = 7 + 37.2 = 44.2 \text{ t}$$

$$\text{Viento} = 14.9 \text{ t}$$

SUPERFICIE CONVEXA

Fig N° 15

Carga de trabajo se calcula con la fórmula de Hertz:

$$f = 0.42 \times \frac{\sqrt{2100 \times 44.2}}{25 \times 50} = 3.62 \text{ t/cm}^2$$

MOMENTO DE FLEXION

$$\text{Sin viento } M = \frac{44.2}{8} \times 50 = 276 \text{ ton.cm}$$

$$\text{Con viento } M = \frac{59.1}{8} \times 50 = 370 \text{ ton.cm}$$

$$\text{Modulo de la sección } Z = \frac{1}{6} \times 45 \times 6.7^2 = 337 \text{ cm}^3$$

Esfuerzo unitario

$$\text{Sin viento } f = \frac{276}{337} = 0.82 \text{ t/cm}^2 \text{ (admisible } 1.0 \text{ t/cm}^2)$$

$$\text{Con viento } f = \frac{370}{337} = 1.1 \text{ t/cm}^2 \text{ (admisible } 1.15 \text{ t/cm}^2)$$

Presión sobre solera de apoyo

$$\text{Sin viento } p = \frac{44200}{50 \times 45} = 19.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Con viento } p = \frac{59100}{50 \times 45} = 26.3 \text{ kg/cm}^2$$

F) ESTABILIDAD DEL PUENTE

Fig. N° 16

Peso del convoy descargado = 1.0 t/m de vía

Las reacciones sobre el apoyo són:

$$\begin{array}{r}
 R_{pp} \text{ (peso muerto).....7.0 t} \\
 R_c \text{ (carga móvil)} = \frac{1}{4} \times 21 \times 1 = \frac{5.3 \text{ t}}{} \\
 \hline
 12.3 \text{ t}
 \end{array}$$

Peso del viento sobre el apoyo

$$W = 5.14 \times 10.5 \times 0.15 = 8.1 \text{ t}$$

$$\text{Reacción-A} = B \frac{\pm 8.1 \times 2.57}{1.4} = \pm 14.9 \text{ ton.}$$

Reacción total

$$\begin{array}{r}
 \text{Peso muerto y carga móvil} = + 12.3 \text{ t} \\
 \text{Viento} = \pm \underline{14.9 \text{ t}} \\
 R_{\max} = + 27.2 \text{ t} \\
 R_{\min} = - 2.6 \text{ t}
 \end{array}$$

Es necesario tener mínimo 1.3 veces de seguridad contra el volteo y el puente debe anclarse en este caso; entonces deberá anclarse

$$\underline{\text{MOMENTO DE VOLTEO}} : M = 8.1 \times 2.57 = 20.8 \text{ ton.m.}$$

$$\text{Con 1.3 veces de seguridad } M = 20.8 \times 1.3 = 27 \text{ ton.m.}$$

MOMENTO RESISTENTE

$$M = 24.6 \times 0.7 = \underline{17.2 \text{ ton.m.}}$$

$$\text{Diferencia en el anclaje} \qquad 9.8 \text{ ton.m.}$$

$$P = \frac{9.8}{1.7} = 5.8 \text{ t}$$

Elijamos una barra redonda de 38mm con $A = 8.4 \text{ cm}^2$

$$\text{Esfuerzo: } f = \frac{5.8}{8.4} = 0.69 \text{ t/cm}^2 \text{ (admisible } 0.80 \text{ t/cm}^2 \text{)}$$

FIG. 1
TREN DE GARGA

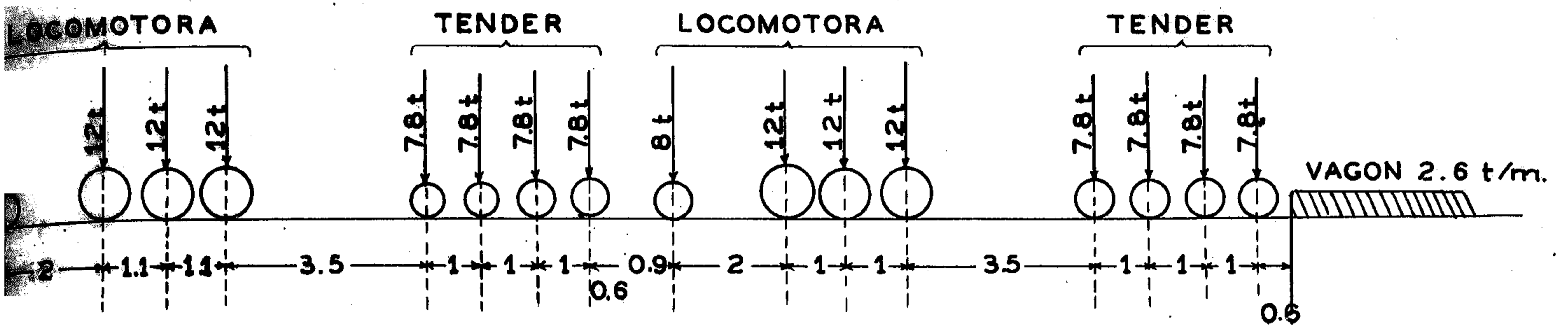


FIG. 2

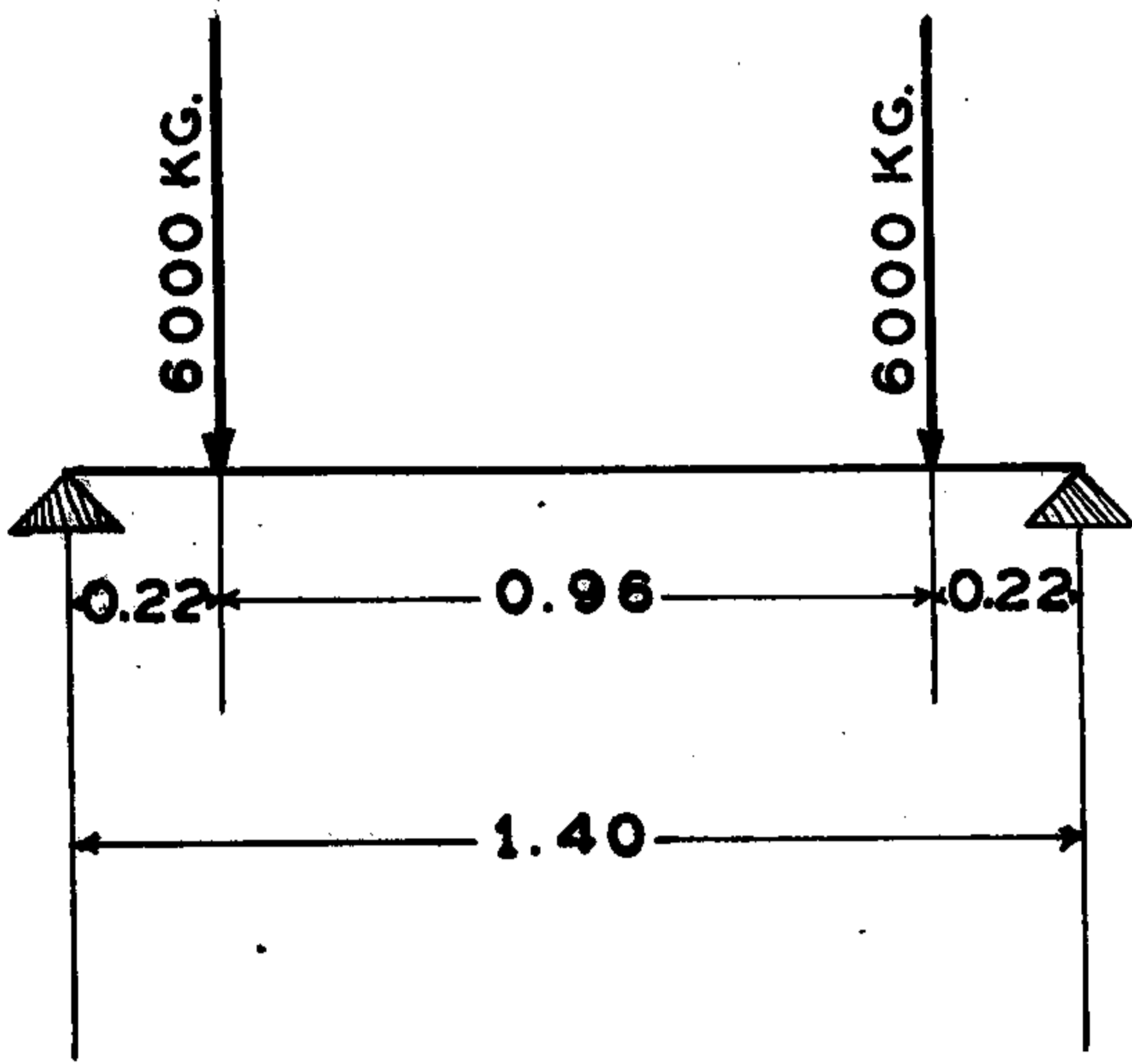


FIG. 3

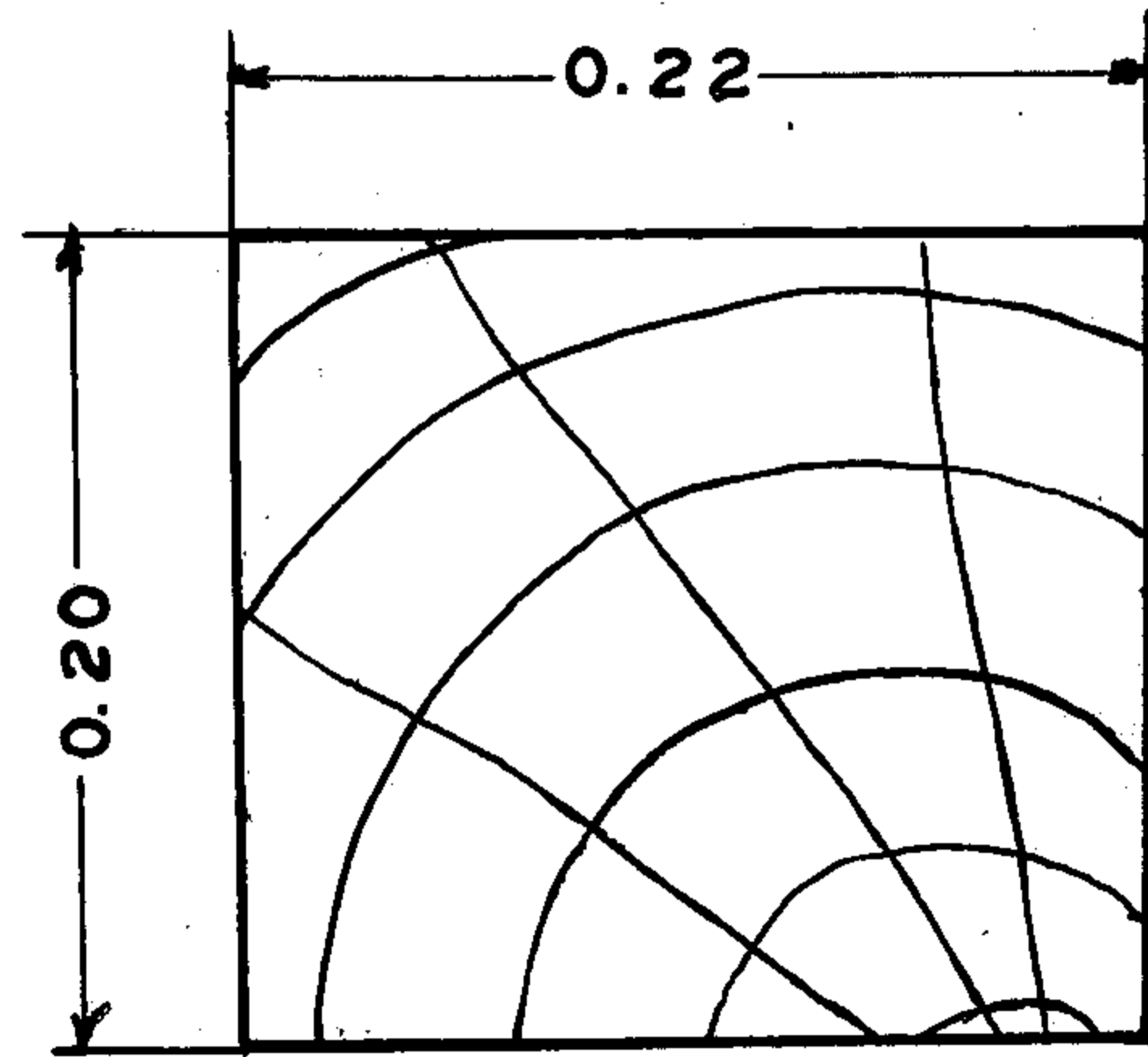


FIG. 4

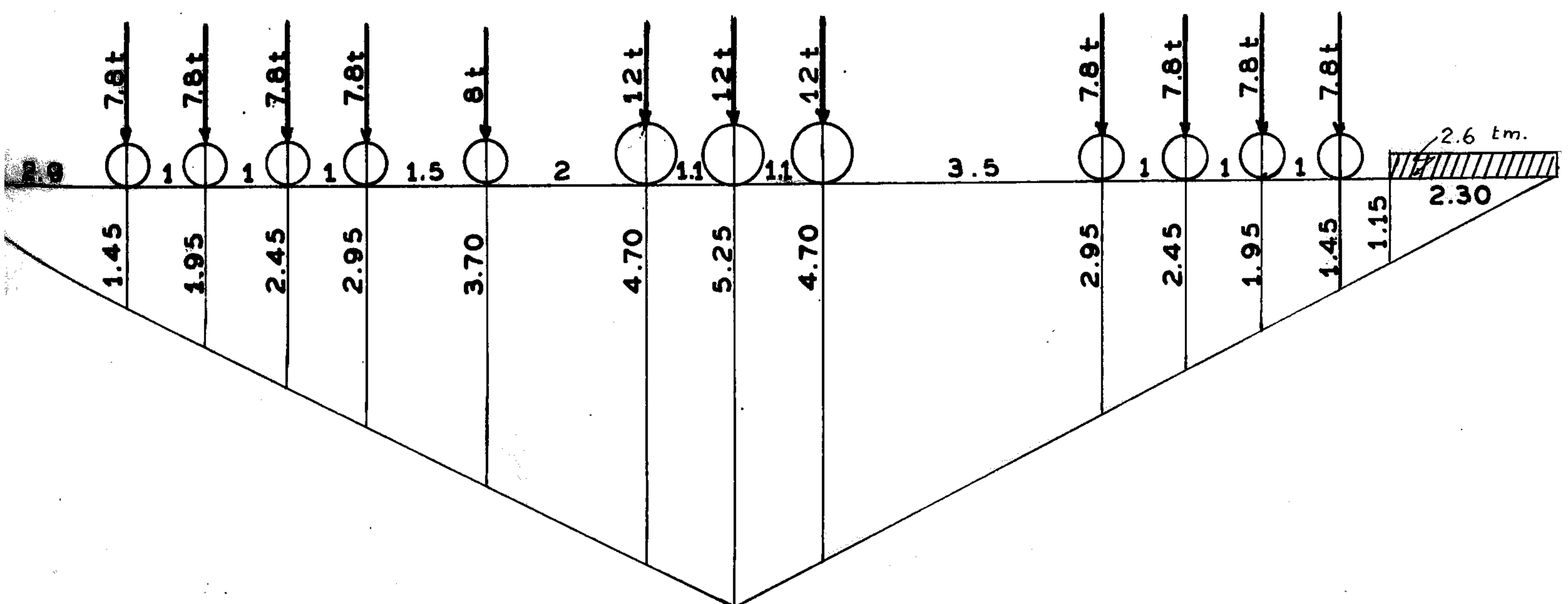


FIG. 9

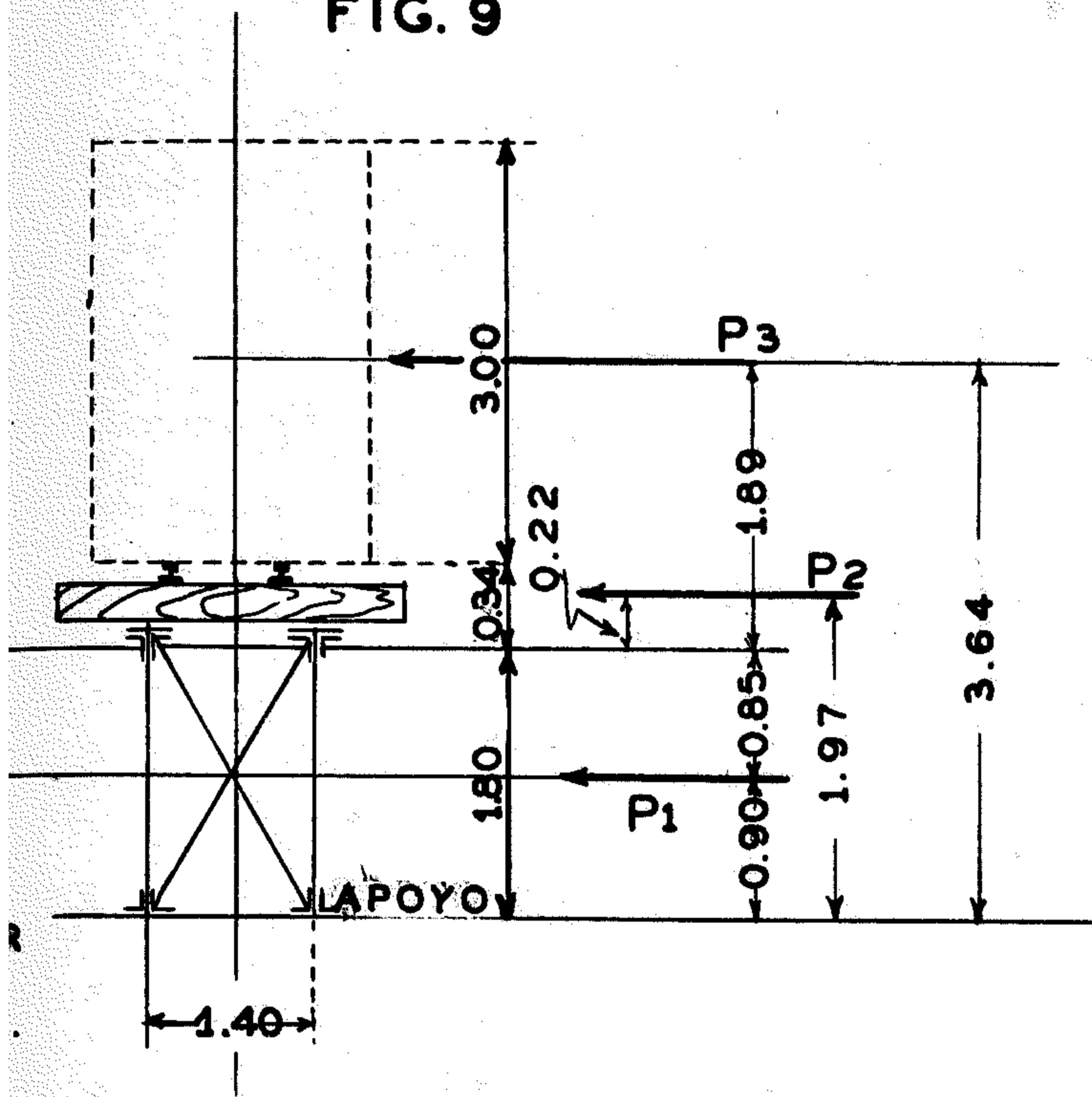


FIG. 10

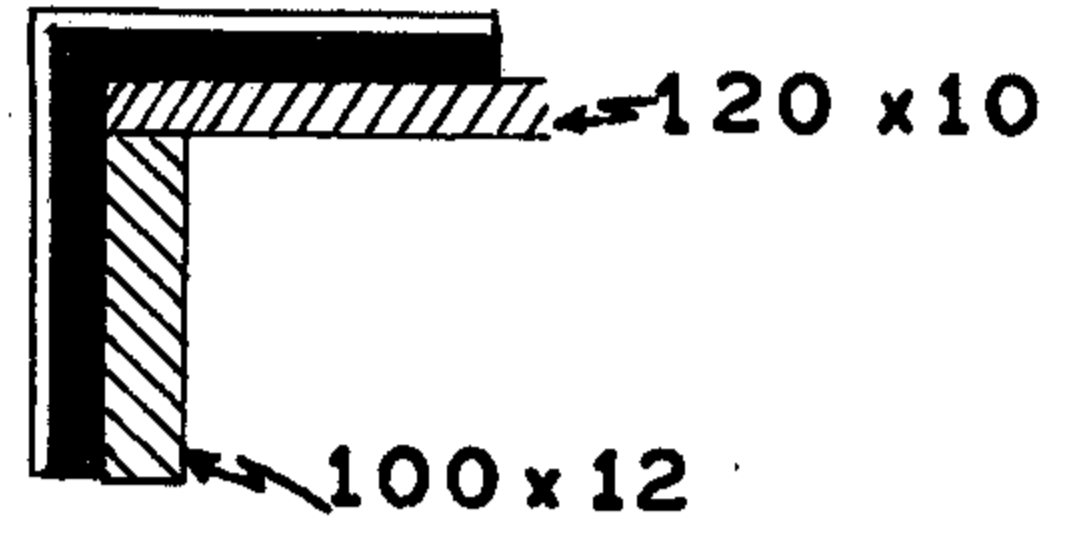


FIG. 11

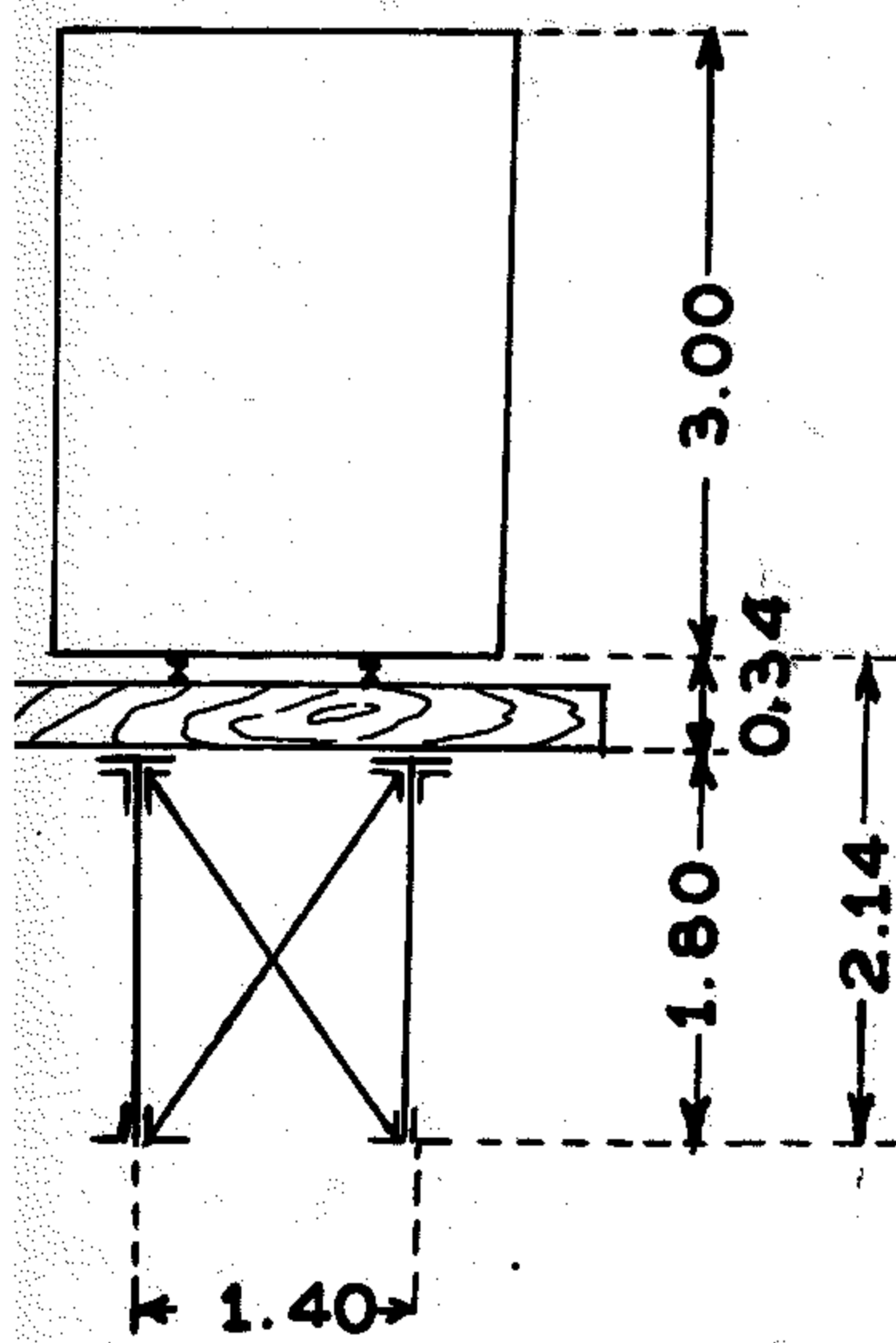


FIG. 12

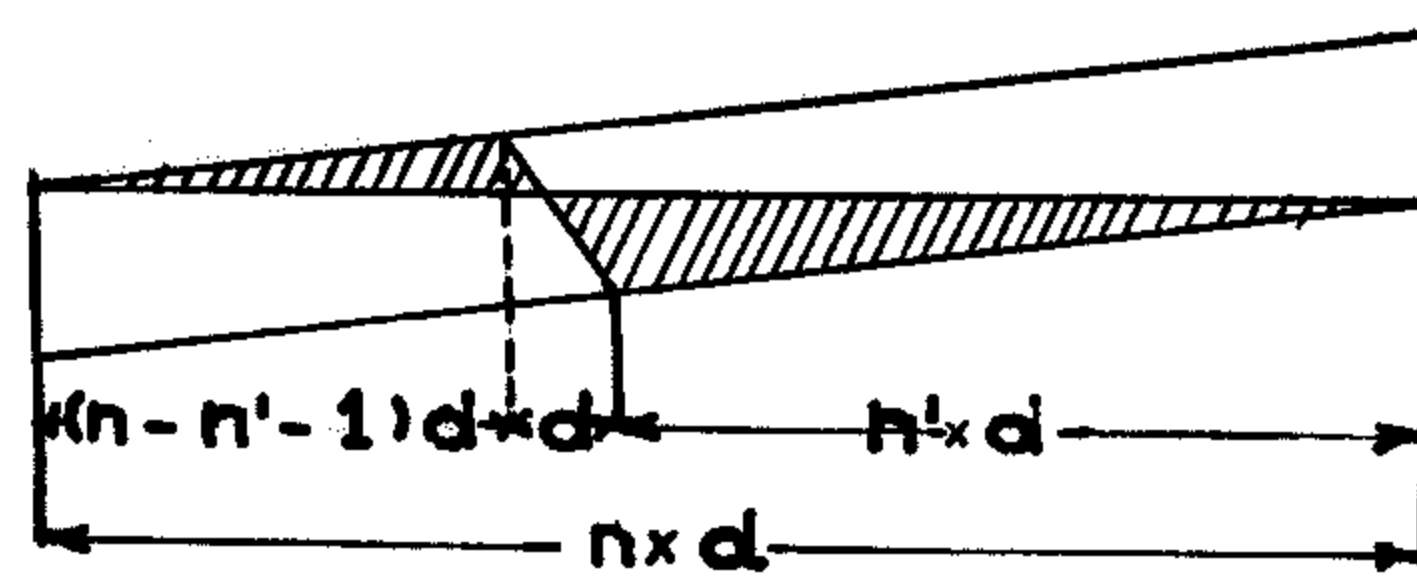


FIG. 13

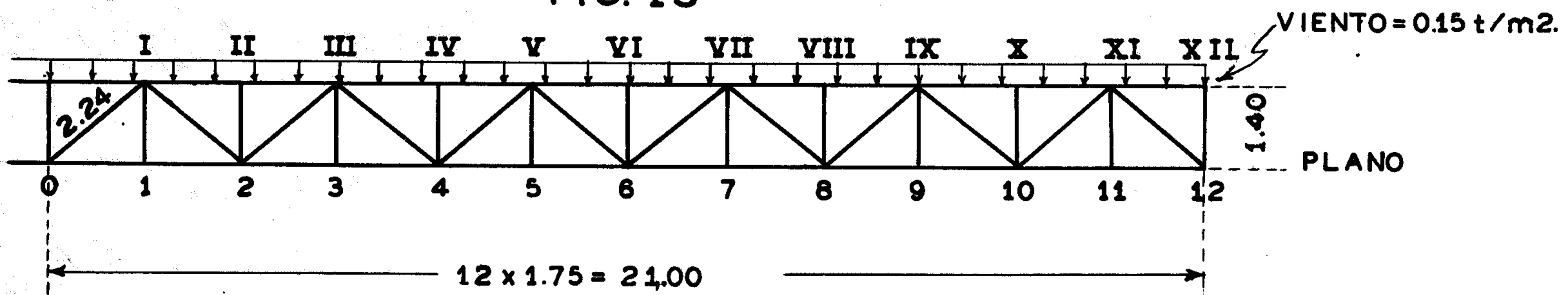


FIG. 14

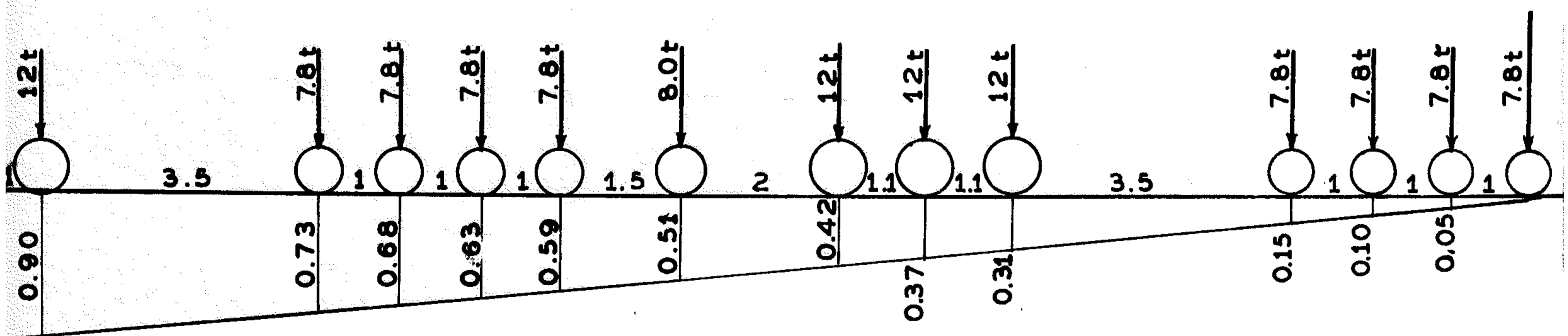


FIG. 5

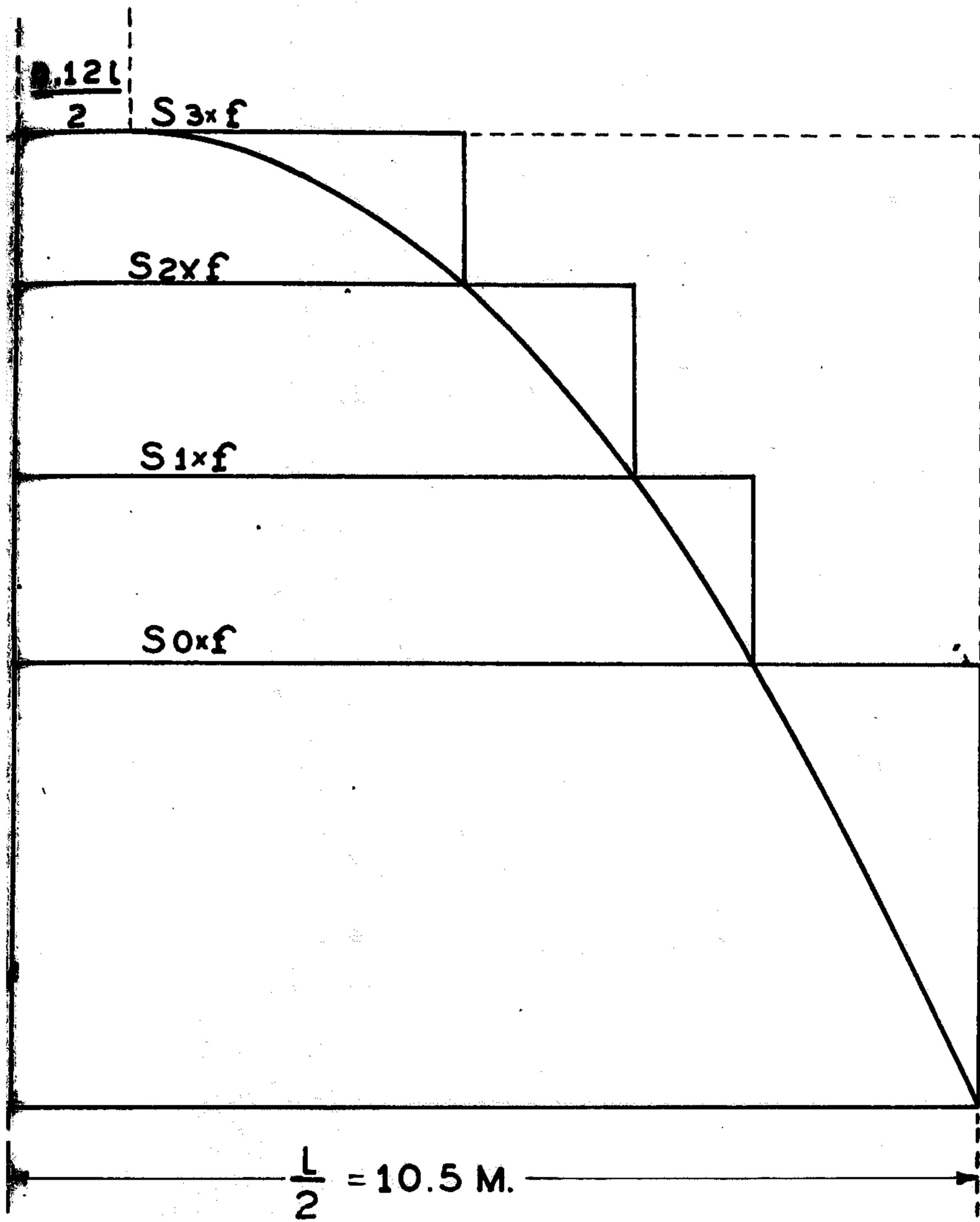


FIG. 6

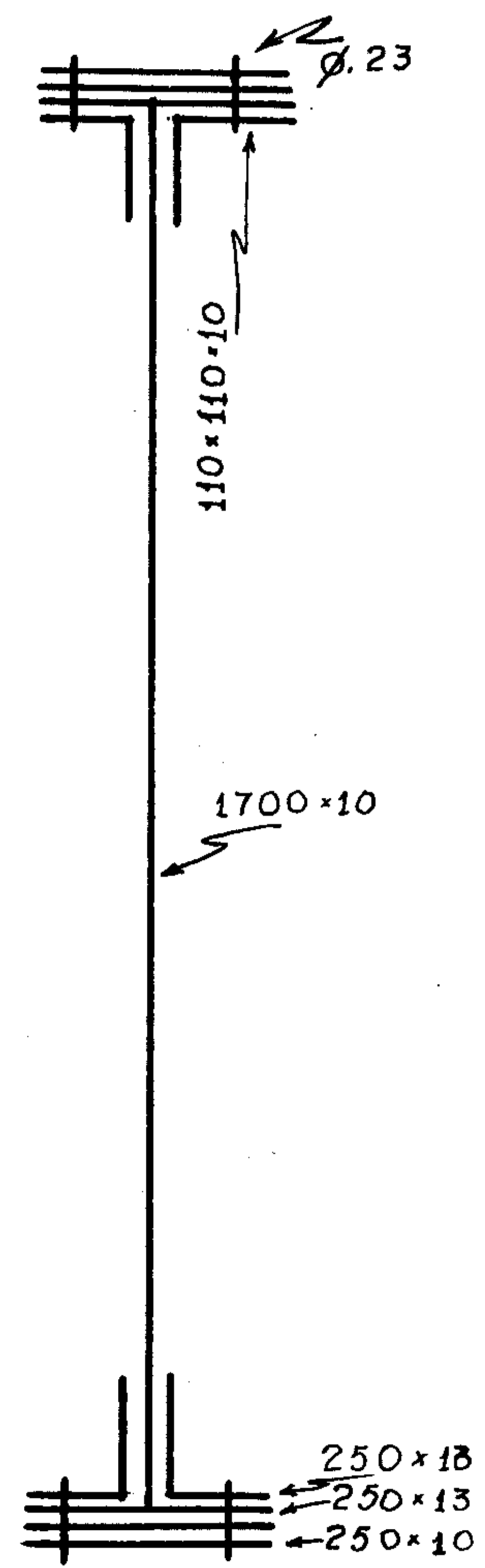


FIG. 7

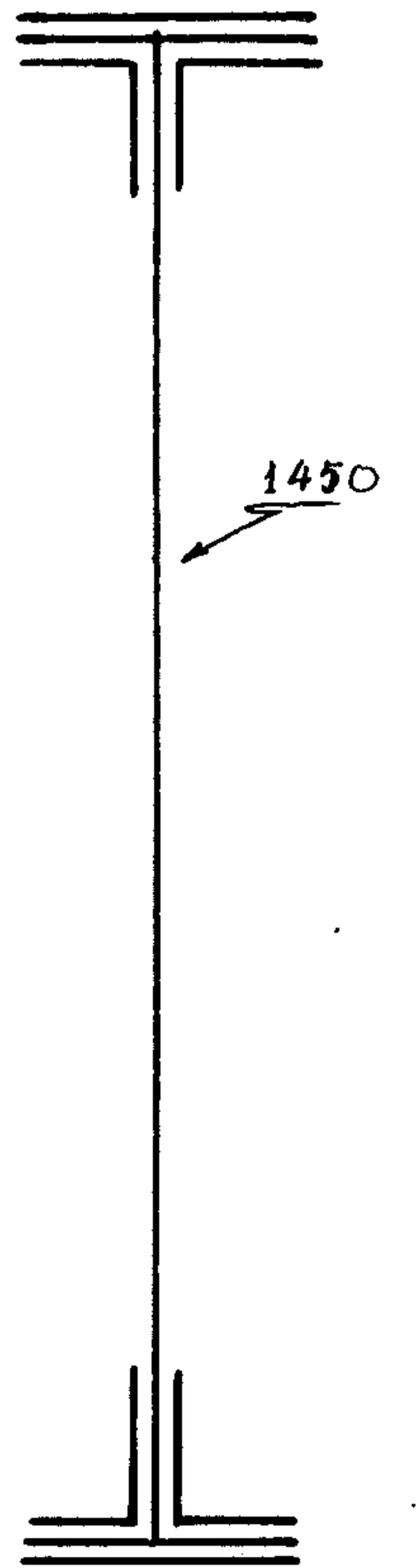


FIG. 8

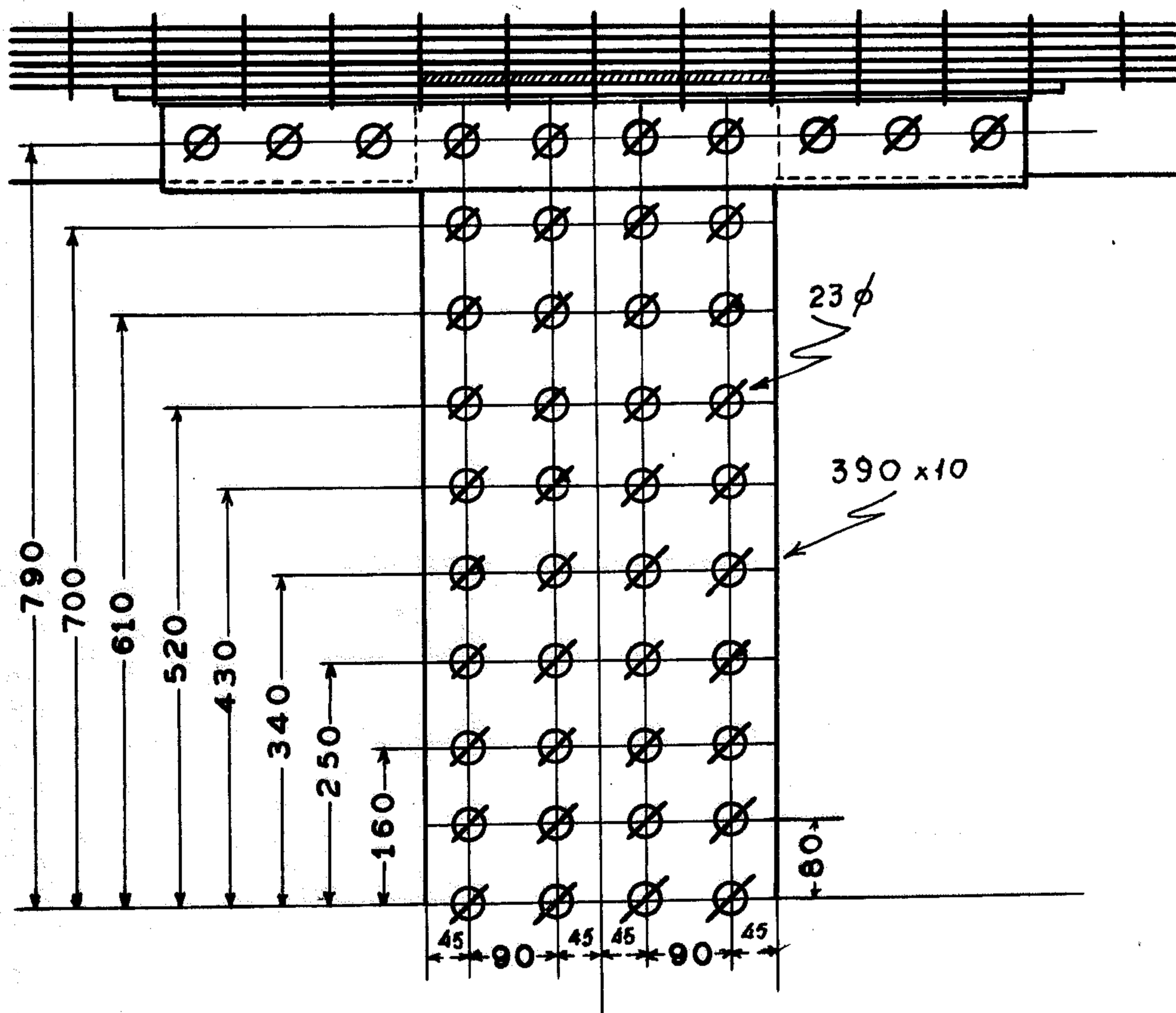


FIG. 15

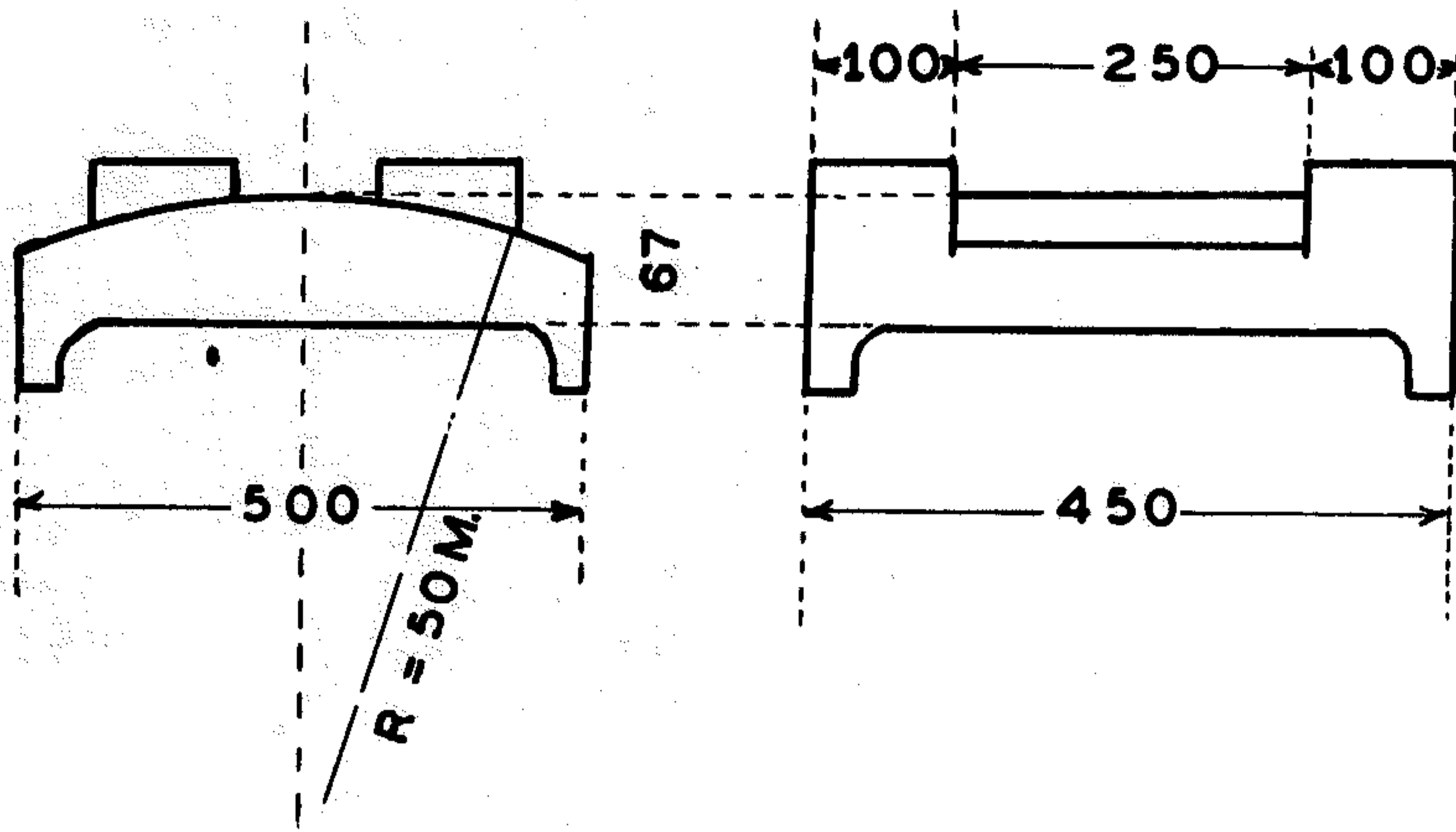
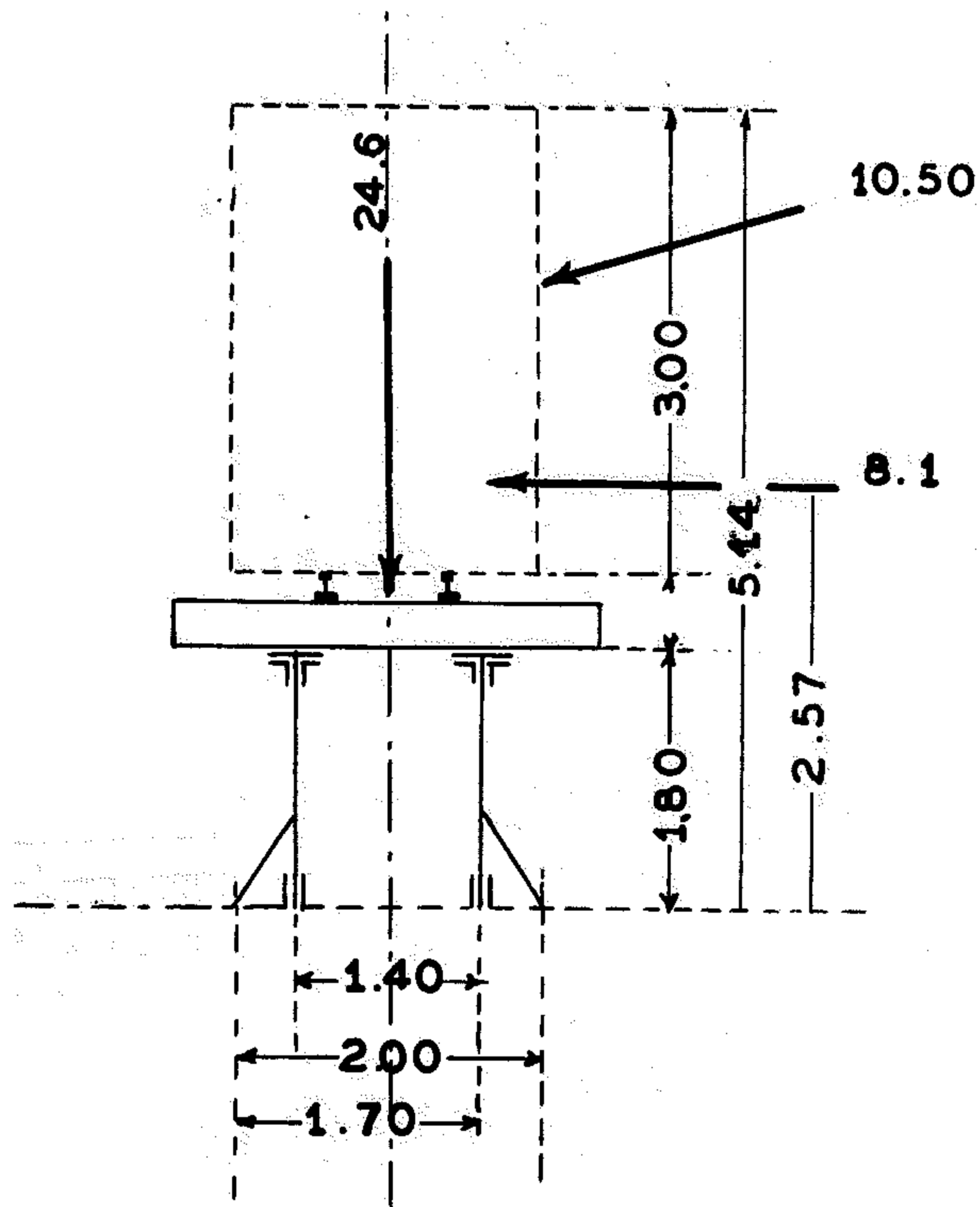


FIG. 16



P R E S U P U E S T OM O V I M I E N T O D E T I E R R A S

Rellenos	40292.300 m ³	á S/.	0.90 m ³	36,263.07	
Corte III	74758.250 "	" "	2.10 "	156,992.33	
Corte IV	13323.500 "	" "	3.40 "	45,299.90	
Corte V	132429.500 "	" "	5.00 "	662,147.50	900,702.80

D E F E N S A S

Escolleras	1320.000 m ³	á S/.	12.00 m ³	15,840.00	15,840.00
------------	-------------------------	-------	----------------------	-----------	-----------

O B R A S D E A R T E

Túneles	9 tun. con 384 ml.	á S/.	400.00 ml.	153,600.00	
---------	--------------------	-------	------------	------------	--

ALBAÑILERIA

Muros	4903.200 m ³	" "	40.00	196,128.00	
Puentes					
(Est. y Alas)	186.213 "	" "	40.00	7,448.52	
Alcantarillas	1956.000 "	" "	40.00	78,240.00	
Estructuras metálicas	2 con 57 toneladas		650.00 ton.	37,050.00	472,466.52

V I A

Rieles y accesorios	543 T.M.	á S/.	520.00 T.M.	282,360.00	
Burmientes	16660	á "	2.50 c/u	41,650.00	
Enrioladura con 3 levantes	10 kms.	5.500 p.km.		55,000.00	379,010.00
				S/.	1,768,019.32

ESTUDIO ECONOMICO.

Terminados los estudios y a base de los metrados y precios unitarios fijados para los diversos trabajos a ejecutarse, se ha confeccionado el presupuesto total de la obras que asciende a la suma de S/.1"768,019.32 ó sea un promedio de S/. 1,768.019.32 = S/.176.801.93 por kilómetro; nos ocuparemos

10

ahora del estudio económico de los 10 kilómetros de este fe-

1º.- TRAFICO PROBABLE

Los cálculos se hacen sobre la base siguiente:

Pasajeros.....7200 al año

Carga.....162.000 toneladas mt.

2º.- TARIFAS

Tomamos las mismas que rigen en este ferrocarril entre Tambo del Sol y el km.78, origen del estudio que se presenta.

Pasajeros de la. clase....S/. 0.09 por km.

" " 2a. "" 0.06 " "

CARGA

1a.....S/. 0.42 por Tn.Klm.

2a....." 0.35 " " "

3a....." 0.28 " " "

4a....." 0.25 " " "

Equipaje en general S/. 0.06 por Tn.Klm.

3º.- ENTRADAS PROBABLES

Se calcula así: por cada pasajero de la. clase; dos de segunda clase y en cuanto a la carga se toma la tarifa media, resultante de las correspondientes a las cuatro clases en las que se ha dividido, es decir; S/.0.325 por kilómetro.

Como en el recorrido de estos 10 kilómetros no existen poblaciones intermedias, todos los cálculos los referimos al total del recorrido, esto es; 2400 pasajes de primera cla-

se y 4.800 pasajeros de segunda clase.

INGRESO DEL TRAFICO

Los rendimientos de la línea, por concepto de viajeros y carga, se pueden estudiar y dividir así:

VIAJEROS.- Adoptando como producto medio kilométrico el de S/.0.09 para pasajeros de primera clase y S/.0.06 para los de segunda clase que es el establecido en todos los ferrocarriles del Estado, puede considerarse que el número de viajeros por año, en esta zona poco poblada, llegue a 7.200 entre pasajeros de primera y segunda clase

Pasajes de 1a.- $2.400 \times 0.09 \times 10 = S/.2.160.00$

" " 2a.- $4.800 \times 0.06 \times 10 = S/.2.880.00$

CARGA ↗

Por el momento y mientras la región se desarrolla, que se espera sea a plazo muy corto, puesto que explotándose los bosques, se tendrán terrenos libres que se dedicarán a la agricultura tal y conforme ha sucedido en la zona de Huánuco, en Tingo Maria.

La única carga que este ferrocarril transportará, será maderas para uso industrial, tales como durmientes para ferrocarriles del Estado y madera en bruto para los asientos mineros y maderas para uso comercial.

La prolongación de este ferrocarril ha tenido por objeto aprovechar las maderas que existen en los bosques que atraviesa y de la existencia, en la zona, de dos aserraderos. Según datos obtenidos en la región, las minas emplean gran cantidad de este tipo de madera para el apuntalamiento en los socabores; el Estado necesita miles de durmientes para sus ferrocarriles y el comercio está en espera de la confección de vigas y tablas para las construcciones civiles.

En la región existen maderas adecuadas, con las cuales se podría preparar, en el mismo lugar, mangos para picos y para palas. Para todos estos usos puede estimarse que el comercio por año y por consiguiente el transporte de maderas, sería de mas o menos unas 162.000 toneladas métricas

Los ingresos totales del tráfico serán, por consiguiente:

Pasajeros.....	S/. 5,040.00
Carga.....	" 518,400.00
Equipajes aproximados.....	" 2,500.00
	<hr/>
	S/. 525,940.00

que corresponde a un ingreso kilométrico de

$$\frac{525,940.00}{10} = S/. 52.594.00$$

10

NUMERO DE TRENES.-

Sobre la base de 7.200 pasajeros de 1a. y 2a. clase y 162.000 toneladas de carga, anuales, se estima necesario 5 trenes diarios, con un coche mixto para pasajeros y tres carros para carga.

Por el momento, casi toda la carga será de subida y se supone que el recorrido de estos 10 kms. entre la subida y la bajada, o sea, por viaje redondo, tome una hora de tiempo a velocidad media de 25 kms. por hora, teniendo en cuenta que la línea tiene en su recorrido, cuatro Zig Zag que toma tiempo en las operaciones de cambio.

GASTOS DE EXPLOTACION

Para los ingresos de explotación, se han tomado valores inferiores a los comerciales, en los gastos, se prescinde, así mismo de que construida la línea con los elementos y perfeccionamientos modernos, se tendrá una mayor economía.

En el Perú, el coeficiente medio de gastos de explotación, es de mas o menos 60 % del ingreso total.

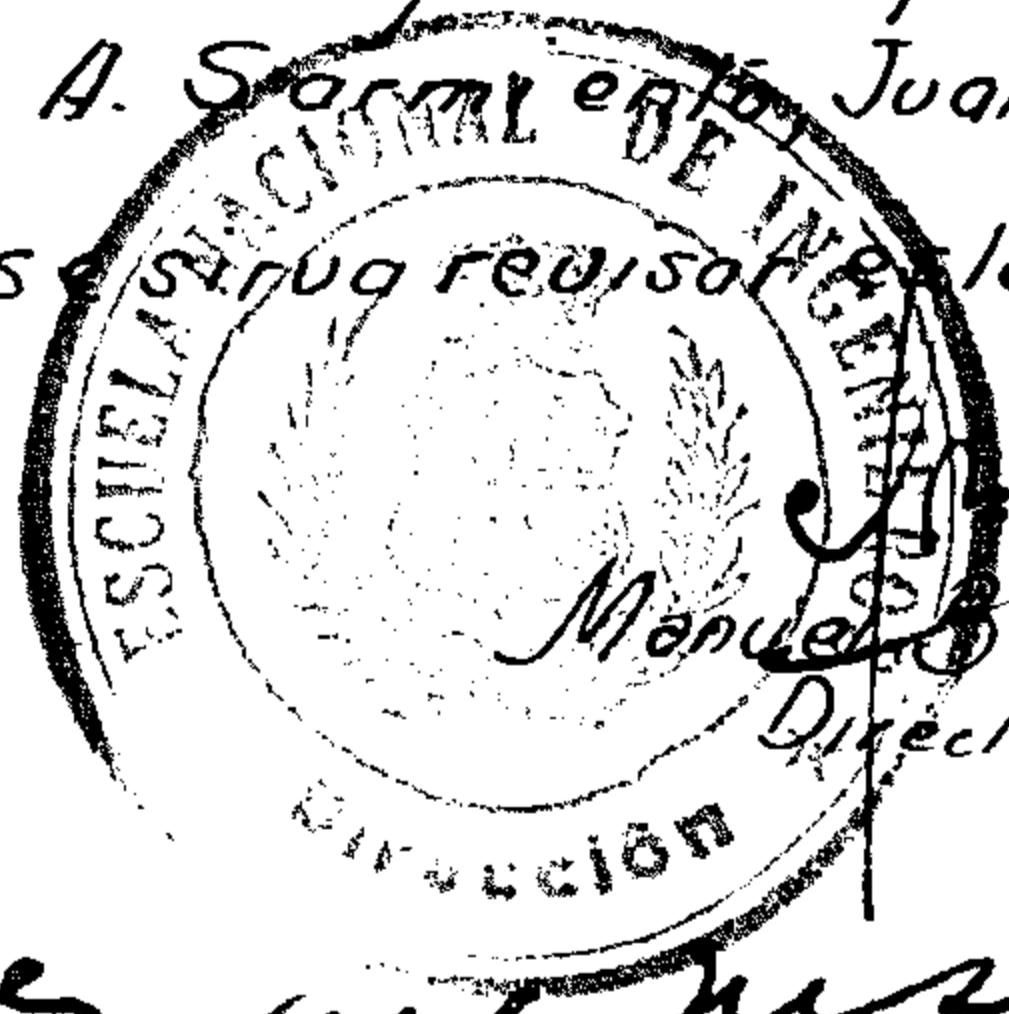
Ingreso total de tráfico.....S/.	525.940.00
Gastos de Explotación.60.%......"	315.564.00
Diferencia-Producto líquido	" 210.376.00

Como el Estado, al ejecutar esta obra, debe invertir la suma de S/. 1'768,019.32 y tenemos que según el análisis de las entradas y salidas, nos deja un promedio líquido de S/. 210.376.00 al año, suma que representa el 11.9 % al año del capital que el Estado vá a invertir; quiere decir que antes de los 9 años este ferrocarril habrá pagado íntegramente su inversión.

Por todo lo anteriormente expuesto, es aconsejable la prolongación de esta vía en los kms. estudiados.

Lima, 16 de diciembre de 1949.

Pase a la Comisión formada por los señores Profesores Juan A. Sarmiento, Juan Quiroga y Nicolás Devoto, para que se siga revisando el proyecto.



Los profesores que suscriben acuerdan calificar el presente proyecto con el voto decisivo (H).

Días 5 de junio 1950

Manuel B. Llosa
Juan Quiroga
Nicolás Devoto