

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



OBRAS DE DRENAJE EN CARRETERAS

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A:

APOLINAR GARCIA CASTILLO

MEXICO, D. F.

1982

297
57
BIBLIOTECA CENTRAL



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

I N D I C E

- I INTRODUCCION, OBJETIVO E IMPORTANCIA
- II ESTUDIOS PARA EL DISEÑO
- III PROYECTO CONSTRUCTIVO
- IV COMENTARIOS



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

FACULTAD DE INGENIERIA
EXAMENES PROFESIONALES
60-1-217 T.E.

Al Pasante señor APOLINAR GARCIA CASTILLO,
P h e s e n t e .

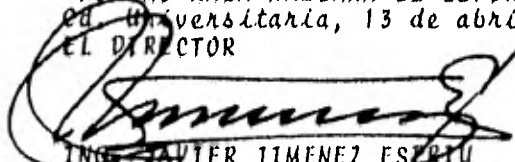
En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Luis Heredia Lozano, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.

"OBRAS DE DRENAJE EN CARRETERAS"

- I. Introducción, objetivos e importancia.
- II. Estudios para el diseño.
- III. Proyecto constructivo.
- IV. Comentarios.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
CD. Universidad, 13 de abril de 1982
EL DIRECTOR


ING. JAVIER JIMENEZ ESPERTU

JJE/OBLH/ser

INTRODUCCION OBJETIVO E IMPORTANCIA

INTRODUCCION

OBJETIVO E IMPORTANCIA.-

Como todo país en desarrollo, México se encuentra actualmente construyendo con toda actividad y con el máximo de su capacidad económica, una extensa red de caminos, desde troncales a Super Carreteras que comunica la Capital con sus fronteras, -- otras que atraviesan la República y conectan a ambos litorales de costa a costa; los Caminos Vecinales que se encuentran en la última categoría han tenido un roalce muy importante así como, brechas de penetración a los lugares incomunicados, que sirven para integrar la red vial, e intensificar el desarrollo económico del país y contribuir a su desonvolvimiento social.

Para que las vías terrestres cumplan correctamente con sus funciones sociales y humanas para las que fueron creadas, es necesario que su operación en todos los ordenes sean constantes en todo tiempo, entre ellas la conservación debe ser económica, esta última, depende que el drenaje funcione eficientemente en todo tiempo y con el conjunto de las demás estructuras que forman el camino.

La estructura de un camino la constituye el conjunto armonicamente logrado, de todas las partes que en él intervienen como son: Las terracerías, los pavimentos, las alcantarillas, los puentes, etc. que forman al unirse la estructura del camino, siendo cada una de estas partes un factor determinante para el éxito de un camino; es necesario tener los conocimientos correspondientes y aplicarlos adecuadamente.

En este trabajo, se tratará lo concerniente al "Drenaje de Caminos", concretamente al Drenaje Superficial:

OBJETIVO .

El objetivo fundamental del drenaje en los caminos es la de eliminar el agua o humedad que en cualquier forma llege a diferentes partes del camino y en segundo lugar, dar salida expedita al agua, cuyo acceso al camino sea inevitable.

Ahora bien, el agua llega al camino por;

a) Precipitación directa, b) escurrimiento del agua de los terrenos adyacentes, c) crecientes de ríos y arroyos, d) infiltración a través del subsuelo del camino.

El drenaje debe preverse y estudiarse desde la localización misma del camino, siendo éste uno de los puntos que constantemente debe tener en mente el Ingeniero localizador, con el fin de evitar en lo posible el trazo de caminos por lugares que no se drenen por sí mismos, pues eso requeriría drenaje artificial.

Así pues, siempre que sea posible, es conveniente que el Ingeniero Jefe de la obra o localizador se haga acompañar por un especialista, no porque aquel no tenga capacidad suficiente para -

la elección de cruces, sino porque es útil que conozca los puntos de vista de una persona experimentada y que éste último conozca los del localizador, para que el proyecto del camino resulte equilibrado y para que no haya posteriormente divergencia de criterios.

El cuidado en el estudio no solo es aplicable a cruces de grandes ríos, sino a cualquier obra de drenaje, por pequeña que esta sea, pues el drenaje menor es el que regula la vida del camino y el que a la larga da el índice de economía.

Para que un camino tenga buen funcionamiento debe evitarse; --
a) Que el agua circule en cantidades excesivas por el camino, -- esto provoca la destrucción del pavimento y origina la formación de baches.

b) Que el agua de las cunetas laterales remoje y reblandezca los terraplenes, originando asentamientos con el consiguiente -- perjuicio a revestimientos y pavimentos.

c) Que los cortes de materiales falsos se satures de agua con peligro de que se derrumben y provoquen deslizamientos de los cortes, aún del camino en sí.

d) Que el agua de arroyos, hondanadas y talwegs sea remansada por los terraplenes con el peligro de deslavarlos hasta provocar el derrumbe.

e) Que el agua subterránea reblandezca la sub-rasante formando baches.

- ✓ Los deslaves, asentamientos, oquedades o desprendimientos de material, encarecen el costo de la conservación y a veces interrumpen el tránsito, ocasionando por lo tanto desequilibrios económicos; e aquí la importancia del drenaje de un camino por todo ello se debe hacer un estudio concienzudo del drenaje puesto que de él depende en gran parte el éxito de un camino.

Un buen camino no es solamente aquel que tiene buenos cruces, sino aquel que, teniendo buenos cruces tiene también alineamiento, tanto vertical, como horizontal.

Los puntos obligados, ocasionados por ríos, arroyos, canales y vías férreas, etc. lo constituyen las obras de puentes y alcantarillas grandes, ya que en la mayoría de los casos el resto del drenaje queda supeditado al proyecto integral del camino.

La elección de los puntos obligados para el drenaje es de una importancia básica, puesto que una línea mal estudiada desde éste ángulo podrá o no ser costosa en su gasto inicial, pero seguramente lo será en el de conservación y de operación, debido a que son muy diferentes los procedimientos empleados para; -- captar, conducir y eliminar el agua que llegue o pretenda llegar al camino.

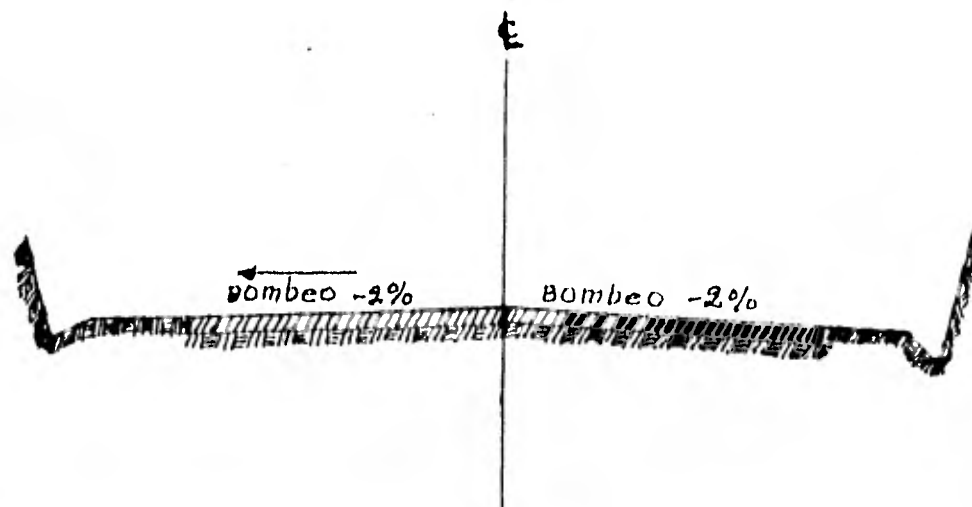
De los métodos empleados para contrarrestar el agua tenemos; Drenaje superficial y Drenaje subterráneo, del cual se hablará del drenaje superficial.

Drenaje Superficial.- Son obras de captación y defensa que -
constituyen las obras longitudinales y de cruce o transversales.
Longitudinales.- Son las obras de: Bombeo, cunetas, contracunetas, canales auxiliares, bordos y lavaderos

Obras de Cruce.- Son: Puentes y alcantarillas.

Bombeo.- Aunque indirectamente ligado a las obras de captación y defensa es indispensable mencionarlo, ya que es una de las normas para la construcción de la corona del camino, que es la pendiente que se le dá a la corona en ambos lados del centro hacia la derecha o izquierda, en todo lo largo del camino; esto es con el fin de evitar la acumulación del agua sobre la corona.

La pendiente que se le dá casi por lo regular es del - 2 %

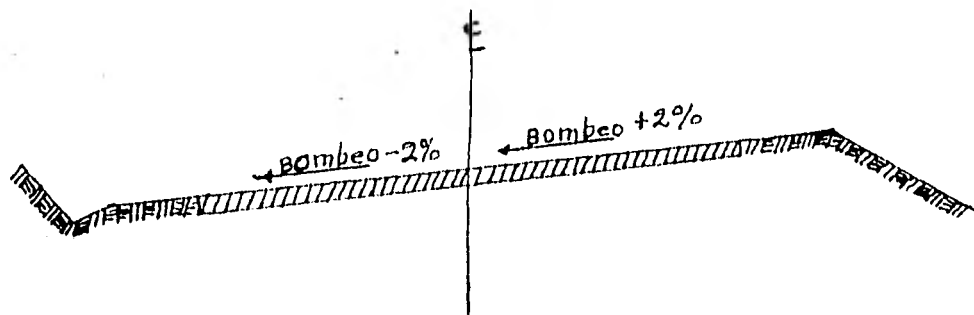


CAMINO

RECTO

Las pendientes en curva son: Una positiva y otra negativa.

La positiva (+2%) es la que se presenta por el lado de afuera de la curva y la negativa la que se presenta por el lado de adentro de la curva o sea (-2%)



CAMINO EN CURVA

En estos casos el bombeo se efectúa por un solo lado

Un bombeo apropiado será aquel, que permita un drenaje correcto de la corona con la misma pendiente, a fin de que el conductor no tenga sensaciones de incomodidad o inseguridad.

En la siguiente tabla se dan valores de guía para emplearse en proyecto, en función del tipo de superficie de rodamiento

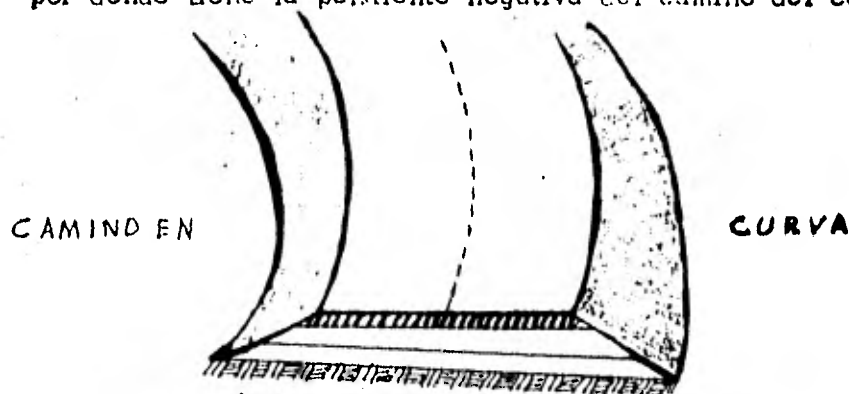
Tipo de superficie de rodamiento		Bombeo
muy buena	Superficie de concreto hidráulico tendida con motoconformadora, - carpeta de riego,	0,010-0,020
Buena	Superficie de mezcla asfáltica, - tendida con motoconformadora, - carpeta de riego,	0,015-0,030
regular o mala	Superficie de tierra o grava	0,020-0,040

El bombeo depende no solamente de la precipitación pluvial, - sino de la clase de superficie del camino, ya que una superficie dura, tersa, requiere menos bombeo que una rugosa y falta de compactación.

CUNETAS

Son zanjas que se hacen en ambos lados del camino, a ellas llega el agua pluvial, el agua que escurre por los cortes y en ocasiones también el de áreas adyacentes, el agua que cae al camino es llevada a las cunetas por medio del bombeo, como en caminos rectos el bombeo se efectúa del centro del camino hacia la derecha o izquierda por lo tanto las cunetas reciben solamente el agua de la mitad del camino.

En curva o en curvas que pasen por cortes el agua escurre hacia una sola cuneta, la que se encuentra adentro de la curva, por donde tiene la pendiente negativa del camino del camino.



Las cunetas al pasar de corte a terraplén se prolongan a lo largo del pie del terraplén hasta encontrar una alcantarilla o algún puente donde puedan desfogar sus aguas libremente.

Entre la cuneta y el terraplén se deja una berma que sirve para evitar que se remoje el terraplén, lo cual provocaría asentamientos y derrumbes.

El área hidráulica de las cunetas debe ser la necesaria para una capacidad de fuertes aguaceros con duración de 10 - 20 min.

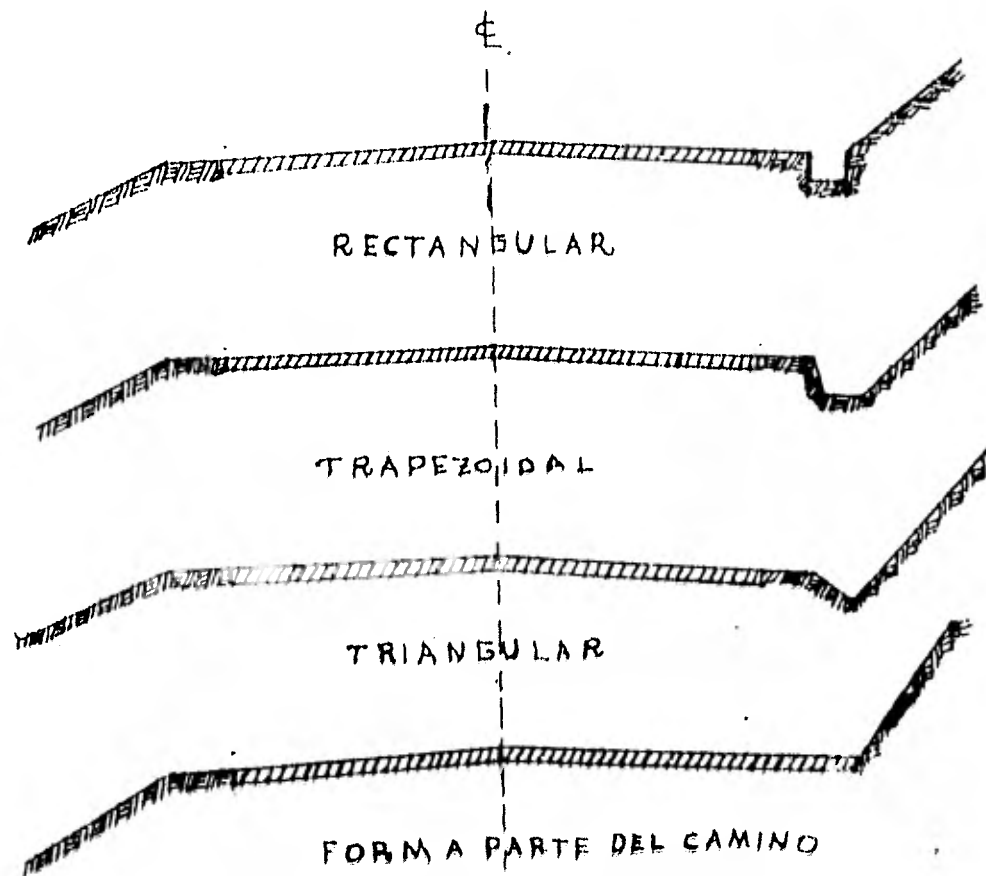
Generalmente se consideran suficientemente seguros proyectarlas para que tomen del 70 - 80% de la precipitación pluvial.

Aquí presentaremos algunas formas de cunetas, las cuales no todas son aceptables; la sección y fondo de cunetas las determina el Ingeniero a su juicio, de acuerdo con las condiciones climáticas, topográficas y geológicas del lugar, la tendencia es hacer las cunetas tan pequeñas y poco profundas como sea posible, -- tanto para mayor seguridad, mayor economía en la construcción y conservación.

En nuestro País se hace para caminos de primer orden cunetas en forma de "V" con dimensiones siguientes, suponiendo un tirante de 30 cm. y un talud de 1:3 por el lado de afuera el talud natural del terreno. En esta forma las cunetas quedan a unos 40 - 45 cm. abajo de la subrasante y lleva la misma pendiente del camino, una cuneta de las dimensiones indicadas puede servir satisfactoriamente en longitudes desde 600 a 700 metros en terreno plano y 300 a 400 en terreno de cierta pendiente, ésta longitud se contará desde una cresta hasta un desfogue, ya sea a una alcantarilla de alivio, o sea directamente fuera del camino.

Pendiente. - La pendiente se dará de acuerdo con la del camino o en función con el gasto por drenar y la sección de la misma pero teniendo como límite la velocidad que pueda resistir el terreno sin erosionarse.

En las siguientes figuras se muestran diferentes tipos de cunetas y en la tabla se muestran velocidades máximas recomendadas para diversos materiales, así como los gastos de una cuneta triangular para diferentes velocidades y pendientes.

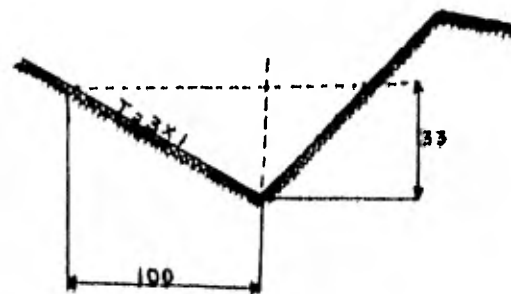


Material excavado original	Velocidades admisibles en canales en m./seg.			Velocidades máximas recomendables para cuneta.
	Agua clara	Agua con sedimentos coloidales.	Agua con sedimentos no coloidales.	
Arena fina	0-0.45	0.75	0.45	0.50
Barro arenoso	0.55	0.75	0.60	0.60
Barro de sedimento	0.60	0.90	0.60	0.60
Sedimento aluvial	0.60	1.10	0.60	0.60
Barro firme ordinario	0.75	1.10	0.70	0.70
Arcilla firme	1.15	1.50	0.90	0.90
Grava fina	0.75	1.50	1.15	1.15
Grava gruesa	0.90	---	---	1.20
Barro y grava	1.15	1.50	1.15	1.50
Pizarras suaves	---	---	---	1.50
Tepetates	---	---	---	1.50
Cunetas zampeadas	---	---	---	---
Roca firme	---	---	---	---

Velocidades máximas recomendables para cunetas

En la tabla siguiente se muestran los gastos para una cuneta triangular con inclinación de 3:1 y talud del terreno de 1/2x1 en función de su pendiente longitudinal.

Pendiente S en %	Velocidad m./seg.	Gastos en m ³ /seg.
1,0	0,630	0.109
2,0	0,891	0.154
3,0	1,091	0.188
4,0	1,260	0.217
5,0	1,409	0.243
6,0	1,543	0.266



CONTRACUNETAS

Son canales destinados a evitar que llegue el agua a las cunetas y por lo tanto al camino, cuando éstas tienen una capacidad menor que la necesaria.

La localización de las contracunetas va íntimamente ligada con su funcionamiento, por lo cual se colocan siempre en las laderas y son paralelas al camino, estas contracunetas se encuentran colocadas a unos 20 ó 30 metros alejadas de los cortes del camino por esta razón cuando el eje del camino siga la línea de máxima pendiente, no deben construirse contracunetas, pues en ese caso su funcionamiento no solamente es nulo sino perjudicial.

Un factor que interviene en la localización de las contracunetas es el de la estratificación de las capas geológicas, pues si en la excavación de las mismas se encuentra con un manto poroso en este tipo de terreno no se pueden construir dichas obras, ya que el agua se filtraría por ella y saldría en los cortes provocando deslaves y derrumbes. Por lo tanto las cunetas deben -- construirse en terreno no poroso para que no afecte al camino en lugar de protegerlo.

Generalmente tienen forma trapezoidal con base de 30 ó 50 cm. y taludes de acuerdo con el terreno. La pendiente debe ser uniforme, pues los cambios ocasionan disturbios hidráulicos y como consecuencia depósitos o asolves y con el tiempo anulamiento de su funcionamiento.

El desfogue de las mismas debe ser siempre libre y lo suficientemente alejadas del terraplén para no ocasionar perjuicios en él. La longitud de las contracunetas deberá ser siempre la mínima, a menos que la salida este obligada, en cuyo caso tendrá que hacerse una correcta localización de ella sobre los planos de configuración.

CANALES

Son obras de protección localizadas en las orillas de los caminos, con el objeto de impedir que el agua llegue al camino y lo dañe, su función es análoga a la de las cunetas, solamente que éstas casi siempre se localizan a los lados de los cortes para recoger el agua que escurre sobre la superficie, así como en los caminos a pelo de tierra, aquellos deben colocarse lo suficientemente lejos del camino para que no haya saturación de agua, Se utilizan tanto en el caso de línea a pelo de tierra como en el caso de terraplenes.

Las dimensiones, pendientes y longitud de los canales deben calcularse de acuerdo con el área por drenar o sea el gasto, según los procedimientos habituales en hidráulica.

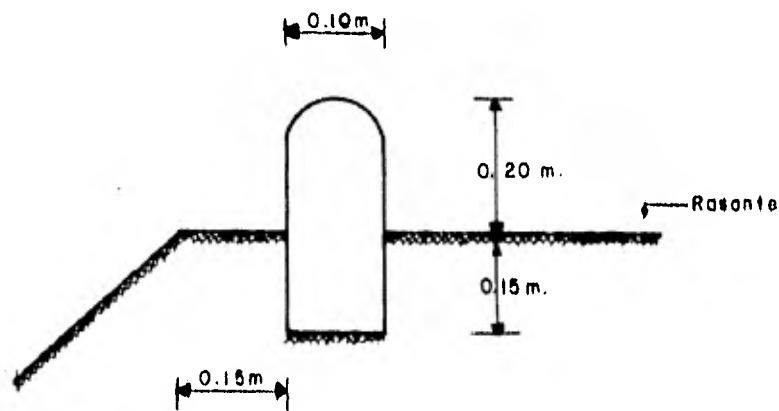
BORDOS EN EL CAMINO

En caminos donde se presentan tramos largos de terraplén y muy altos, en esos mismos lugares el agua pluvial que cae a lo ancho del camino escurre debido a la sobre-elevación del mismo, -lllege a erocionar peligrosamente los taludes exteriores del terraplén, en este caso hay que admitir que toda el agua escurra por el camino mismo, encausándola y darle salida conveniente, mediante unos bordillos a cada lado del camino. El cual impedirá que escurra por el talud y provoque erosión en el terraplén y a fin de la destrucción del mismo.

Estos bordillos encausan el agua hacia un lugar bajo donde se pueda expulsar por un tubo tendido sobre el talud del terraplén, o un lavadero.

Al hacer la construcción definitiva, debe hacerse el pavimento más resistente que en otros lugares, los bordos deben consolidarse y protegerse con algún riego.

También en lugar de bordos se pueden colocar una especie de cuneta con pretil de mampostería o de concreto, lo cual sirve a la vez de banda de seguridad.



BORDILLO

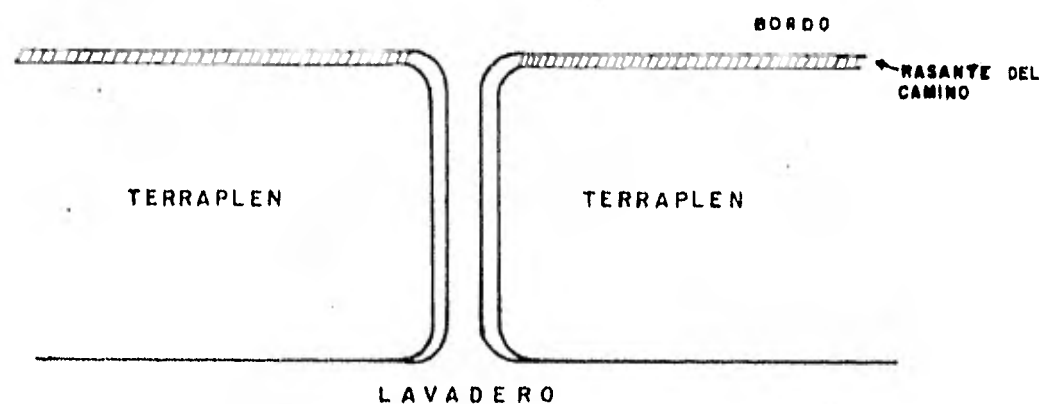
LAVADEROS SALIDAS Y VERTEDORES

El desfogue de cualquier alcantarilla, tubo, de dimensiones pequeñas, digamos de 45 ó 60 cm. hay que protegerlas con rejillas, desarenadores para que no se asolven.

La salida o desfogue de las alcantarillas puede hacerse con un lavadero o vertedor, el cual no es sino una cubierta o delantal de concreto, (mampostería, zampeado, piedra acomodada) por donde se encausa el agua en los taludes de terraplenes o en terreno muy erosionables, hasta llevarla a lugares donde la erosión conti

quada no puede llegar a afectar al camino en forma alguna. Estas construcciones cuando están en terrenos muy inclinados - deben anclarse convenientemente con dentellones para garantizar su estabilidad.

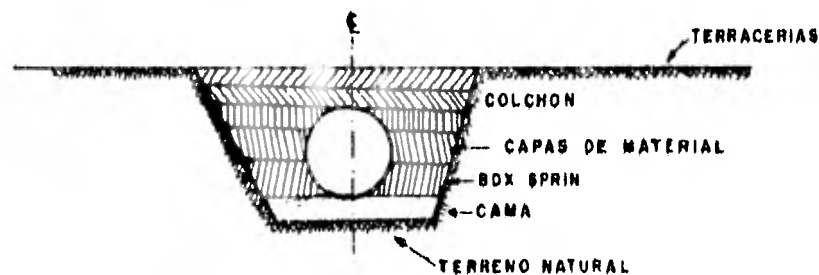
Su elección, dimensiones, proyecto constructivo, etc., se dejan por completo al criterio del Ingeniero encargado del drenaje.



OBRAS DE CRUCE

Dentro de las obras de cruce, también conocido como drenaje transversal, tenemos alcantarillas de: Tubo, losas apoyadas en estribos, bóvedas, cajones, y otros tipos de obras como son: Puentes, sifones, vados, etc.

En general las estructuras que tienen un claro igual o menor a 6.0 metros se denominan alcantarillas y las de claro mayor de 6.0 metros reciben el nombre de puentes, sin embargo la característica que más los distingue es que las alcantarillas se proyectan con un colchón de tierra como cimentación y encima de este colchón se coloca la alcantarilla como se muestra en la figura, en los puentes no.



ALCANTARILLA DE TUBO

ESTUDIOS PARA EL DISEÑO

ESTUDIOS PARA EL DISEÑO

Los estudios que se efectúan para el diseño de drenaje son : -

A) Estudios hidráulicos, B) Topográficos, C) Geológicos.

A) Estudios hidráulicos, son los que se realizan para la localización de puntos obligados para la construcción de alcantarillas, - puentes.

Para encontrar el gasto de las obras de drenaje se efectúa por - lo general con los siguientes métodos:

a) Método empírico, b) Método de secciones y pendientes, c) Método racional, teniendo como dato la precipitación pluvial, d) Método por comparación.

a) Método Empírico.- La fórmula que se emplea y que mejores resultados proporciona es la de (Talbot)

$a = 0.183 C \sqrt{A}$ en la que:

a = área hidráulica que debe tener la alcantarilla en (m²)

A = Superficie por drenar en hectáreas

C = Coeficiente de acuerdo con las condiciones topográficas

Ya que se tiene perfectamente proyectado, alineamiento, horizontal, vertical, se procede a estudiar la solución de la obra.

A continuación presenta una tabla para la aplicación de la fórmula de (Talbot)

b) Método de Sección y Pendiente.- Se desarrolla por considerarlo un procedimiento muy sencillo y que nos proporciona datos cerca - de la realidad,

Requisitos del método: El cauce debe tener que la sección sea lo más recta posible, que la pendiente sea uniforme, que el tramo -- sea recto, que el fondo sea impermeable para que no haya grandes pérdidas por filtración. La separación entre sección y sección será de 1.5 veces el ancho de la corriente como mínimo, la pendiente - del fondo se tomará la pendiente del agua en el perfil por el eje.

Se escoge una de las márgenes como origen para sobre poner todas las demás secciones haciendo coincidir la superficie libre del agua (S.L.A.), quedando un haz de sección para determinar una sección transversal media y con la ayuda de un planímetro se calcula el - área de la sección media y se procede

$Q = AV$ Fórmula de la continuidad

$V = C \sqrt{RS}$ Fórmula de Chezy

En donde C = Coeficiente de velocidad

R = Radio Hidráulico = A/p

S = La del agua en el perfil por el eje

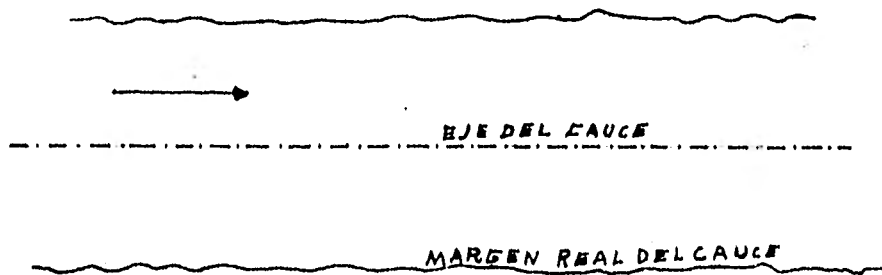
Q = Gasto que pasará por la sección

$V = 1/n R^{2/3} S^{1/2}$ Manning, n = Coeficiente de rugosidad

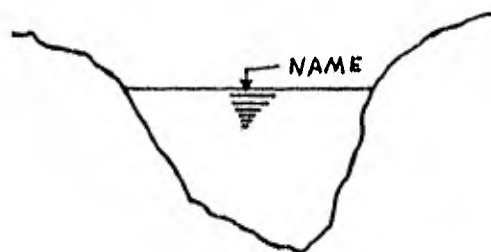
Para un régimen turbulento, si las áreas de la sección transversal varían más del 10% se considerará que el régimen no es permanente y se aplica la siguiente fórmula

TRAMO PARA EL METODO DE SECCION Y PENDIENTE

A POLIGONAL ABIERTA B



PERFIL DEL EJE DEL CAUCE



SECCION TRANSVERSAL

- 22 -

FORMULA DE TALBOT.- Area hidrúlica en m².

Area drenada Hectáreas.	Terreno montañoso		Lomerío escarpado		Lomerío		Terreno ondulado		Terreno plano	
	C	1.0	C	0.8	C	0.6	C	0.5	C	0.3
0.5	0.11		0.09		0.07		0.06		0.03	
1.-	0.18		0.14		0.11		0.09		0.05	
1.5	0.25		0.20		0.15		0.12		0.07	
2.-	0.31		0.25		0.19		0.15		0.09	
3.-	0.42		0.34		0.25		0.21		0.13	
4.-	0.52		0.42		0.31		0.26		0.16	
5.-	0.61		0.49		0.37		0.30		0.18	
6.-	0.70		0.56		0.42		0.35		0.21	
7.-	0.79		0.63		0.47		0.40		0.24	
8.-	0.87		0.70		0.52		0.44		0.26	
9.-	0.95		0.76		0.57		0.48		0.28	
10.-	1.03		0.82		0.62		0.52		0.31	
12.-	1.18		0.94		0.71		0.59		0.35	
14.-	1.32		1.06		0.79		0.66		0.40	
16.-	1.46		1.17		0.88		0.73		0.44	
18.-	1.60		1.28		0.96		0.80		0.48	
20.-	1.73		1.38		1.03		0.86		0.52	
22.-	1.86		1.49		1.12		0.93		0.56	
24.-	1.99		1.59		1.19		1.00		0.60	
26.-	2.11		1.69		1.27		1.05		0.63	
28.-	2.23		1.78		1.34		1.12		0.67	
30.-	2.25		1.88		1.41		1.18		0.71	
40.-	2.91		2.33		1.75		1.45		0.87	
50.-	3.44		2.75		2.06		1.72		1.03	
60.-	3.95		3.16		2.37		1.98		1.18	
70.-	4.43		3.54		2.66		2.22		1.33	
80.-	4.90		3.92		2.94		2.45		1.47	
90.-	5.35		4.28		3.21		2.67		1.61	
100.-	5.79		4.63		3.47		2.80		1.74	
120.-	6.45		5.16		3.87		3.22		1.94	
140.-	7.45		5.96		4.47		3.72		2.24	
160.-	8.24		6.59		4.94		4.12		2.47	
180.-	9.00		7.20		5.40		4.50		2.70	
200.-	9.74		7.79		5.84		4.87		2.92	
225.-	10.64		8.51		6.38		5.32		3.19	
250.-	11.51		9.21		6.90		5.75		3.45	
275.-	12.36		9.89		7.42		6.18		3.71	
300.-	13.20		10.56		7.92		6.60		3.96	
400.-	16.38		13.10		9.83		8.19		4.91	
500.-	19.36		15.49		11.62		9.68		5.81	
600.-	22.10		17.76		13.32		11.10		6.66	
700.-	24.92		19.94		14.95		12.46		7.48	
800.-	27.54		22.03		16.52		13.77		8.26	
900.-	30.81		24.64		18.48		15.40		9.24	
1000.-	32.56		26.04		19.54		16.28		9.77	
1200.-	37.33		29.86		22.40		18.66		11.20	
1400.-	41.91		33.52		25.15		20.36		12.57	
1600.-	46.32		37.05		27.73		23.16		13.90	
1800.-	50.60		40.49		30.36		25.30		15.18	
2000.-	54.76		43.81		32.88		27.38		16.43	

$$Q = \sqrt{\frac{2 g h}{\frac{1}{2} \frac{A_n}{A_1} - \frac{1}{2} + \frac{2 g e}{C^2} \left(\frac{P_1}{3A_1} + \frac{P_2}{3A_2} + \frac{P_3}{3A_3} + \dots + \frac{P_n}{3A_n} \right)}}$$

Régimen turbulento (fórmula de Toscano) en donde

A_n = última área

A_1 = primer área

h = desnivel entre la primera y última sección

e = equidistancia entre secciones.

P = perímetro mojado

c = coeficiente de rugosidad

g = aceleración de la gravedad

Conociendo el volumen máximo de escurrimiento (Q) se procede a diseñar la alcantarilla; generalmente de claro más chico que el ancho del cauce y la altura mayor que el tirante fijado por el (NAME)

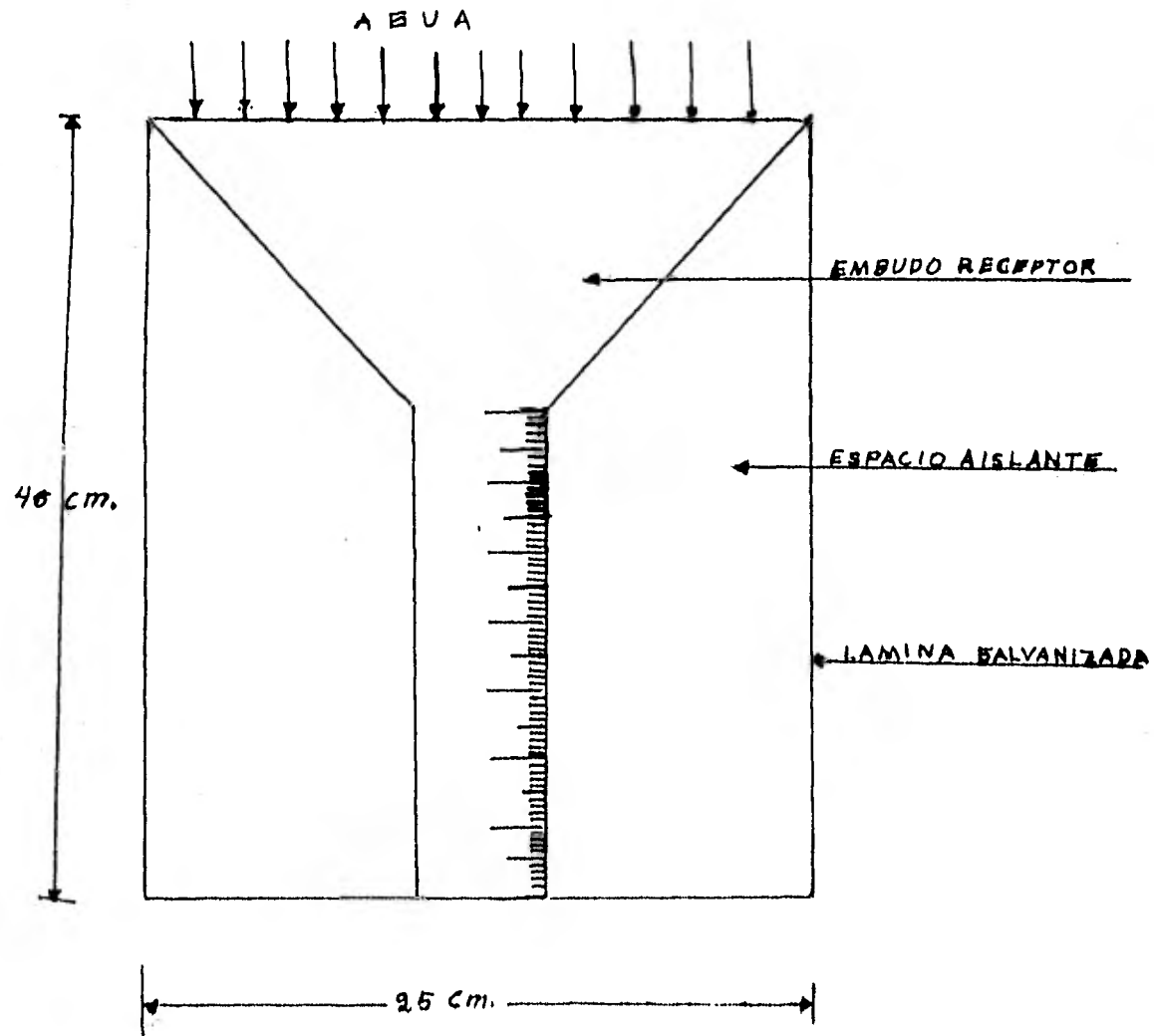
c) Método Racional mediante precipitación pluvial.- Se denomina precipitación pluvial a el agua que cae a la tierra en forma de lluvia, granizo, nieve, etc., es producida por alguna corriente atmosférica o por algún tipo de perturbación.

La precipitación pluvial se da en (mm.) y se obtiene mediante la instalación de estaciones pluviométricas.

Se llaman estaciones Pluviométricas cuando unicamente se instalan un pluviógrafo o pluviómetro.

PLUVIOMETRO.- Consiste en un cilindro de lámina galvanizada forrada de madera, que en la parte superior tiene un embudo receptor en donde cae el agua de lluvia, del embudo, el agua pasa a una probeta graduada que esta en el interior del cilindro, ésta probeta tiene una área 10 veces menor que el área en el embudo, con el objeto de que las lecturas en la probeta queden incrementadas 10 veces para facilidad de apreciación, principalmente cuando las lluvias son escasas, por lo tanto para conocer la altura real de precipitación habrá que dividir entre 10 a las lecturas que se hagan en las probetas, con este aparato se conoce la precipitación pluvial en un tiempo generalmente es de 24 horas,

PLUVIOGRAFO.- También sirve para medir la precipitación pluvial en un tiempo determinado generalmente de 8 días, puesto que es un aparato automático y en el tiempo en el que se haga el registro de lluvia se fija a voluntad de acuerdo con el mecanismo de relojería que tiene el aparato.



PLUVIOMETRO

En la parte superior cae el agua de lluvia en un embudo receptor de donde pasa a través de un tubo de 1/2" a un receptáculo situado a la base del aparato, receptáculo que tiene el mismo diámetro del embudo. A medida que se va llenando de agua el receptáculo, sube un flotador que tiene una varilla, en esta varilla tiene una puntilla que se apoya contra un papel de rayado especial que envuelve un cilindro, este tiene un determinado movimiento que le transmite el mecanismo de relojería. En estas condiciones la puntilla va trazando una línea que es la que indica el valor de las precipitaciones.

Procedimiento por comparación.- Se aplica en dos casos:

a) Cuando se trata de construir una nueva alcantarilla, en un lugar donde ya existía otra.

Para este caso se recabaron datos con gente conocedora de la región acerca del mal o buen funcionamiento hidráulico, que tiene o tuvo la alcantarilla, así como de su comportamiento durante las épocas de crecientes máximas, pero además será necesario se imponga una retificación a estos datos, lo que consistiría en recorrer la cuenca de captación y determinar el área por drenar.

b) Cuando en el lugar en que se va a instalar una alcantarilla, existe otra cercana sobre el mismo arroyo o canal, para este caso podrán ser suficientes los siguientes datos.

Un estudio de la capacidad de la alcantarilla existente en relación con su emplazamiento y la frecuencia de los caudales máximos, proporcionará una orientación útil para determinar el área hidráulica de la nueva alcantarilla, los datos verbales recabados lo más cercano posible a la realidad con varias gentes del lugar, a un estudio visual más o menos minucioso de la eficiencia hidráulica de la alcantarilla existente, valiéndose de huellas visibles del nivel más alto alcanzado por el agua durante un período de tiempo razonable.

ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

Dentro de estos estudios; para llevar a cabo el proyecto constructivo de las alcantarillas incluiremos las siguientes fases:

- a) Reconocimiento y localización del cauce
- b) Trazo y nivelación del eje longitudinal del mismo
- c) Determinación del área por drenar
- d) Topografía de la zona de cruce
- e) Datos de cimentación
- f) Datos complementarios

Reconocimiento y Localización.- Para poder llevar a cabo el proyecto de estas fases, se deberá contar con los siguientes datos:

- 1.- Perfil del terreno del trazo definitivo, con su kilometraje respectivo.
- 2.- Proyecto de la rasante.
- 3.- Alineamiento horizontal.

Con relación al primero el drenajista deberá consultar el perfil del terreno para determinar en todos los puntos bajos, hondonadas, barrancas, cañadas, etc, es decir, los puntos donde se juzgue necesario una alcantarilla teniendo el kilometraje del tramo en estudio, se sabrá con exactitud el de todos y cada uno de los puntos mencionados.

Respecto al punto 2, es otro dato indispensable especialmente cuando se tienen terraplenes muy altos, en los que no se podría fijar ni siquiera en forma aproximada, la longitud que debe darse al eje de la alcantarilla, para obtener su intersección con el talud del terraplén, condición muy necesaria para fines de proyecto, en cambio, conociendo la altura del terraplén, el ancho de la corona del camino, la pendiente aproximada de la ladera; los taludes pueden hacerse en el campo un cálculo rápido y bastante aproximado de longitud antes mencionada. El punto 3, se refiere a que el cauce del arroyo quede en curva circular, curva espiral, o tangente de transición, con los cadenasmientos respectivos. Tablas de curvas espirales, grados de curvatura, etc., son elementos útiles al drenajista para el mejor desempeño de sus labores.

b) Trazo y nivelación del eje longitudinal del cruce,
Este levantamiento se lleva a cabo por el fondo del arroyo, tomando todas las lecturas necesarias y luego concentrarlas en una hoja de registro correspondiente.

Las lecturas a que nos referimos son; ángulo de esvía del cruce, en caso de que sea así, elevaciones a la izquierda o a la derecha del (Ø) centro del claro,

Es conveniente que se dibuje un croquis respectivo, así como también se anotan datos como son; Arena drenada, naturaleza de

la misma, naturaleza del cauce, naturaleza del subsuelo, el sentido del escurrimiento, posteriormente se dibujará en papel milimétrico escala 1:100 obteniéndose así el perfil del eje del arroyo.

DETERMINACION DEL AREA POR DRENAR.

El área por drenar se puede tomar de cartas geográficas, planos fotogramétricos o bien medirse directamente sobre el terreno. Si se dispone de cartas geográficas o planos fotogramétricos, en las que pueden determinarse la ubicación de los parteaguas bastará con tomar las de esas plantas y calcular el área hidráulica por medio de la fórmula de (Talbot) que en los estudios hidráulicos se menciona.

Cuando no se dispone de cartas geográficas o planos fotogramétricos, deberá levantarse la cuenca por los métodos topográficos comunes y corrientes.

Los principales métodos para el levantamiento son:

- a) Levantamiento por radiaciones.
- b) levantamiento de la poligonal de contorno por medio de ángulos internos, conservación de azimutes o deflexiones.
- c) Por triangulaciones.

Es necesario efectuar un reconocimiento recorriendo la cuenca por sus parteaguas para marcar los puntos característicos de éstos o sean sus quiebres, de tal manera que la cuenca quede perfectamente delimitada, para llevar a cabo el levantamiento.

Por radiaciones se hará lo siguiente:

Se coloca el aparato sobre una de las estaciones del trazo desde el cual pueden ser visibles aquellos puntos, marcando sus ángulos correspondientes y midiendo sus distancias con estadia, con los datos así registrados se dibujará a escala conveniente para obtener el contorno de la cuenca determinándose el área mediante el uso de un planimetro, o bien descomponiéndolo en figuras geométricas de áreas conocidas como triángulos o trapecios y sumando las áreas parciales.

Si el procedimiento por radiaciones no se puede llevar a cabo, entonces podrá hacerse mediante una poligonal por deflexiones, ángulos internos o bien conservación de azimutes, la cual se llevará por todo el parteaguas y midiéndose las distancias con estadia para mayor rapidez. Se iniciará tal levantamiento, partiendo de una de las intersecciones de la línea con los parteaguas y cerrándose en la otra.

La triangulación solamente se empleará en aquellos casos en que se tenga una cuenca de mayor importancia o de extensión considerable, aunque de preferencia deben ser usados cualquiera de los 2 métodos anteriores ya que cuando las condiciones del estudio sean como se dice, el método más apropiado para la deducción del área necesaria es el de sección y pendiente con el

cual se obtiene el gasto de la corriente y no área drenada.

Se debe considerar algo muy importante con relación al área por drenar, la naturaleza de ésta, la cual se refiere a la clase de terreno y tipo de vegetación, pendiente o inclinación de las laderas tributarias, etc., ya que para el uso de las fórmulas empíricas y para la deducción del área necesaria interviene el coeficiente respectivo.

e) Topografía de la zona del cruce.

En ocasiones sucede que la localización del eje de una alcantarilla hecha en el campo, no reuna las condiciones excelentes del caso en cuanto al alineamiento horizontal y vertical pudiendo estar sujeta entonces a modificaciones, con lo cual se obtendría una solución ideal. Si éstas modificaciones, se hacen en el campo -- mismo por medio de dos o tres tanteos, a menudo no es posible conseguir tal solución, principalmente tratándose de arroyos, barrancas o talwegs grandes, con variadas condiciones topográficas, demasiados detalles y numerosas pequeñas corrientes tributarias. Es necesario cuando se tienen éstos problemas, efectuar el levantamiento topográfico de la zona de cruce para lo cual se trazará el eje de la alcantarilla, en la forma más adecuada que sea posible y apoyado sobre éste, dicho levantamiento deberá abarcar una faja de 100 m. de ancho o sean 50 m. a cada lado del eje y con curvas de nivel a un metro de equidistancia con el fin de que al dibujarse, se obtenga una planta bastante detallada. Sobre dicha planta topográfica dibujada a una escala, no menor de 1:200 se harán los tanteos necesarios a fin de localizar el eje más adecuado, o en caso de ser satisfactorio el primero que se trazó se dejará como bueno pero en caso contrario, habrá necesidad de trazar en el campo el nuevo proyectado en el gabinete.

DATOS GEOLOGICOS Y DE CIMENTACION.

La naturaleza del campo y del subsuelo son datos geológicos que generalmente se estima apreciativamente de acuerdo con el tipo de obra y con la clase de materiales existentes en el lecho, -- siempre que sea posible será conveniente efectuar sondeos y tomar muestras de los materiales, para ser analizados en el laboratorio y así poder determinar la resistencia del terreno.

La clasificación de los materiales puede ser apreciada en el -- campo, o bien, tomándola del perfil de suelos del laboratorio, -- con respecto a los datos geológicos de cimentación, deberán tomarse en cuenta las siguientes presiones admisibles de acuerdo con la clase de terreno.

La roca aflora en el cauce	-----	3.0 kg/cm ²
Riolita facturada	-----	2.0 "
Limo rosa, de baja comprensibilidad seco y muy firme	-----	1.5 "
Arcilla negra, seca, firme y con 5% de arena superficial	-----	1.0 "

Y como datos complementarios, dentro de éstos podemos mencionar los siguientes:

Clase de Vegetación existente en la cuenca por drenar,

Si son tierras de labor,

Monte alto, monte bajo,

Características de los materiales que arrastra la corriente, así como sus dimensiones. Longitud y dirección aproximada de canalizaciones auxiliares que haya que efectuar, obtención de fotografía del lugar del cruce.

PROYECTO CONSTRUCTIVO

PROYECTO CONSTRUCTIVO.

Explicaciones previas al proyecto en sí.

a) Elección del tipo de alcantarilla

Atendiendo a las condiciones hidráulicas, como área hidráulica - que es fundamental ya que este parámetro en la mayoría de las veces nos fija el tipo de obra.

Las condiciones económicas, se presentan cuando dos tipos de alcantarilla resuelve hidráulicamente el problema, en éste caso se deben efectuar estudios económicos - comparativos para determinar el tipo más económico.

Con el objeto de prevenir problemas de colchón (mínimo o máximo) es conveniente tomar en cuenta la rasante al definir el tipo de alcantarilla. Es necesario mencionar que la elevación del rasante en el cruce para algunos casos fija el tipo de alcantarilla o viceversa por lo que en estos casos es conveniente efectuar estudios económicos comparativos con el objeto de saber que es más económico. Cuando por alguna razón específica sea necesario proyectar un determinado tipo de obra y la rasante en proyecto no lo permita, deberá modificarse ésta (subiendo o bajando) - según sea el caso, para ésto, se dejará la rasante mínima o -- máxima que pueda permitirse de acuerdo con el tipo de obra por proyectar.

Rasante mínima. -

Independientemente del tipo de obra, para obtener la rasante mínima deberán ser conocidos la corona del camino, el bombeo, el gálibo de la obra, el colchón mínimo, la elevación de la plantilla en el centro de línea y la pendiente de esta.

$$\text{Rasante mínima} = D - SC + h + e + f + WC$$

donde; D= elevación de la plantilla en el centro de línea.

S= pendiente de la plantilla

h= gálibo de la obra

e= espesor (tubo, losa, bóveda)

f= colchón mínimo (según el tipo de obra)

W= bombeo del camino

C= semi-corona

La fórmula anterior, fué deducida para obtener la rasante mínima a partir del bombeo localizado del lado aguas arriba, suponiendo el caso de tangente horizontal.

Cuando la rasante mínima deba fijarse a partir del hombro localizado del lado aguas abajo, cambiará el signo de (SC), si el alineamiento es en curva, deberá ponerse atención al signo de (WC)

Colchones mínimos aceptables

Tubo	0,50 m,
Losa	0,20 m,
Bóveda	1,00 m

RASANTE MAXIMA

En algunas ocasiones no es conveniente tener colchones excesivos, puesto que encarece la estructura por aumentar su longitud y robustez. En este caso debe elaborarse un estudio económico entre el costo de la alcantarilla y el que se ocasiona por movimiento de tierras, al disminuir la rasante. Cuando se presentan movimientos diferenciales por la naturaleza del suelo, es preferible disminuir la elevación de la rasante aunque aparentemente aumente el costo.

Pendiente de la Plantilla.

Con el objeto de alterar lo menos posible las condiciones naturales de escurrimiento, la pendiente que se dé a la plantilla, en general, será la que lleve el escurridero.

Cuando sea necesario modificar la pendiente natural, deberá hacerse un estudio hidráulico, tratando hasta donde sea posible producir un flujo crítico y evitar tanto en canal de entrada como uno de salida.

Alineamiento.

Cuando el alineamiento horizontal del camino sea tangente, la alcantarilla se denomina :

- a) normal, si su eje forma un ángulo de 90° con el eje del camino;
- b) esviada, si los dos ejes forman un ángulo diferente de 90°

Si el alineamiento horizontal del camino es curva, la alcantarilla recibe el nombre de:

- a) Radial, cuando su eje sigue la dirección de un radio, por lo que forma un ángulo de 90° con la tangente a la curva en el punto de localización;
- b) Esviada, en caso de que su eje no siga la dirección de un radio, es decir, si tiene un ángulo diferente de 90° entre el eje y la tangente a la curva en el punto de localización.

De lo anterior tenemos que las alcantarillas pueden ser:

Normales	{	Tangente horizontal Tangente de transición
Radiales en:	{	Curva circular Curva espiral
Esviadas en:	{	Tangente horizontal Tangente de transición Curva Circular Curva espiral

Se denomina ángulo de esviaje, al comprendido entre la normal al eje del camino y el eje de la obra.

El ángulo de esviaje puede ser hacia la derecha o a la izquierda; para definir claramente el sentido (derecho o izquierda)

Conviene seguir la siguiente regla: Colocando un observador, mirando en dirección del sentido de cadenamamiento y los brazos ex

tendidos de tal suerte que señalen la dirección normal del camino, girará hasta lograr que sus brazos sigan la dirección del escurrido (o canal); el sentido en que haya girado, coincide con el del esviaje.

Es posible conocer el sentido del esviaje, a partir de la deflexión cuando ésta haya sido tomada de acuerdo con la regla mencionada en trabajo de campo, por ejemplo si tenemos:

- = 45° Derecha; e = 90° - 45° = 45° Izquierda
- = 120° Derecha; e = 120° - 90° = 30° Derecha
- = 60° Izquierda; e = 90° - 60° = 30° Derecha
- = 130° Izquierda; e = 130° - 90° = 40° Izquierda

De lo que se desprende: cuando el esviaje y la deflexión sean del mismo sentido, ésta debe ser mayor de 90°, si la deflexión es menor de 90° el esviaje tendrá un sentido contrario a ella.

Puede decir que cuando la deflexión sea de 90° el esviaje es nulo, que una deflexión mayor de 180° indica un error y una deflexión igual a 180° indica una mala ubicación del camino.

Procedimiento de Cálculo, -

Para cada tipo de alcantarilla existe un método de cálculo y dentro de éste existen cuatro casos de acuerdo con el alineamiento horizontal que se tenga, es decir se presentan los casos mencionados en explicaciones previas al proyecto geométrico en sí, siendo el caso más general el último mencionado, es decir, esviada en curva espiral, será éste el que se explique, ya que los otros casos pueden deducirse como particulares de éste.

Proyecto geométrico de un tubo.

Con el objeto de facilitar la comprensión del método, para determinar las semicoronas y las sobre-elevaciones, según el eje de la obra en una curva espiral, se hizo el siguiente ejemplo numérico:

Datos.

Sobre-elevación máxima	= ± .12%	(W máx.)
Ampliación máxima	= 1.20 m	(A máx.)
Corona normal	= 7.00 m	(C.n.)
Esviaje	= 45° Derecha	(e. Der.)
Alineamiento horizontal	= Curva derecha	
Curva a espiral	= 18 = 850.38	(C. E.)
Espiral a tangente	= 18 + 910.38	(E. T.)
Longitud de la espiral	= 60.00 m	(L. e.)
Ubicación de la obra	= 18 + 875.00 m	(Est.)
Elevación sub-rasante	= 44.00 m	(S. R.)
Espesor del revestimiento	= 0.30 m	(esp. rev.)
Espesor de la carpeta	= 0.30 m	(esp. carp.)
Díámetro del tubo	= 0.90 m,	(Ø)

Solución a la Espiral
 Se procedo en la siguiente forma:
 En la figura No. 3 se ve un croquis de la curva espiral
 CE=18+850.38 obra en estacion ET.18+910.38
 18+875.00

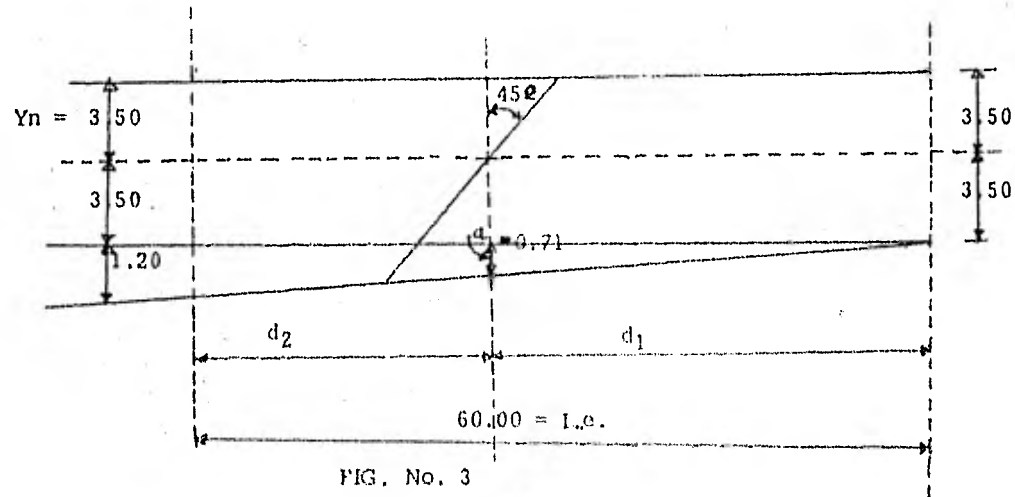


FIG. No. 3

$$d_1 = 18+910.38 - 18+875.00 = 35.38 \text{ m.}$$

$$d_2 = 60 - 35.38 = 24.62 \text{ m.}$$

$$\text{Cálculo del valor de "a" } k_1 = \frac{120}{60} = 0.02$$

$$a = k_1 d_1 = 0.02 \times 35.38 = 0.71 \text{ m}$$

$$\text{Cálculo del Valor de } Y_d = \frac{Y_n + a}{1 + k_1 \text{ tge}}$$

En donde:

Y_n = semi-corona normal en tangente

a = ampliación normal

Y_d = semi-corona normal en la espiral (lado derecho)

k_1 = constante = $\frac{A \text{ mds}}{L_e}$

$$\text{Substituyendo: } Y_d = \frac{3.50 + 0.71}{1 + 0.02 \times 1} =$$

Cálculo de la sobre-elevación

$$X_i = Y_i \text{ tang. } \theta$$

$$X_d = Y_d \text{ tan. } \theta$$

Donde

x = distancia entre los ejes normales y esviado, medida en dirección del eje del camino

Y = semi-corona normal

El sub-índice indica el lado al que corresponde (izquierda o derecha)

$$Xl = 3.50 \times 1.0 = 3.50 \text{ m.}$$

$$Xd = 4.31 \times 1.0 = 4.31 \text{ m.}$$

$$Wl = k2 (dl - Xl)$$

$$Wd = k2 (dl + Xd)$$

$$k2 = \text{constante} = \frac{W \text{ máx.}}{L. e.}$$

$$k2 = \frac{12}{60} = 0.2$$

dl = distancia de la estación de la obra al E.T.

X = distancia entre los ejes normal y esviado, medida en dirección del eje del camino

$$Wl = 0.2 (35.38 - 3.50) = 0.2 \times 31.88 = + 6.38 \%$$

$$Wd = 0.2 (35.38 + 4.31) = 0.2 \times 39.69 = - 7.94 \%$$

Conocidos los valores de: "Yl", "Yd", "Wl" y "Wd" la espiral queda resuelta.

BIBLIOTECA CENTRAL

Cálculo de longitud de Obra.

Para éste cálculo es conveniente emplear el siguiente machote el cual fué elaborado en la Oficina de Alcantarillado y Estructuras Menores del Departamento de Vías Terrestres de la SAHOP, ya que facilita el cálculo y puede emplearse indistintamente en todo tipo de obra

S. O. P. DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES DEPARTAMENTO DE PROYECTOS OFICINA DE ALCANTARILLADO	CAMINO: _____ TRAMO: _____ SUBTRAMO: _____	Hoja N° _____ ESTACION _____ ALCANTARILLA _____ DE _____ DE _____ Calculó: _____ IS _____ Revisó: _____ IS _____
CALCULO DE LONGITUD DE OBRA		
LOCALIZACION		
Cruce _____ Sentido del escurrimiento _____		
DATOS DE TERRACERIAS EN EL CRUCE SECCION NORMAL		
Sub Rasante Elev. _____ m. Espesor del revestimiento _____ m. Espesor de Carpeta _____ m.		
Rasante de cálculo _____ m. Rasante del camino _____ m. Pend. Long. del camino _____ %		
SEMI-CORONAS: $\left\{ \begin{array}{l} Y_1 (Izq.) \text{ _____ m.} \\ Y_2 (Der.) \text{ _____ m.} \end{array} \right.$ SOBRE ELEVACIONES: $\left\{ \begin{array}{l} W_1 (Izq.) \text{ _____ \%} \\ W_2 (Der.) \text{ _____ \%} \end{array} \right.$		
SECCION DE LAS TERRACERIAS SEGUN EL EJE DE LA OBRA		
X1 = _____	Tang. e = _____	X2 = _____
C1 = _____	Cos. e = _____	C2 = _____
R1 = _____	Sen. e = _____	R2 = _____
H1 = _____		H2 = _____
Cos. e - K = _____	Tn = _____	Cos. e - K = _____
T1 = _____	K = _____	T2 = _____
LONGITUD DE OBRA		
PLANTILLA DEL CAUCE: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Pendiente S} = \text{_____ \%} \text{ Espesor de superestructura} = \text{_____ m.} \\ \text{Elevación } \epsilon = \text{_____ m.} \text{ Altura de la directriz; } b = \text{_____ m.} \end{array} \right.$		
$\frac{1}{T_1} = \text{_____}$		$\frac{1}{T_2} = \text{_____}$
$\frac{1}{T_1} - S = \text{_____}$	M = _____	$\frac{1}{T_2} - S = \text{_____}$
F1 = _____	M1 = _____	F2 = _____
h1 = _____	F1 = _____	h2 = _____
d1 = _____	O = _____	d2 = _____
L1 = _____	L = _____	L2 = _____
$\alpha = \text{_____}$	L = _____	$\beta = \text{_____}$
Tramos de _____ m. Dif. _____ m. Corrección = _____		
AJUSTE A N° CERRADO DE TRAMOS DE TUDO		
H1 = _____	$\sum H = \text{_____}$	H2 = _____
d1 = _____	T1 + T2 = _____	d2 = _____
L1 = _____	L = _____	L2 = _____
L1 = _____	L = _____	L2 = _____
Elev. _____ m. Centro Elev. _____ m. Elev. _____ m.		
DATOS COMPLEMENTARIOS		
Colchón en el ϵ _____ m. Clasificación interna (_____) Altura Plan _____ m.		
NOTAS: _____		

Explicación de la nomenclatura empleada en el machote:

Los subíndices indican el lado al que corresponden, es decir, el "1" significa izquierda y el "2" derecha.

P = Pendiente longitudinal del camino

Y = Semi-corona normal

W = Sobre-elevación del camino

X = distancia entre los ejes normal y esviado del camino medida en dirección del eje del camino.

e = esviaje

C = semi-corona esviada

R = elevación auxiliar (sobre el eje del camino) para calcular la elevación del hombro del camino

H = elevación del hombro del camino

Tn = talud normal

T = talud esviado

k = constante, que tiene por objeto tomar en cuenta la pendiente longitudinal del camino

S = pendiente de la plantilla de la obra

D = elevación de la plantilla en el centro de línea

M = altura de la directriz

Q = ancho del muro de cabeza, a la altura en que el terraplén corta al talud del muro o coronamiento de la obra

F' = elevación, sobre el plano vertical que contiene al eje del camino de la línea II, al eje de la obra que pasa por el punto donde el terraplén corta al talud del muro de cabeza, o coronamiento de la obra

F = elevación del punto de intersección entre la vertical que pasa por el hombro y la línea paralela al eje de la obra que pasa por F'

h = distancia vertical entre el hombro y el punto denominado F

d = distancia horizontal entre la vertical que pasa por el hombro del camino y la que pasa por el coronamiento de la obra

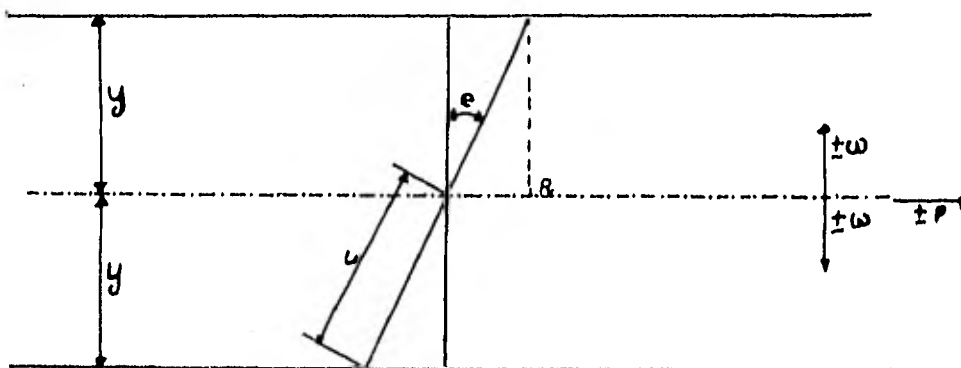
l₀₂ = distancia horizontal entre la vertical que pasa por el centro de la línea y la que pasa por el parámetro vertical del muro, es decir, por la entrada o salida de la obra

L = distancia horizontal entre las verticales que pasan por la entrada y salida de la obra

B = constante para tomar en cuenta la pendiente de la plantilla

L'' = distancia entre la entrada y la salida de la obra, medida según la dirección de la plantilla

Fórmulas empleadas para el cálculo. - En virtud de que algunas de las fórmulas fueron explicadas en el "Cálculo de la Espiral" en éste párrafo se mencionan las restantes



(figura No. 4)

De la figura No 4 se deduce que;

$$X = \pm Y \text{ tang. } e \quad (-) \text{ lado del esviaje}$$

$$C = \frac{Y}{\text{Cos. } e}$$

$$R = S.R.C. \pm x P \text{ (signo algebraico)}$$

S.R.C. = elevación sub-rasante + esp. rev.

$$H = RIWY \text{ (signo algebraico)}$$

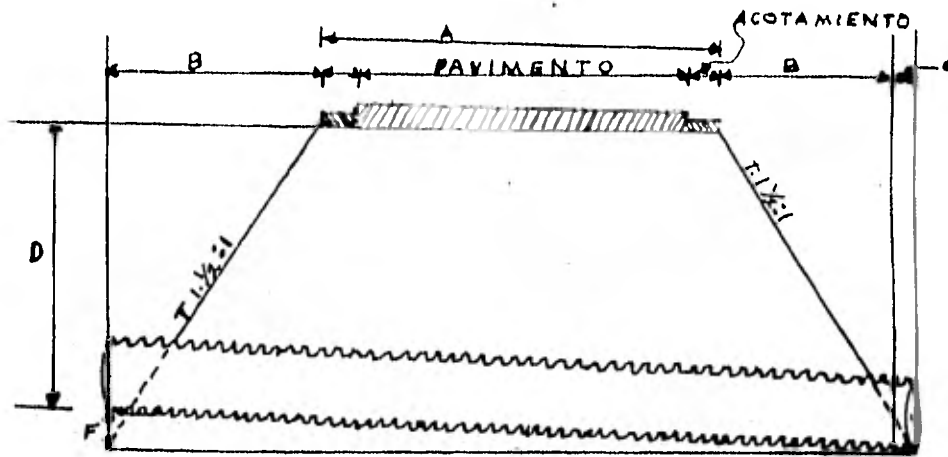
$$\text{Fórmula para calcular el talud esviado: } T_e = \frac{T_n}{\text{Cos. } e \text{ Ik}}$$

Longitud de la Estructura

La longitud que debe tener una alcantarilla, depende del ancho de la corona del camino, de la altura del terraplén, del talud del mismo, de la pendiente de la alcantarilla y del esviajamiento de la misma. El cañón debe ser lo suficientemente largo para que no corra el peligro de obstruirse en sus extremos con material del terraplén que se deslave durante las lluvias. - Una alcantarilla que es demasiado corta, no es económica por su poca eficiencia y por el crecido costo de conservación que requiere. - Las alcantarillas deben hacerse lo suficientemente largas para acomodar la sección normal del camino, ya que es sumamente defectuoso y peligroso angostar la sección normal en una alcantarilla. La mejor manera de proceder consiste en aumentar la sección del camino en esos lugares, y aún en los casos más limitados, dejar un ancho de calzada entre parapetos de no menos de 7.80 m. en caminos de primer orden y de no menos de 6,00 m. en caminos de segundo orden.

La mejor manera de determinar la longitud de la estructura es hacerlo mediante un croquis de la sección transversal del terraplén y un plano y perfil de la corriente.

Como se vé en la siguiente figura la cual va acompañada de un ejemplo ilustrativo.

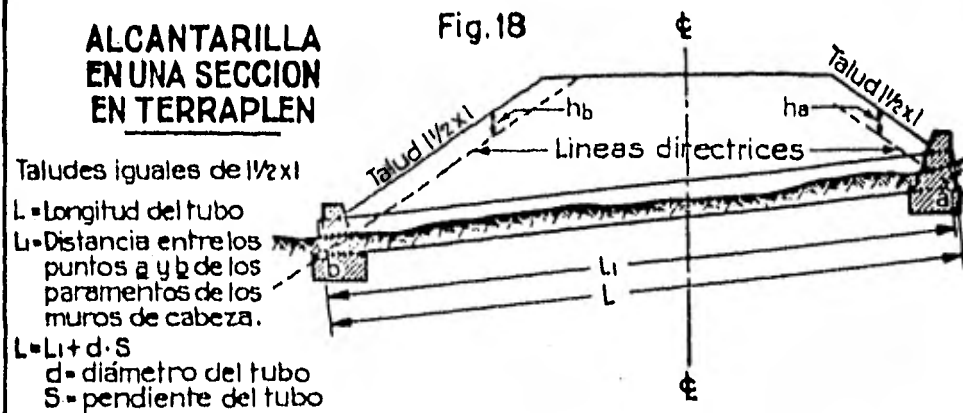


ALCANTARILLA

Croquis de la sección de un camino para determinar la longitud de una alcantarilla

ALCANTARILLA EN UNA SECCION EN TERRAPLEN

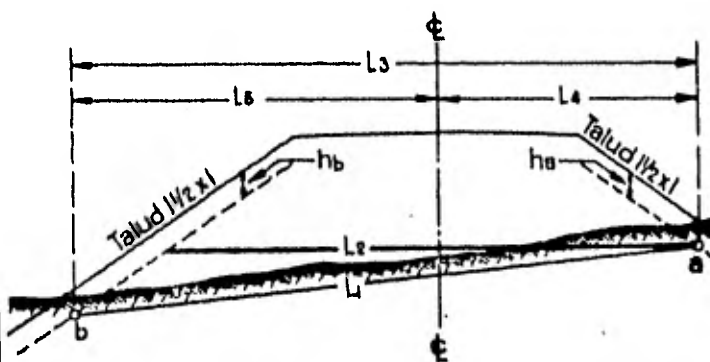
Fig. 18



CASO No.1

Muro de cabeza en
ambos extremos
del tubo.

$h_a = h_b$ = Al diámetro
del tubo menos 8
centímetros.

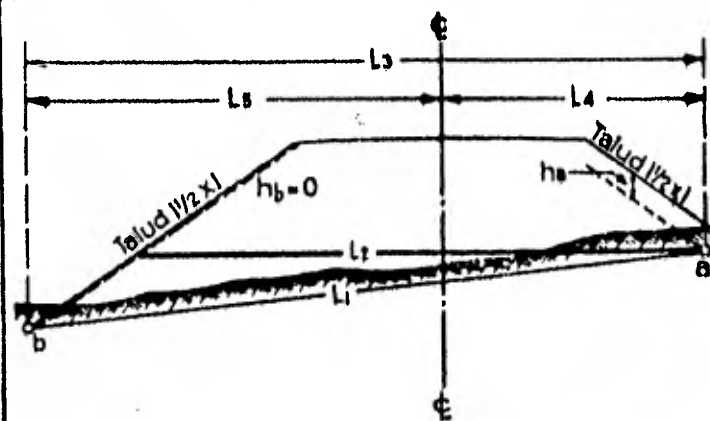


CASO No.2

Muro de cabeza
solamente en el
extremo alto (a)

h_a = el diámetro del
tubo menos 8
centímetros.

$h_b = 0$. La línea di-
rectriz se con-
funde con el ta-
lud del terraplén



Ejemplo:

Alcantarilla sin muros de cabeza

A = ancho de la corona = 9,0 m.

B = valor del talud = 1,50

D = altura del terraplén a la entrada = 4,20 m.

F = pendiente \times (A + 2B)

C = aprox. $1 \frac{1}{2}$ F

Longitud total = A + 2B + C

Solución.

B = $1,5 \times 4,20 = 6,30$ m.

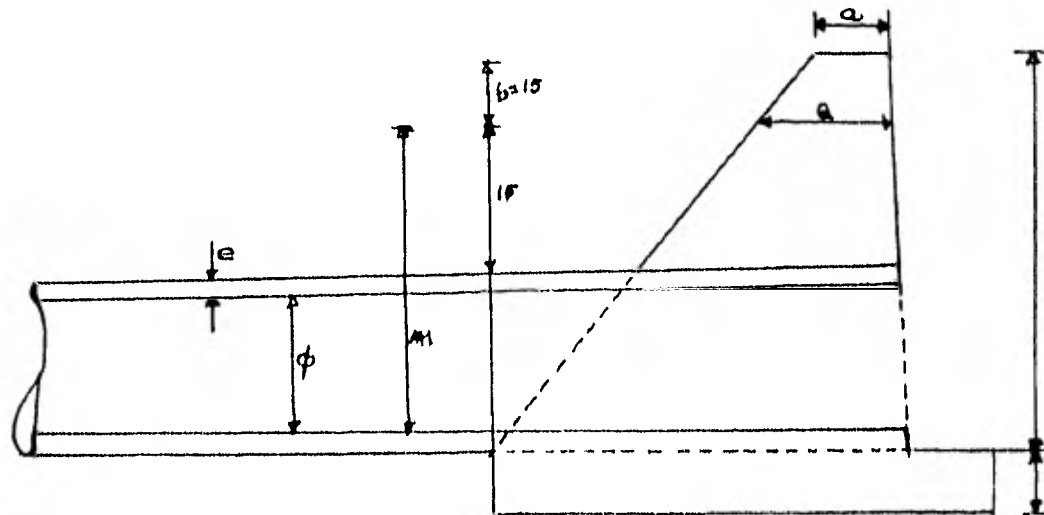
F = $0,02 (21,60) = 0,43$

C = $1,5 \times 0,43 = 0,64$

Longitud total = $9,00 + 2(6,30) + 0,64 = 22,24$ mts.

En las alcantarillas con muros de cabeza.

Cuando lleve muros de cabeza, se medirán las alturas de que se -
habló en los casos anteriores, a la clave de la alcantarilla y no a -
la pendiente.



En la figura tenemos;

M = altura de la directriz = $H - b = 11 - 15$

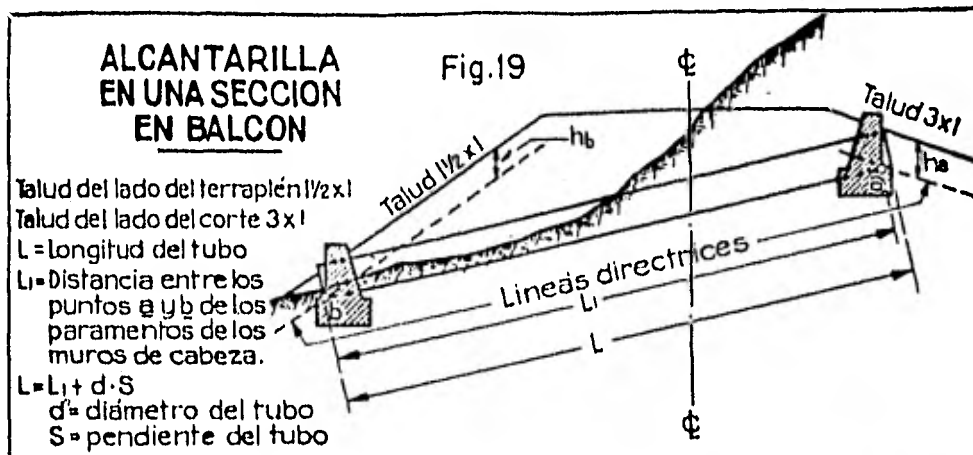
En los muros comunes, H elevación del hombro del camino = $\beta + 30$ -
por lo que el valor de M también puede obtenerse como sigue;

M = $\beta + 15$

Por especificaciones el valor de a = 30 cm., , tomando en cuenta el -
talud 3;10 del muro "Q" será = a 34 cm.

ALCANTARILLA EN UNA SECCION EN BALCON

Fig.19

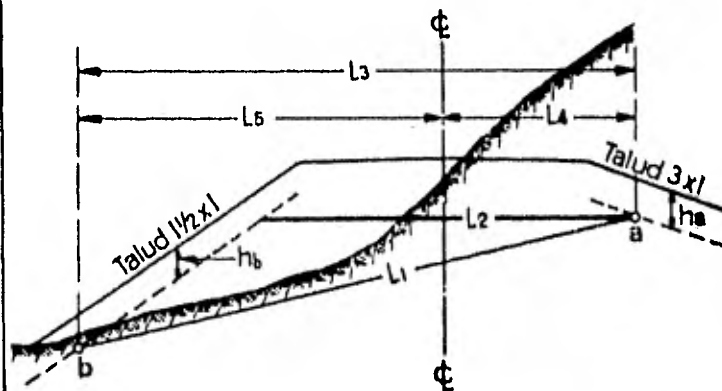


CASO No.1

Muro de cabeza en ambos extremos del tubo.

h_a = al diámetro del tubo más 4 centímetros.

h_b = al diámetro del tubo menos 8 centímetros.



CASO No.2

Muro de cabeza solamente en el extremo (a) del tubo.

h_a = al diámetro del tubo más 4 centímetros.

$h_b = 0$. La línea directriz se confunde con el talud del terraplén.

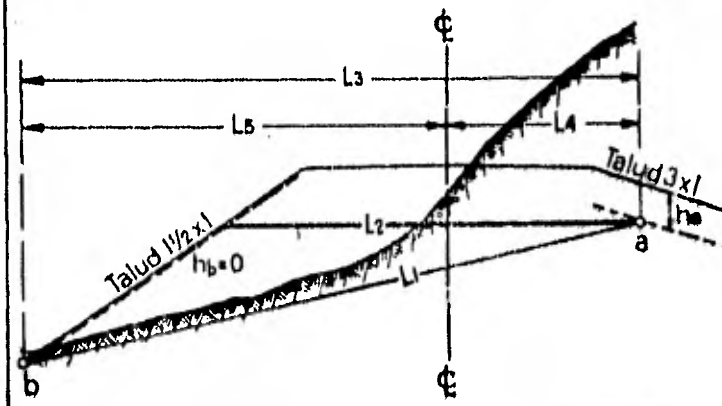




Fig. 54 - Uno de los primeros terraplenes altos (22.55 m) colocado sobre un tubo Multi-Plate de 1,83 m de diámetro, en la carretera de Miami-Superior, Arizona.

$$Q' = \frac{Q}{\cos, e} \frac{34}{\cos, e}$$

Para calcular el valor de "M₁" o "M₂" debe afectarse "M" por el producto "Q'S"; en la siguiente forma "M₁" o "M₂" = MIQ'S (+) del lado de entrada; (-) del lado de salida.

A continuación presentamos algunos ejemplos con algunas obras que se van a realizar, una esviajada y la otra normal.

Camino: Hermosillo - Sahuaripa

Proyectos:

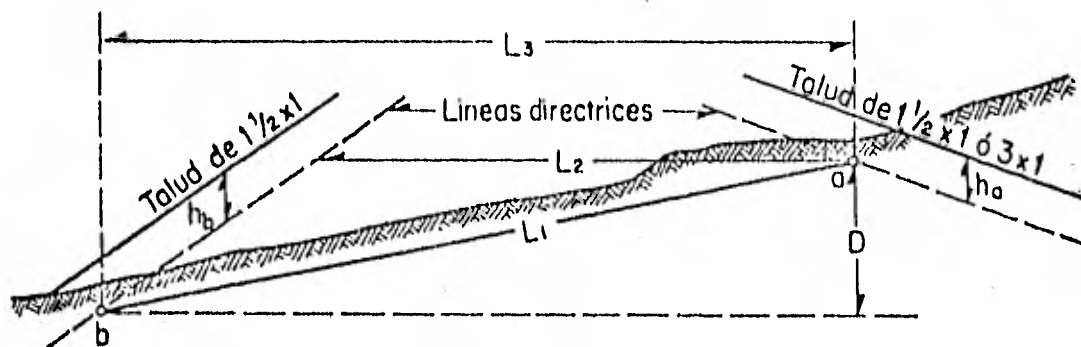
Estaciones donde se proponen obras de drenaje:

Estación	Tipo de Obra	Cruce	A.D.	C	A.H.N.
205+905	Tubo de 90 cm	35° Izq.	6.0	0.8	0.56
206+700	" " "	normal	5.0	0.8	0.56

Notas: Para este tramo la configuración del terreno es montañoso, con una densidad de vegetación de 20% monte abajo y 80% limpio, siendo el suelo en general de rocas y arcilla.

FIG. 20 - TABLA PARA PROYECTAR ALCANTARILLAS DE TUBO

Dimensiones por calcular L_3 - L_2 - D (en metros)
En función de la longitud (L), diámetro (d) y pendiente (S) del tubo.



Valor de $\begin{cases} h_a \\ h_b \end{cases}$ $\begin{cases} \text{Talud } 1/2 \times 1 = \text{Diámetro del tubo menos ocho centímetros.} \\ \text{Talud } 3 \times 1 = \text{Diámetro del tubo más cuatro centímetros.} \\ \text{Talud } 1/2 \times 1 = \text{Diámetro del tubo menos ocho centímetros.} \\ \text{Vale cero cuando se suprime el muro de aguas abajo y} \\ \text{se prolonga el tubo hasta salir del talud - En} \\ \text{ese caso la directriz se confunde con el ta-} \\ \text{lud de la terracería.} \end{cases}$

DIMENSIONES POR CALCULAR	CANTIDADES QUE DAN LAS TABLAS	FORMULAS EMPLEADAS	NOMENCLATURA	UNIDAD
$L_3 =$	$A - C =$	$\frac{L}{\sqrt{1+S^2}} - \frac{d \cdot S}{\sqrt{1+S^2}}$	$L =$ longitud del tubo.	metro
$L_2 =$	$B - C =$	$\frac{(1-1.50S)L}{\sqrt{1+S^2}} - \frac{d \cdot S}{\sqrt{1+S^2}}$	$d =$ diámetro del tubo	metro
$D =$	$D =$	$\frac{L \cdot S}{\sqrt{1+S^2}}$	$S =$ pendiente del tubo.	%

ML



Fig. 133 - Debido a los muchos factores que influyen sobre el escurrimiento de las aguas pluviales, el diseño del tamaño adecuado de las estructuras es sólo aproximado. Alcantarilla corrugada con sección terminal metálica colocada en el Yosemite National Park.

LONGITUD DEL TUBO EN METROS		TABLA DE VALORES DE "C" PARA DIVERSOS DIAMETROS Y PENDIENTES DEL TUBO															
		DIAMETRO DEL TUBO	PENDIENTE DEL TUBO EN %.														
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.46	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	
0.61	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	
0.76	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	
0.91	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	
1.07	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	
LONGITUD DEL TUBO EN METROS		TABLA DE VALORES DE A-B-D PARA DIVERSAS LONGITUDES Y PENDIENTES DEL TUBO															
		A B D															
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100					
10	10.00 10.00 0.00	10.00 9.85 0.10	10.00 9.70 0.20	10.00 9.55 0.30	9.99 9.39 0.40	9.99 9.24 0.50	9.98 9.08 0.60	9.98 8.93 0.70	9.97 8.77 0.80	9.96 8.61 0.90	9.95 8.46 1.00	9.94 8.30 1.09	9.93 8.14 1.19	9.92 7.98 1.29	9.90 7.82 1.39	9.89 7.66 1.48	
20	20.00 20.00 0.00	20.00 19.70 0.20	20.00 19.40 0.40	19.99 18.73 0.60	19.98 18.48 0.80	19.97 18.17 1.00	19.96 17.86 1.20	19.95 17.54 1.40	19.94 17.23 1.59	19.92 16.91 1.79	19.90 16.60 1.99	19.88 16.30 2.19	19.86 16.00 2.38	19.83 15.70 2.58	19.81 15.40 2.77	19.78 15.10 2.97	
30	30.00 30.00 0.00	30.00 29.55 0.30	29.99 29.09 0.60	29.98 28.64 0.90	29.96 28.18 1.20	29.95 27.71 1.50	29.93 26.78 1.80	29.90 26.32 2.09	29.88 25.85 2.39	29.85 25.37 2.69	29.82 24.90 2.99	29.79 24.42 3.28	29.75 24.12 3.57	29.71 23.95 3.87	29.67 23.47 4.16	29.62 22.99 4.45	
40	40.00 40.00 0.00	40.00 39.40 0.40	39.99 38.79 0.80	39.98 38.18 1.20	39.97 37.57 1.60	39.95 36.95 2.00	39.93 36.33 2.40	39.90 35.71 2.79	39.87 35.09 3.19	39.84 34.46 3.59	39.80 33.83 3.98	39.76 33.20 4.37	39.71 32.57 4.77	39.67 31.93 5.16	39.61 31.29 5.55	39.56 30.66 5.93	
50	50.00 50.00 0.00	50.00 49.25 0.50	49.99 48.49 1.00	49.98 47.73 1.50	49.96 46.96 2.00	49.94 46.19 2.50	49.91 45.42 2.99	49.88 44.64 3.49	49.84 43.86 3.99	49.80 43.08 4.48	49.75 42.29 4.98	49.70 41.50 5.47	49.64 40.71 5.96	49.58 39.91 6.45	49.52 39.12 6.93	49.46 38.32 7.42	
60	60.00 60.00 0.00	60.00 59.10 0.60	59.99 58.19 1.20	59.97 57.27 1.80	59.95 56.35 2.40	59.92 55.43 3.00	59.89 54.50 3.59	59.85 53.67 4.19	59.81 52.83 4.78	59.76 51.99 5.38	59.70 51.15 5.97	59.64 50.30 6.56	59.57 49.45 7.15	59.50 48.60 7.73	59.42 47.85 8.32	59.34 47.10 8.90	
70	70.00 70.00 0.00	70.00 68.95 0.70	69.99 67.89 1.40	69.97 66.82 2.10	69.94 65.75 2.80	69.91 64.67 3.50	69.87 63.59 4.19	69.83 62.50 4.89	69.78 61.40 5.58	69.72 60.31 6.27	69.65 59.20 6.97	69.58 58.10 7.66	69.50 57.00 8.34	69.42 55.88 9.02	69.32 54.77 9.70	69.23 53.65 10.36	
80	80.00 80.00 0.00	80.00 78.80 0.80	79.98 77.58 1.60	79.96 76.37 2.40	79.94 75.14 3.20	79.90 73.91 3.99	79.86 72.67 4.79	79.80 71.42 5.59	79.74 70.18 6.38	79.68 68.92 7.17	79.60 67.66 7.96	79.52 66.40 8.75	79.43 65.13 9.53	79.33 63.86 10.31	79.23 62.59 11.09	79.11 61.31 11.87	
90	90.00 90.00 0.00	90.00 88.65 0.90	89.98 87.28 1.80	89.96 85.91 2.70	89.93 84.53 3.60	89.89 83.15 4.49	89.84 81.75 5.39	89.78 80.35 6.28	89.71 78.95 7.18	89.64 77.54 8.07	89.55 76.12 8.96	89.46 74.70 9.84	89.36 73.27 10.72	89.25 71.84 11.60	89.13 70.41 12.48	89.00 68.98 13.35	
100	100.00 100.00 0.00	99.99 98.49 1.00	99.98 96.98 2.00	99.95 95.46 3.00	99.92 93.92 4.00	99.87 92.38 4.99	99.82 90.84 5.99	99.76 89.28 6.98	99.68 87.72 7.97	99.60 86.15 8.96	99.50 84.58 9.95	99.40 83.00 10.93	99.28 81.41 11.91	99.16 79.83 12.89	99.03 78.24 13.86	98.89 76.64 14.80	

DAD

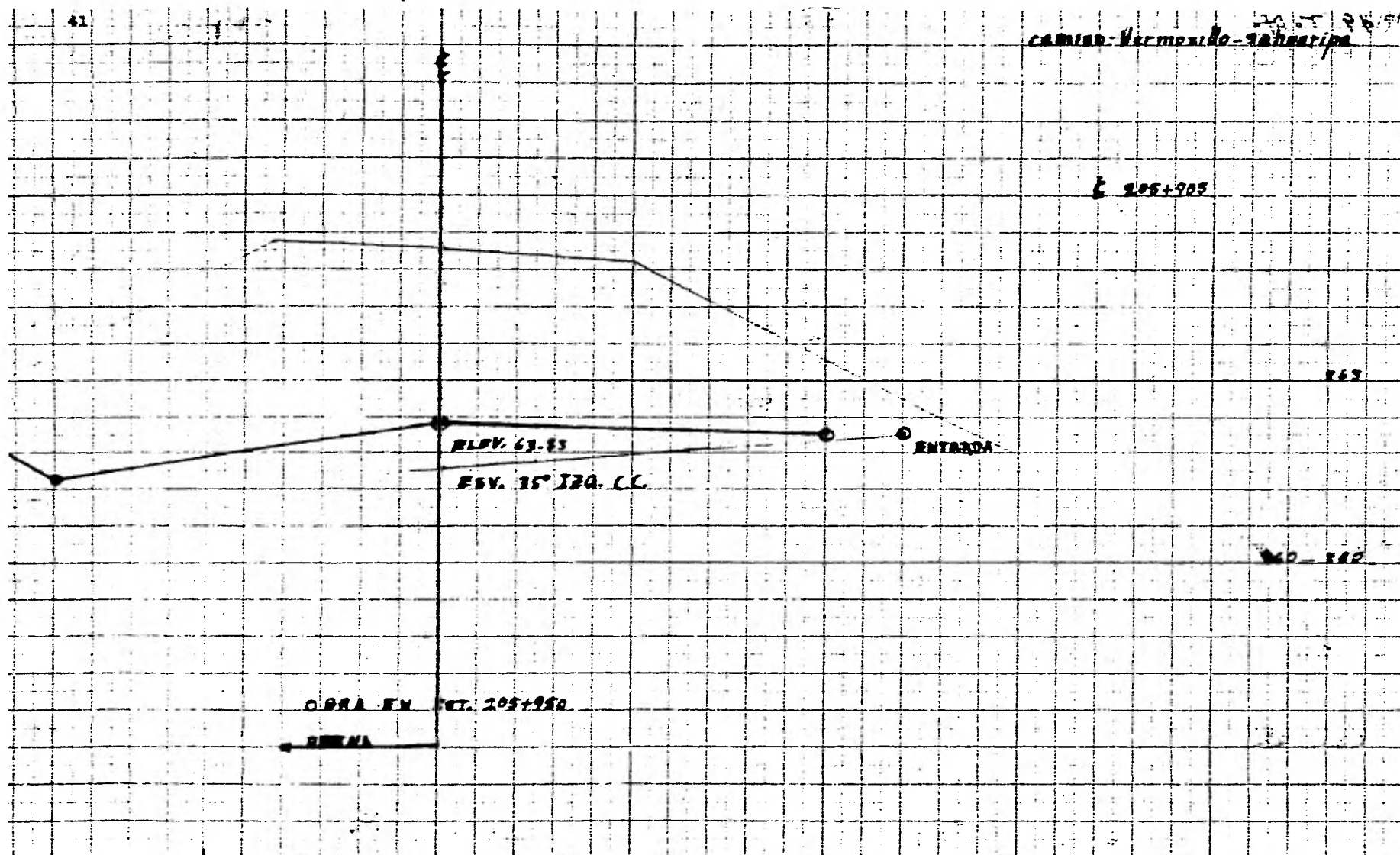
tro

tro

%

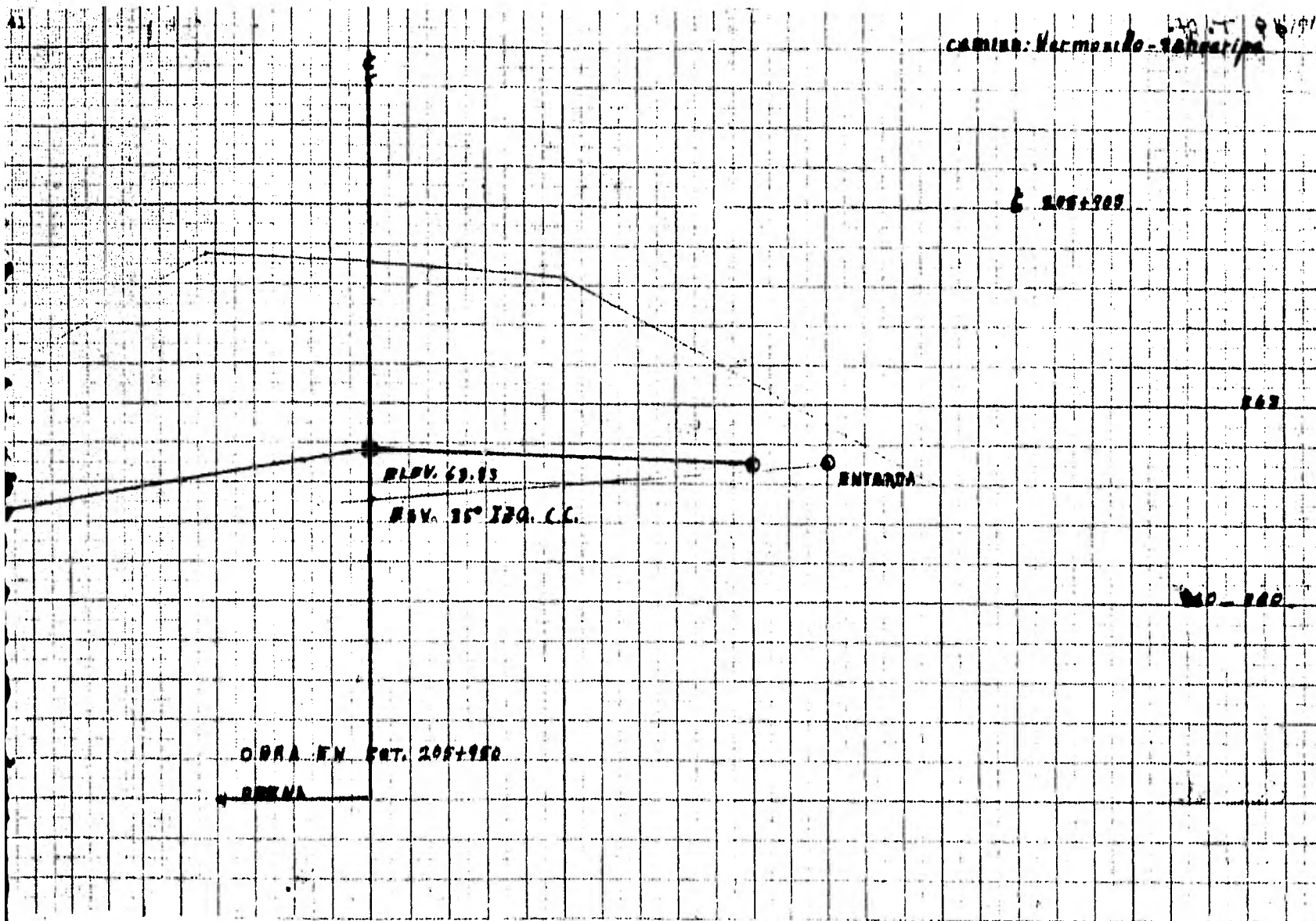
41

CAMINO - VERMEXIDO - SAN CARLOS

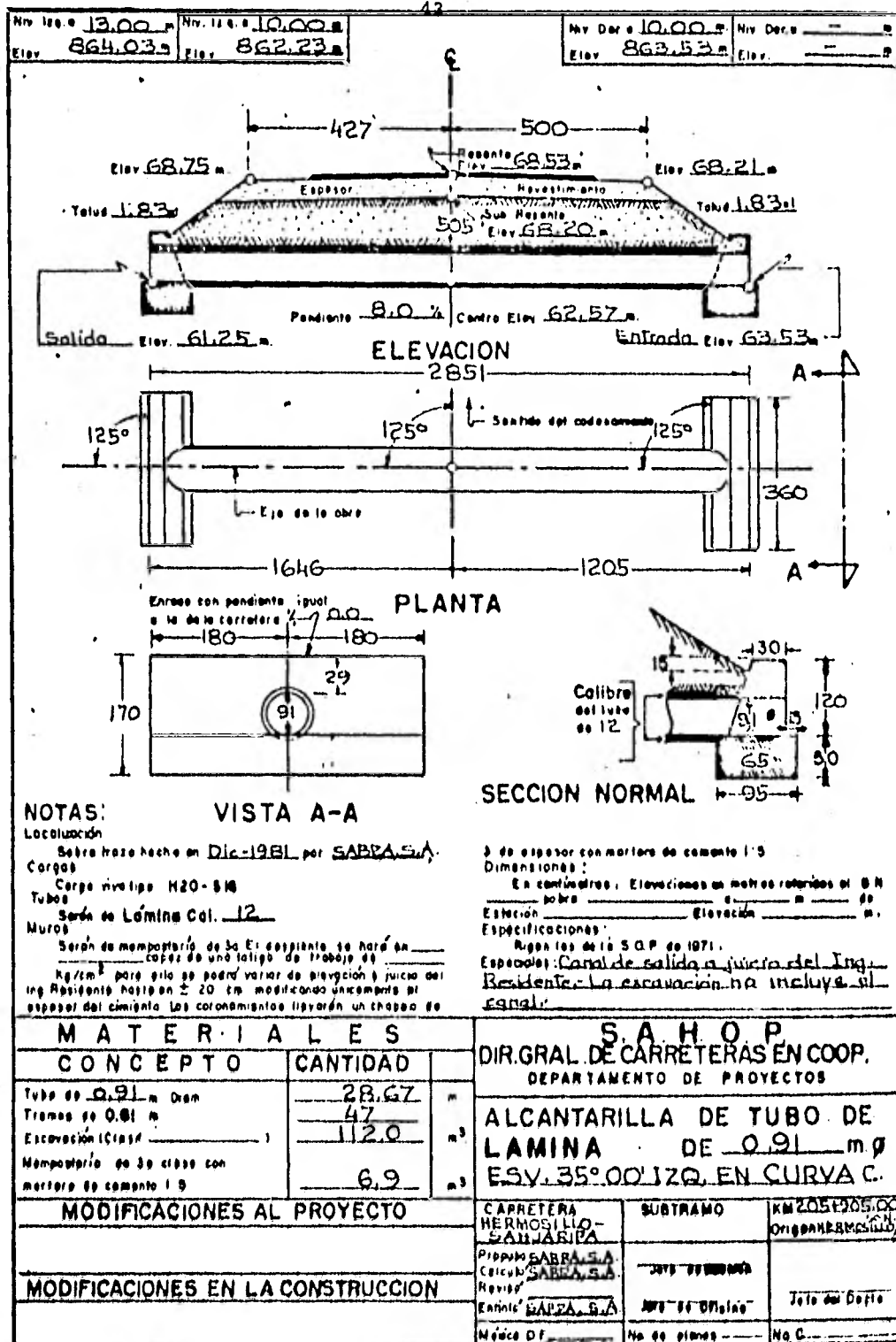


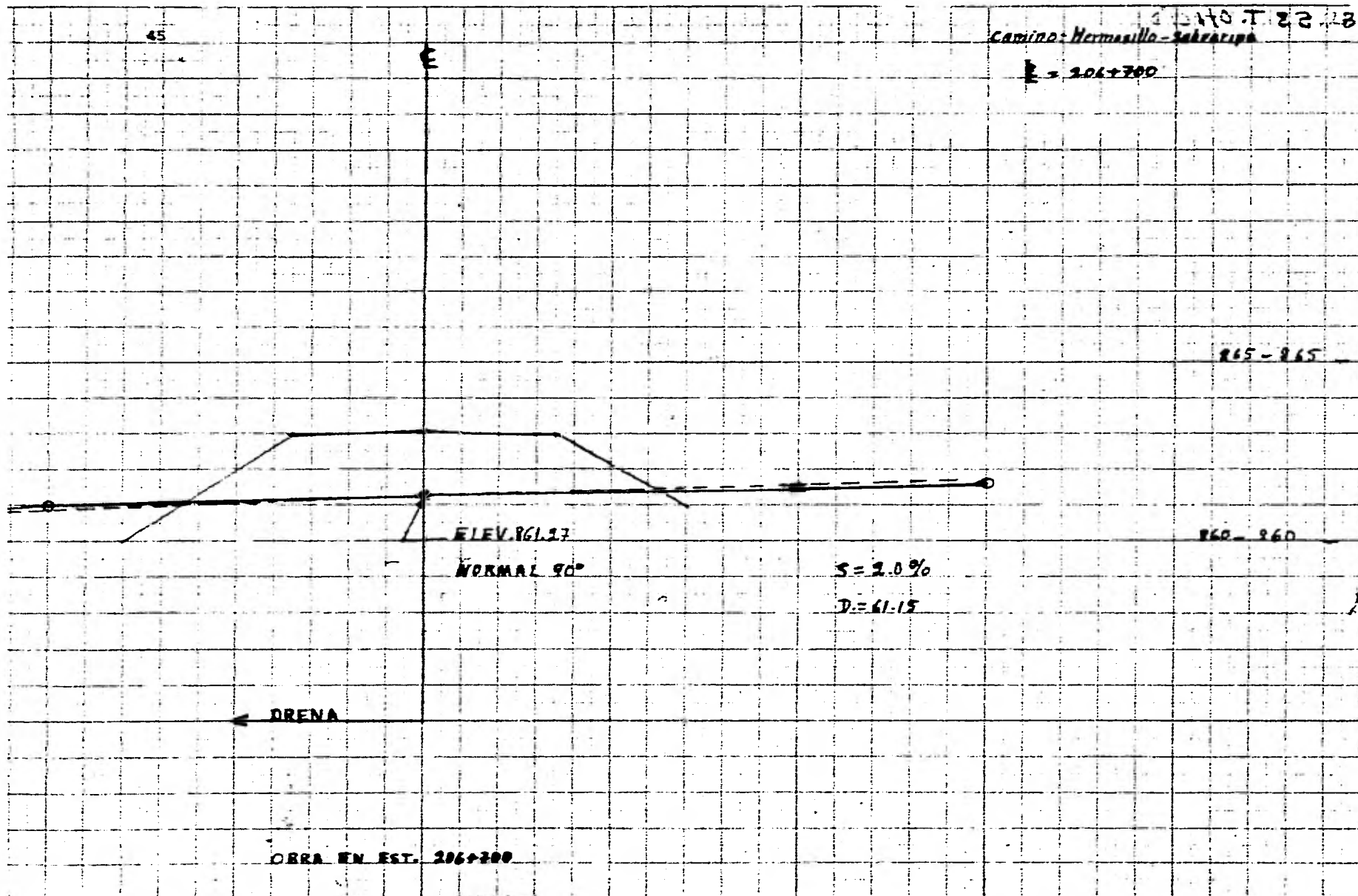
41

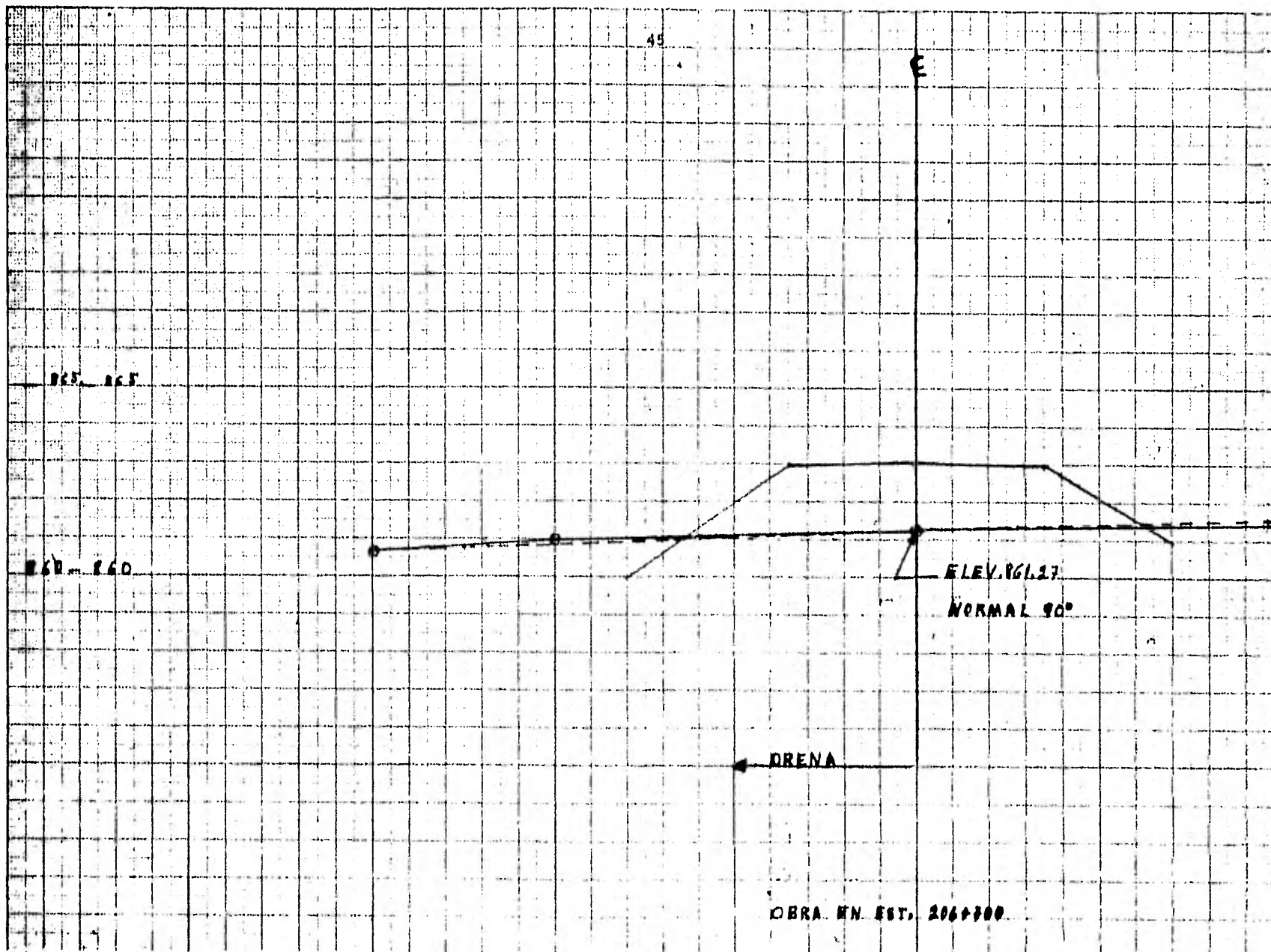
camino: Hermosillo - Sahuaripa 9/6/71

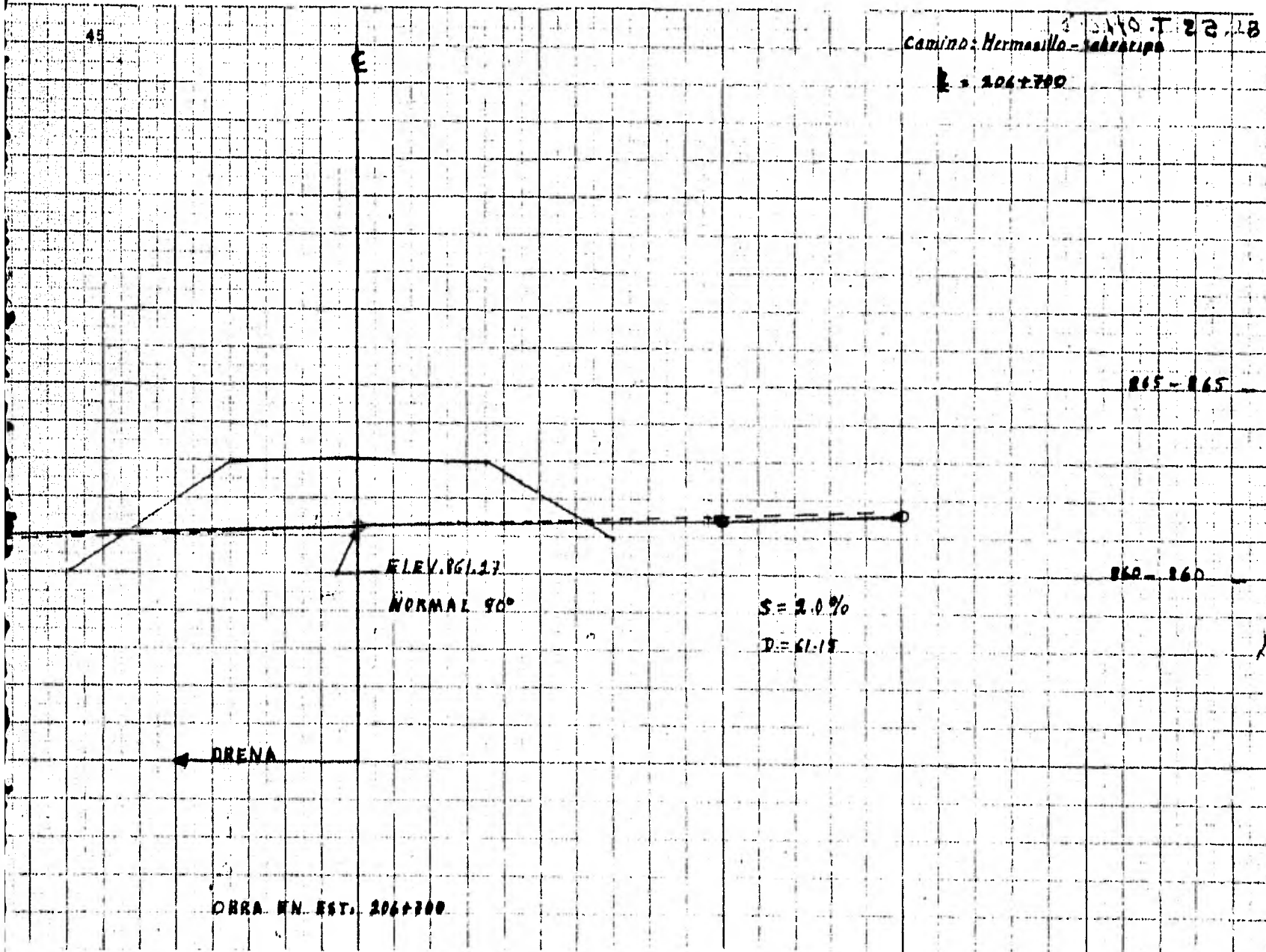


S. O. P. DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES DEPARTAMENTO DE PROYECTOS OFICINA DE ALCANTARILLADO	CAMINO: <u>Hermosillo - Sahuaripa</u>	Foja N°: _____
	TRAMO: _____	ESTACION: <u>205+905.00</u>
	SUB TRAMO: _____	ALCANTARILLA TUBO DE <u>lamina DE 0.91 m. Ø</u>
		Calculó: _____; _____ 19____ Revisó: _____; _____ 19____
CALCULO DE LONGITUD DE OBRA		
LOCALIZACION		
Cruce <u>Esv. 35° 00' Izq. en C.R.</u> Sentido del escurrimiento _____		
DATOS DE TERRACERIAS EN EL CRUCE SECCION NORMAL		
Sub Rosante Elev. <u>68.20</u> m. Espesor del revestimiento <u>0.30</u> m. Espesor de Carpeta <u>0.03</u> m.		
Rosante de cálculo <u>68.50</u> m. Rosante del camino <u>68.53</u> m. Pend. Long. del camino <u>0.0</u> %		
SEMI-CORONAS:	Y ₁ (Izq.) <u>3.50</u> m.	W ₁ (Izq.) <u>+ 7.1</u> %
	Y ₂ (Der.) <u>4.10</u> m.	W ₂ (Der.) <u>- 7.1</u> %
SECCION DE LAS TERRACERIAS SEGUN EL EJE DE LA OBRA		
X ₁ = <u>3.45</u>	Tanq. e = <u>0.7002</u>	X ₂ = <u>+ 2.87</u>
C ₁ = <u>4.27</u>	Cos. e = <u>0.8192</u>	C ₂ = <u>5.00</u>
R ₁ = <u>68.50</u>	Sen. e = <u>0.5736</u>	R ₂ = <u>68.50</u>
H ₁ = <u>68.75</u>		H ₂ = <u>68.21</u>
Cos. e - K = <u>0.8192</u>	T ₁ = <u>1.50X1</u>	Cos. e - K = <u>0.8192</u>
T ₁ = <u>1.83X1</u>	K = <u>0.0</u>	T ₂ = <u>1.83X1</u>
LONGITUD DE OBRA		
PLANTILLA DEL CAUCE: Pendiente S = <u>8.90</u> % Espesor de superestructura: _____ m.		
Elevación E. D = <u>62.60</u> m. Altura de la directriz: b = _____ m.		
F ₁ = <u>0.5461</u>		F ₂ = <u>0.5461</u>
T ₁ - S = <u>0.4661</u>	M = <u>1.06</u>	T ₂ - S = <u>0.6261</u>
F ₁ = <u>68.29</u>	M ₁ = <u>1.03</u>	F ₂ = <u>64.09</u>
h ₁ = <u>5.46</u>	F ₁ = <u>63.69</u>	h ₂ = <u>4.12</u>
d ₁ = <u>11.71</u>	Q = <u>0.42</u>	d ₂ = <u>6.58</u>
L ₁ = <u>16.40</u>	Q _S = <u>0.03</u>	L ₂ = <u>12.00</u>
C ₁ = <u>1.0082</u>	L ₁ = <u>28.56</u>	β = <u>0.07</u>
Tramo: <u>0.91</u> m. Dif. <u>0.14</u> m. Corrección: <u>Después 1.003</u>		
AJUSTE A N° CERRADO DE TRAMOS DE TUBO		
M ₁ =	Σ R =	M ₂ =
d ₁ =	T ₁ + T ₂ =	d ₂ =
L ₁ = <u>16.46</u>	L = <u>28.51</u>	L ₂ = <u>12.05</u>
L _{T1} =	L _T = <u>28.67</u>	L _{T2} =
<u>SAL</u> Elev. = <u>61.25</u> m. Centro Elev. = <u>62.57</u> m. Pnt. Elev. = <u>63.53</u> m.		
DATOS COMPLEMENTARIOS		
Calchón en el <u>5.05</u> m. Clasificación terraplén: _____ Altura: <u>1.00 a 2.20</u> m.		
NOTAS: <u>col. 10</u>		



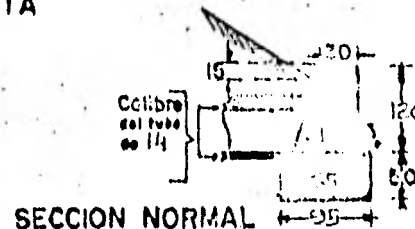
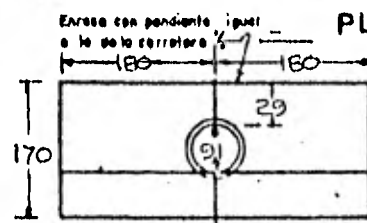
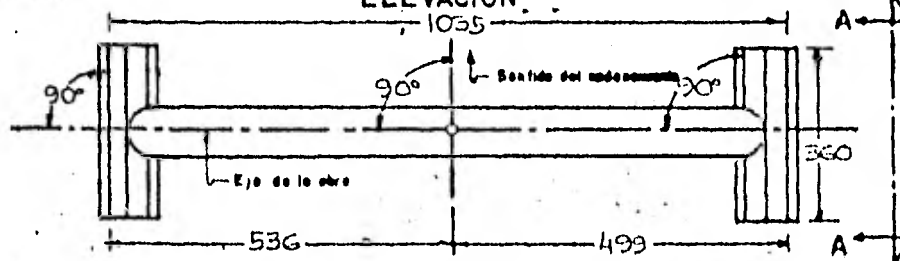
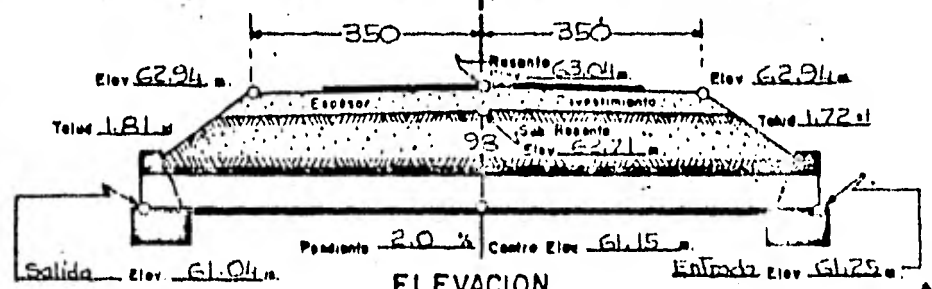






S. O. P. DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES DEPARTAMENTO DE PROYECTOS OFICINA DE ALCANTARILLADO	CAMINO: <u>Hermosillo - Sahuaripa</u>	Hoja N° _____
	TRAMO: _____	ESTACION: <u>206 + 700.00</u>
	SUB TRAMO: _____	ALCANTARILLA tubo DE _____
	_____	lamina DE <u>0.91 m. Ø</u>
_____	Calculó: _____ 19	_____ 19
_____	Revisó: _____ 19	_____ 19
CALCULO DE LONGITUD DE OBRA		
LOCALIZACION		
Cruce <u>Normal en t. h.</u>	Sentido del escurrimiento _____	
DATOS DE TERRACERIAS EN EL CRUCE SECCION NORMAL		
Sub Rosante Elev. <u>62.71</u> m. Espesor del revestimiento <u>0.80</u> m. Espesor de Carpeta <u>0.03</u> m.		
Rosante de cálculo <u>63.01</u> m. Rosante del camino <u>63.04</u> m. Pend. Long. del camino _____ %		
SEMI-CORONAS: $\left\{ \begin{array}{l} Y_1 \text{ (Izq.) } \underline{3.50} \text{ m.} \\ Y_2 \text{ (Der.) } \underline{3.50} \text{ m.} \end{array} \right.$	SOBRE ELEVACIONES: $\left\{ \begin{array}{l} W_1 \text{ (Izq.) } \underline{-2.0} \% \\ W_2 \text{ (Der.) } \underline{2.0} \% \end{array} \right.$	
SECCION DE LAS TERRACERIAS SEGUN EL EJE DE LA OBRA		
X1 = _____	Tang. e = <u>0.0</u>	X2 = _____
C1 = <u>3.50</u>	Cos. e = <u>1.0</u>	C2 = <u>3.50</u>
R1 = <u>63.01</u>	Sen. e = <u>0.0</u>	R2 = <u>63.01</u>
H1 = <u>62.94</u>		H2 = <u>62.94</u>
Cos. e - K = <u>1.0</u>	Tn = <u>1.5X1</u>	Cos. e - K = <u>1.0</u>
T1 = <u>1.5X1 (1.81X1)</u>	K = _____	T2 = <u>1.5X1 (1.72X1)</u>
LONGITUD DE OBRA		
PLANTILLA DEL CAUCE: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Pendiente S} = \underline{2.0} \% \text{ Espesor de superestructura} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m.} \\ \text{Elevación E D} = \underline{61.15} \text{ m. Altura de la directriz; b} = \underline{0.15} \text{ m.} \end{array} \right.$		
$\left\{ \begin{array}{l} F_1 = \underline{0.667} \\ T_1 - S = \underline{0.6467} \\ F_1 = \underline{62.13} \\ h_1 = \underline{0.81} \\ d_1 = \underline{1.25} \\ L_1 = \underline{5.09} \\ C_1 = \underline{1.0002} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} M = \underline{1.06} \\ M_1 = \underline{1.05} \\ F_1 = \underline{62.20} \\ Q = \underline{0.34} \\ Q_1 = \underline{0.34} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} F_2 = \underline{62.22} \\ O_1 = \underline{0.01} \\ L_1 = \underline{9.98} \\ L_1 = \underline{9.90} \end{array} \right.$
$\left\{ \begin{array}{l} T_2 = \underline{0.667} \\ T_2 - S = \underline{0.6867} \\ F_2 = \underline{62.29} \\ h_2 = \underline{0.65} \\ d_2 = \underline{0.95} \\ L_2 = \underline{4.79} \\ \beta = \underline{0.02} \end{array} \right.$		
$\left\{ \begin{array}{l} L_2 = \underline{10.37} \text{ m. Dif. } \underline{0.47} \text{ m. Corrección: } \underline{\text{Taludes}} \end{array} \right.$		
AJUSTE A N° CERRADO DE TRAMOS DE TUDO		
H1 = _____	$\sum R =$ _____	H2 = _____
d'1 = _____	T1 + T2 = _____	d'2 = _____
L1 = <u>5.36</u>	L = <u>10.35</u>	L2 = <u>4.99</u>
L1' = _____	L1 = <u>10.37</u>	L2' = _____
<u>Sal.</u> Elev. = <u>61.04</u> m. Centro Elev. = <u>61.15</u> m. <u>P.M.T.</u> Elev. = <u>61.25</u> m.		
DATOS COMPLEMENTARIOS		
Corchón en el E <u>0.98</u> m. Clasificación top. por _____	Altura de _____ m.	
NOTAS: <u>cal. 14</u>		

Niv. Iso. a 15.00 m	Niv. Iso. a 10.00 m	Niv. Der. a 10.00 m	Niv. Der. a 15.00 m
Elev. 860.64 m	Elev. 860.95 m	Elev. 861.12 m	Elev. 861.61 m



NOTAS:

Localización: Sobre trazo hecho en Dic. 1981 por S.A.B.P.A.S.A.
 Cargas: Carga viva tipo H20-80
 Tubos: Serón de Lámina Cal. 14
 Muros: Serón de mampostería de 30 El de planta se hará en _____
 Capes de una letiga de trabajo de _____
 Kg/cm² para este se podrá variar de proyección a juicio del Ing Residente hasta en ± 20 cm modificando únicamente el espesor del cimbrado. Los acabamientos llevarán un chapado de _____

Se de espesor con mortero de cemento 1:5
 Dimensiones: En centímetros. Elevaciones en metros rotundos al 0 N.
 sobre _____ m sobre _____ m
 Fabricación: Libresca _____
 Especificaciones: Según las de la S.O.P. de 1971.
 Especificaciones: _____

MATERIALES		S.A.B.P.A.S.A. D.R. GRAL. DE CARRETERAS DEPARTAMENTO DE PROYECTOS	
CONCEPTO	CANTIDAD		
Tubo de 0.91 m. Dem	10.37	m	
Tramos de 0.81 m	17	m	
Excavación (Cipis)	8.0	m ³	
Mampostería de 30 cmas con mortero de cemento 1:5	6.9	m ³	
MODIFICACIONES AL PROYECTO		CONSTRUCCION	CONSTRUCCION
MODIFICACIONES EN LA CONSTRUCCION		CONSTRUCCION	CONSTRUCCION

PROYECTO GEOMETRICO DE UNA LOSA

Como ya se dijo, para su cálculo es conveniente emplear el mismo machote, en el cual se hace caso omiso de la última parte, así como de los factores α , B , ya que, aunque el primero influya en la longitud total, dadas las pendientes permisibles para losas, puede considerarse despreciable su influencia. El significado de las literales empleadas, es el mismo mencionado con anterioridad y la forma de válvulas, en el concepto es lo mismo por lo que únicamente se indican a continuación las fórmulas que se ven afectadas.

$$M_1 = M_2 = M = h + b + e$$

Donde: h = gálibo hidráulico de la obra

$$b = 0.10 \text{ (losa con colchón)}$$

$$b = 0.20 \text{ (losa en sub-rasante)}$$

$$e = \text{espesor de la losa}$$

Para éste cálculo el valor de "Q" varía en la siguiente forma:

$$Q = 0.20 \text{ (losa con colchón)}$$

$$Q = 0.35 \text{ (losa en sub-rasante)}$$

Fórmula para valuar el colchón de tierra sobre la losa

$$\text{Colchón} = R.c. - h - e - D$$

$$R.c. = \text{rasante del camino}$$

$$h = \text{gálibo hidráulico de la losa}$$

$$e = \text{espesor de la losa}$$

$$D = \text{elevación de la plantilla en el centro de línea.}$$

Como se aprecia en la fórmula anterior el colchón está en función del espesor y siendo que éste varía de acuerdo con el colchón soportado, es necesario proceder por tanteos para fijar correctamente el espesor de la losa.

Con el objeto de evitar que las terracerías invadan el cauce de la obra en este tipo de alcantarillas se proyectan aleros.

En la siguiente hoja se anexa un tipo de machote que es el más conveniente para el cálculo de los aleros, las literales en él mencionadas quedan suficientemente aclaradas con el croquis que se encuentra en la parte superior, por lo que únicamente a continuación se anotan las fórmulas para valuarlas, así como la demostración de la fórmula para calcular el valor de "I"

Fórmulas empleadas para el dimensionamiento de los aleros:

$$I = \frac{H - Hr}{\frac{1}{T} \pm S} \quad (+) \text{ del lado de la entrada}$$

$$n = I \cos \alpha$$

donde: H = altura de arranque de los aleros

S = pendiente de la obra

T = talud de terracerías según el eje de la obra

$$J = \frac{n}{\cos(B + \alpha)}$$

$$J' = J \cos B$$

$$J'' = J \sin B$$

Alero largo

$$g = \frac{n}{\cos - e}$$

$$g' = g \cos$$

$$g'' = g \sin$$

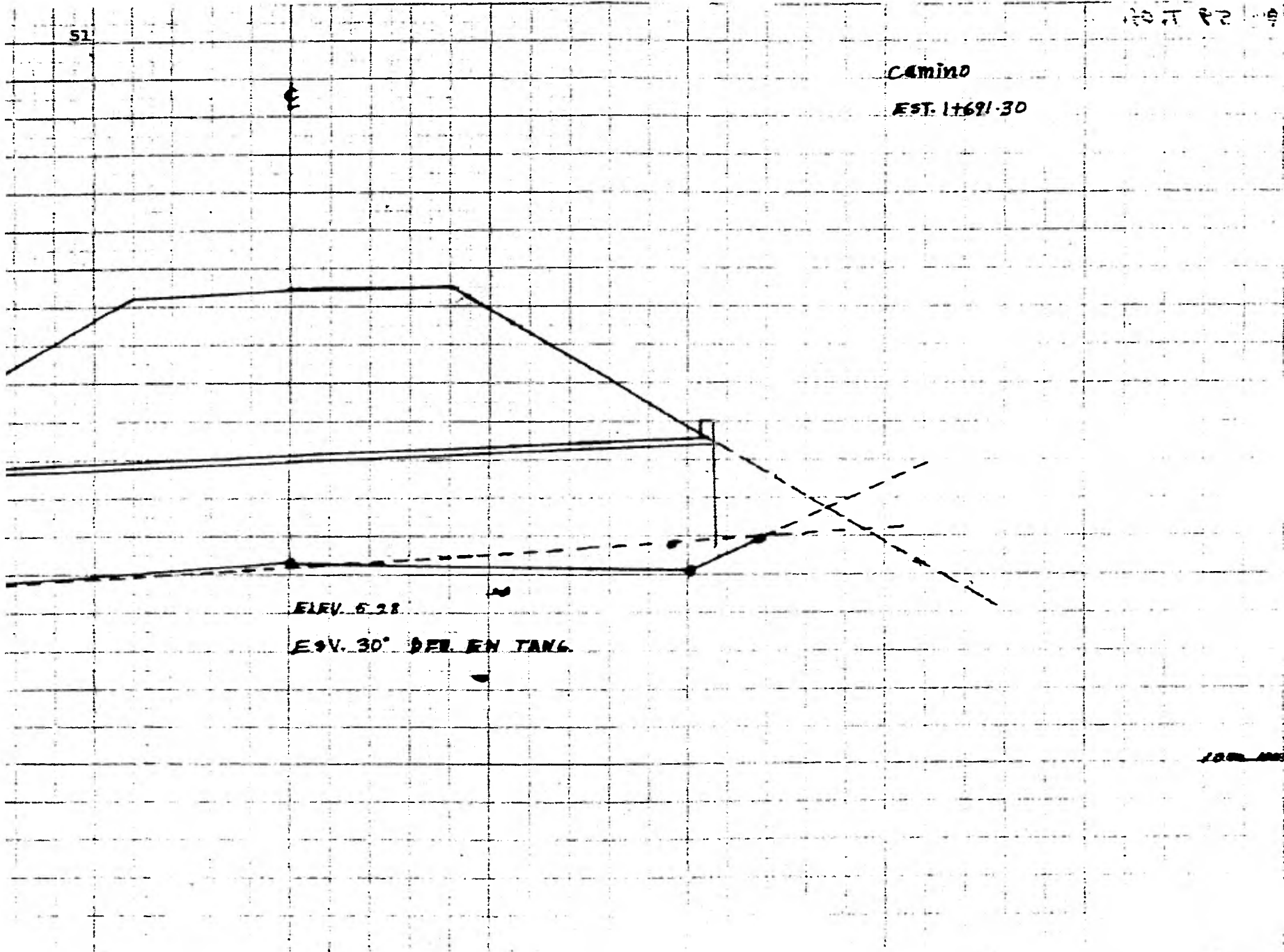
Alero corto

51

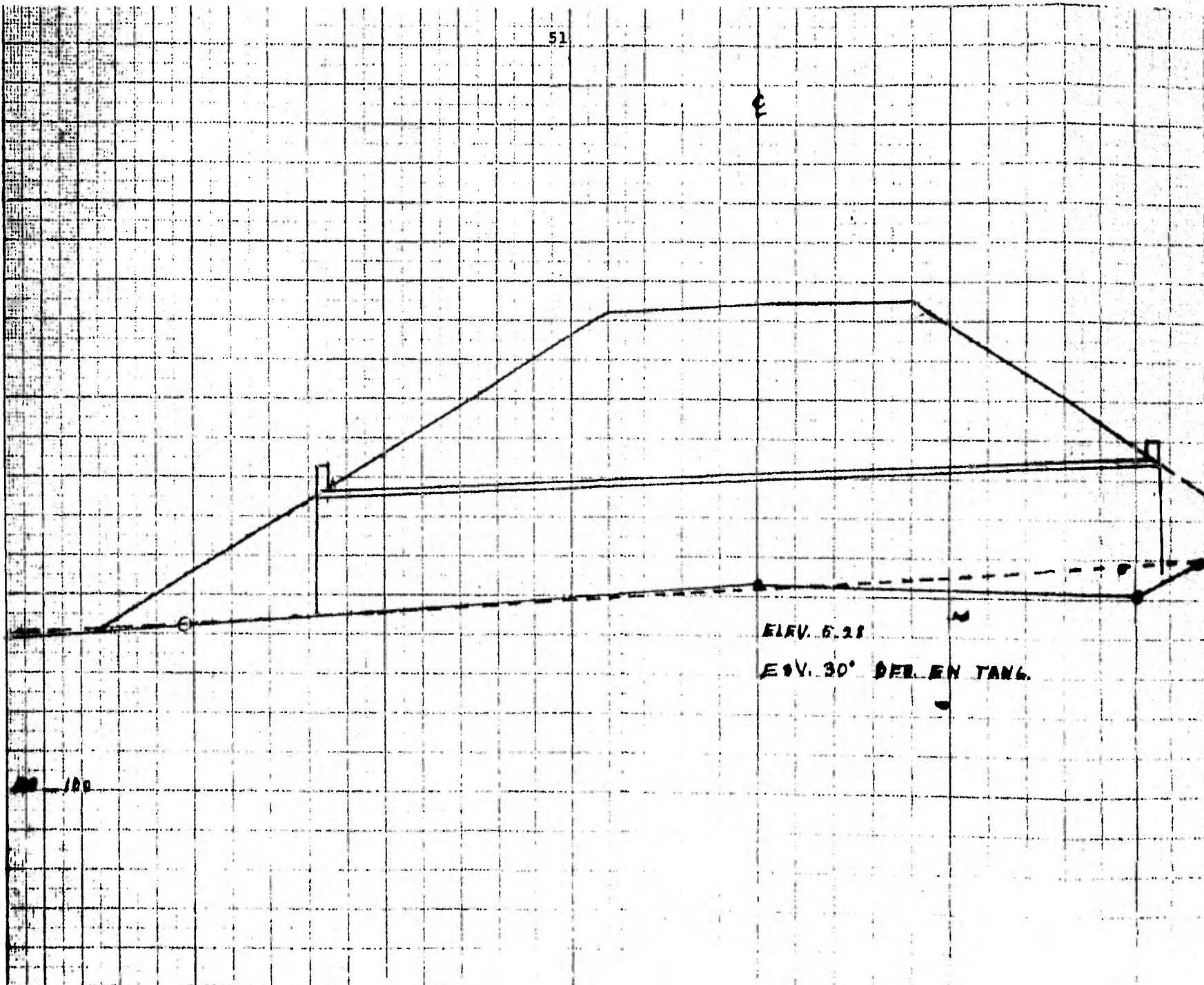
POST 22

CAMINO

EST. 1+691.30



100



ELEV. 6.21

ELEV. 30° DEB. EN TANG.

51

POST 22-9

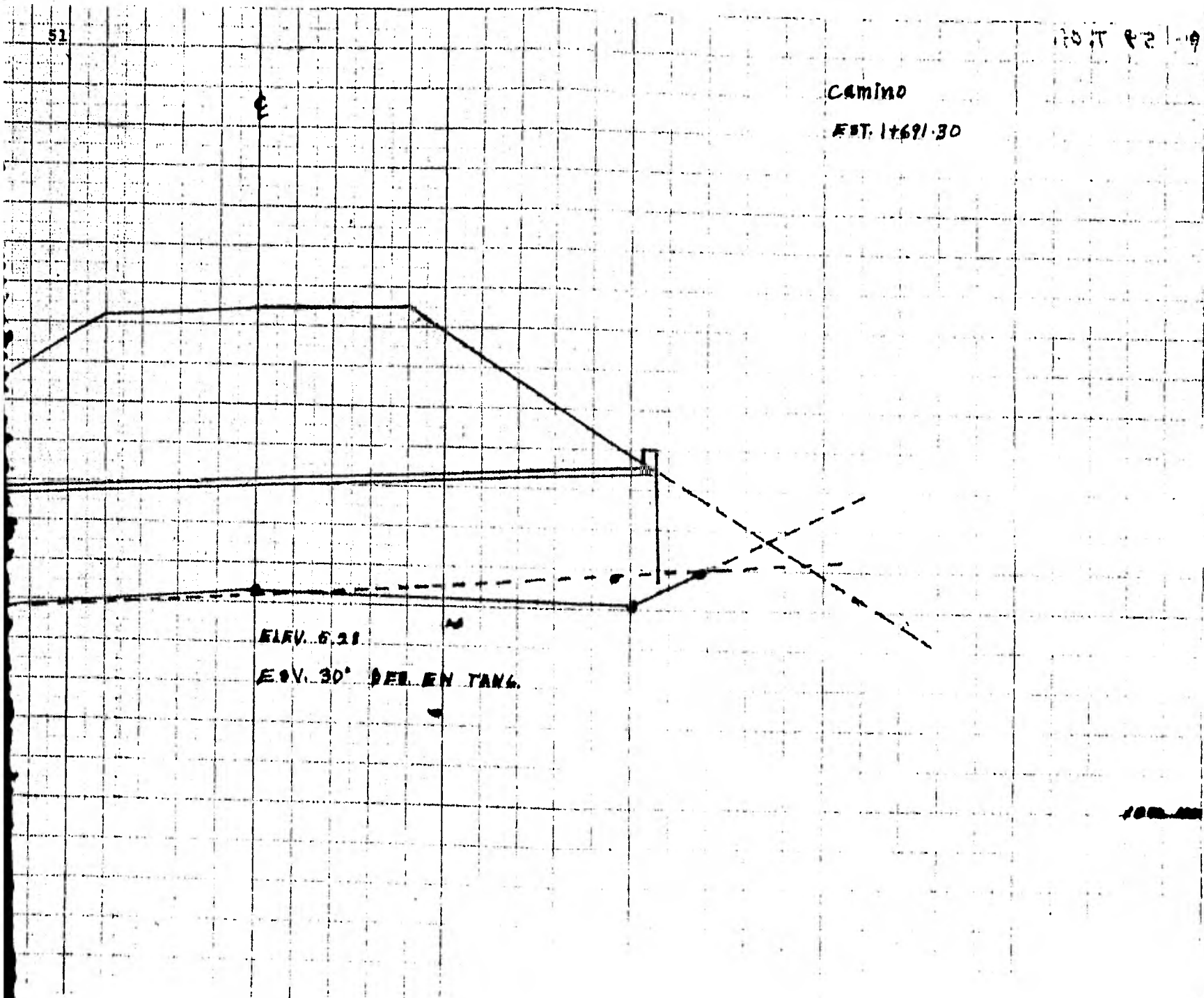
Camino

Elev. 14691.30

Elev. 6.21

Elev. 30° DEL EN TANG.

100.00



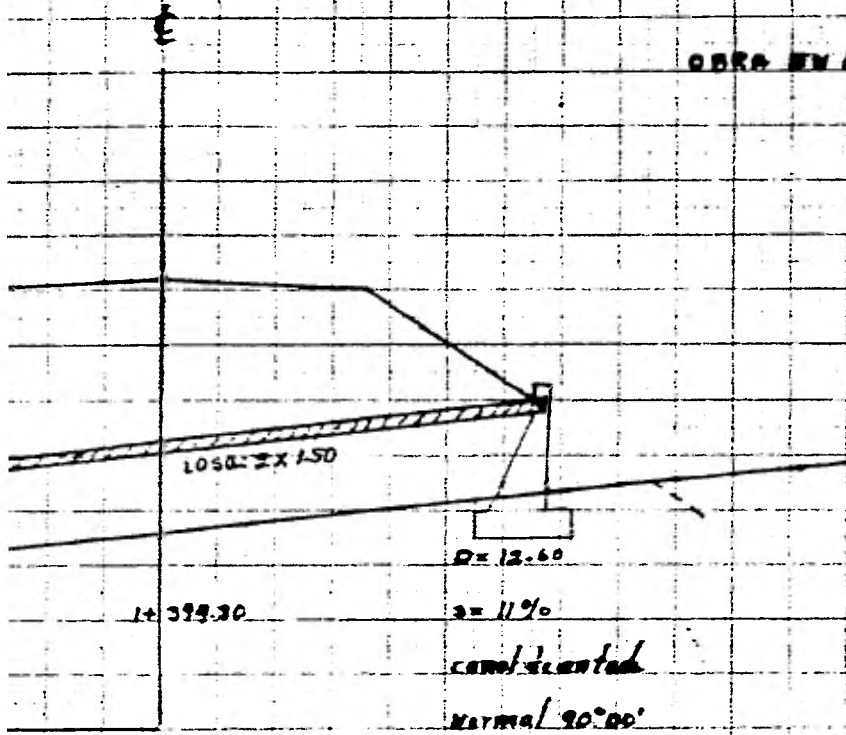
	CAMINO: _____	Hoja N° _____
	TRAMO: _____	ESTACION <u>1+691.30</u>
	SUB TRAMO: _____	ALCANTARILLA _____ DE _____
		LOSA DE <u>2.0 x 2.0 m.</u>
		Calculó: _____ 19 _____
		Revisó: _____ 19 _____
CALCULO DE LONGITUD DE OBRA		
LOCALIZACION		
Cruce <u>ES.V. 30° DER. EN TANGENTE</u> ← Sentido del escurrimiento _____		
DATOS DE TERRACERIAS EN EL CRUCE		
SECCION NORMAL		
Sub Rosante Elev. <u>1212.09</u> m. Espesor del revestimiento <u>0.30</u> m. Espesor de Carpeta <u>0.03</u> m.		
Rosante de cálculo <u>12.30</u> m. Rosante del camino <u>12.39</u> m. Pend. Long. del camino <u>-6.5</u> %		
SEMI-CORONAS:	Y ₁ (Izq.) <u>3.50</u> m.	SOBRE ELEVACIONES: W ₁ (Izq.) <u>-2.00</u> %
	Y ₂ (Der.) <u>3.50</u> m.	W ₂ (Der.) <u>-2.00</u> %
SECCION DE LAS TERRACERIAS SEGUN EL EJE DE LA OBRA		
X ₁ <u>2.02</u>	Tang. e = <u>0.57735</u>	X ₂ <u>2.02</u>
C ₁ <u>4.04</u>	Cos. e = <u>0.8160</u>	C ₂ <u>4.04</u>
R ₁ <u>12.26</u>	Sen. e = <u>0.5000</u>	R ₂ <u>12.52</u>
Hic <u>12.19</u>		nc <u>12.45</u>
Cos.e-K = <u>0.91473</u>	Tn =	Cos.e-K = <u>0.81728</u>
T ₁ <u>1.64</u>	K = <u>0.04775</u>	T ₂ <u>1.84</u>
LONGITUD DE OBRA		
PLANTILLA DEL CAUCE:	Pendiente S = <u>6.0</u> %	Espeor de superestructura = <u>0.32</u> m.
	Elevación E. D = <u>1205.10</u> m.	Altura de la directriz; b = _____ m.
V ₁ <u>0.69776</u>		V ₂ <u>0.54348</u>
T ₁ -S = <u>0.54776</u>	M ₁ <u>3.32</u>	Q =
F ₁ <u>0.216</u>	M ₂ <u>3.30</u>	MR =
h ₁ <u>4.03</u>	F ₁ <u>2.40</u>	F ₂ =
d ₁ <u>7.33</u>	Q ₁ <u>0.95</u>	Q'S =
L ₁ <u>11.75</u>	L ₁ <u>22.40</u>	d ₂ <u>6.25</u>
α =	L ₂ =	L ₂ <u>10.65</u>
		β =
Trompas de _____ m.	L _T = _____ m.	Dif. _____ m.
		Corrección: _____
AJUSTE A N° CERRADO DE TRAMOS DE TUBO		
H ₁ =	Σ R =	H ₂ =
d ₁ =	T ₁ +T ₂ =	d ₂ =
L ₁ =	L _T =	L ₂ =
L _T =	L _T =	L _T =
Elev. = _____ m.	Centro Elev. = _____ m.	Elev. = _____ m.
DATOS COMPLEMENTARIOS		
Colchón en el E. _____ m.	Clasificación terreno _____	Altura Prom. _____ m.
NOTAS: _____		

	CAMINO: _____ TRAMO: _____ SUB-TRAMO: _____	HOJA No. _____ ESTACION: 1+691.20 ALCANTARILLA DE LOZA DE 3.00 X 3.00 CALCULO: _____, 196 REVISO: _____, 196	
CALCULO DIMENSIONAL DE LOS ALEROS			
<p style="text-align: center;">PLANTA</p>		<p style="text-align: center;">ELEVACION</p>	
CONDICION: 1" = 8"		Cat. $\beta = 1.73205 + 2 \text{ tp.} = 2.5865$	
LADO IZQUIERDO		LADO DERECHO	
$H_1 =$	$H_{11} =$	$H_2 =$	
$H_1 - H_{11} = 3.32$		$H_2 - H_{22} = 3.32$	
$\frac{1}{1} - \beta = 0.54976$		$\frac{1}{1} - \beta = 0.60542$	
$T_1 =$		$T_2 =$	
$l_1 = 6.04$		$l_2 = 5.50$	
$n_1 = 5.23$		$n_2 = 4.76$	
$l_1' = 7.99$		$l_2' = 7.27$	
$l_1'' = 7.55$		$l_2'' = 6.87$	
$l_1''' = 2.61$		$l_2''' = 2.38$	
$o_1 = 5.23$		$o_2 = 4.76$	
$o_1' = 4.53$		$o_2' = 4.12$	
$o_1'' = 2.61$		$o_2'' = 2.38$	
LONGITUDES Y PROYECCIONES			
ANGULOS.	FUNCIONES		
$\alpha = 30^\circ 00'$	Tang. = 0.57735		
	Cos. = 0.81649		
$\beta = 49^\circ 26'$	Cos. = 0.65424		
$\rho = 19^\circ 06'$	Cos. = 0.94495		
	Sen. = 0.32722		
$\mu = 0'$	Cos. = 1.00000		
	Sen. = 0.00000		
$\nu = 30^\circ 00'$	Cos. = 0.86603		
	Sen. = 0.50000		
DIMENSIONES			
EN EL ARRANQUE	EN EL RECORTE		AUXILIARES
NORMALES	NORMALES	ESVIAJADAS	
$o_1 = 0.35$	$o_1 =$	$o_1' =$	$H_0 = 2.32$
$o_2 = 12.23$	$o_2 =$		$L_{AL} =$
$o_3 = 1.63$	$o_3 =$		$Y = 0.87$
$o_4 = 0.60$	$o_4 =$		$h =$
$o_5 = 0.80$	$o_5 =$		$o_6 =$
$o_6 = 0.50$	$o_6 =$		$K =$
$o_7 =$	$o_7 =$		$o_8 =$
$o_8 =$	$o_8 =$		
DATOS DEL TERRENO			
PROFUNDIDAD DEL CIMENTO _____ m. FATIGA _____ Kg/cm ² CLASIFICACION I _____			
NOTAS .. _____			

55

20-110

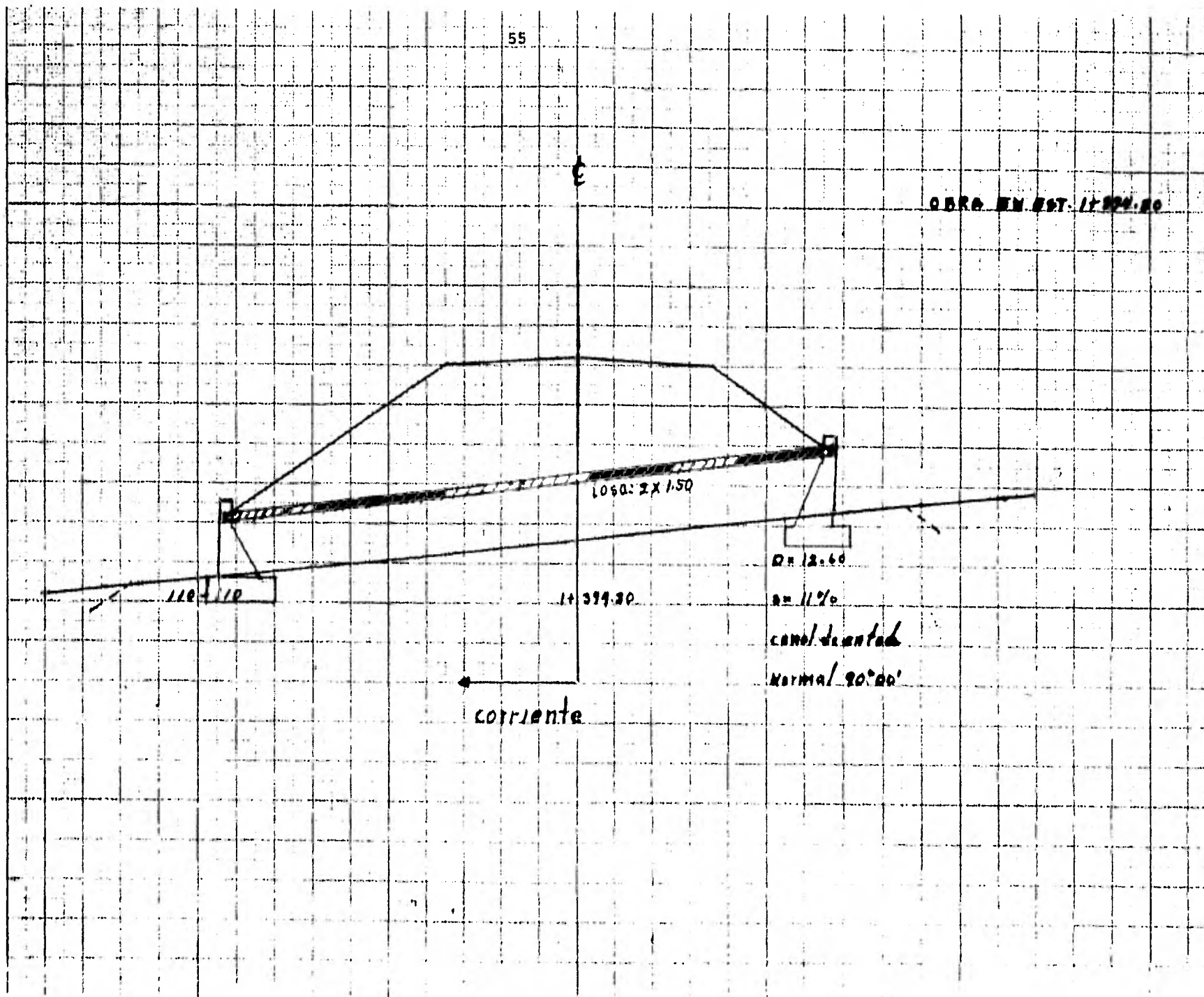
ORRA NW EST. 17894.80

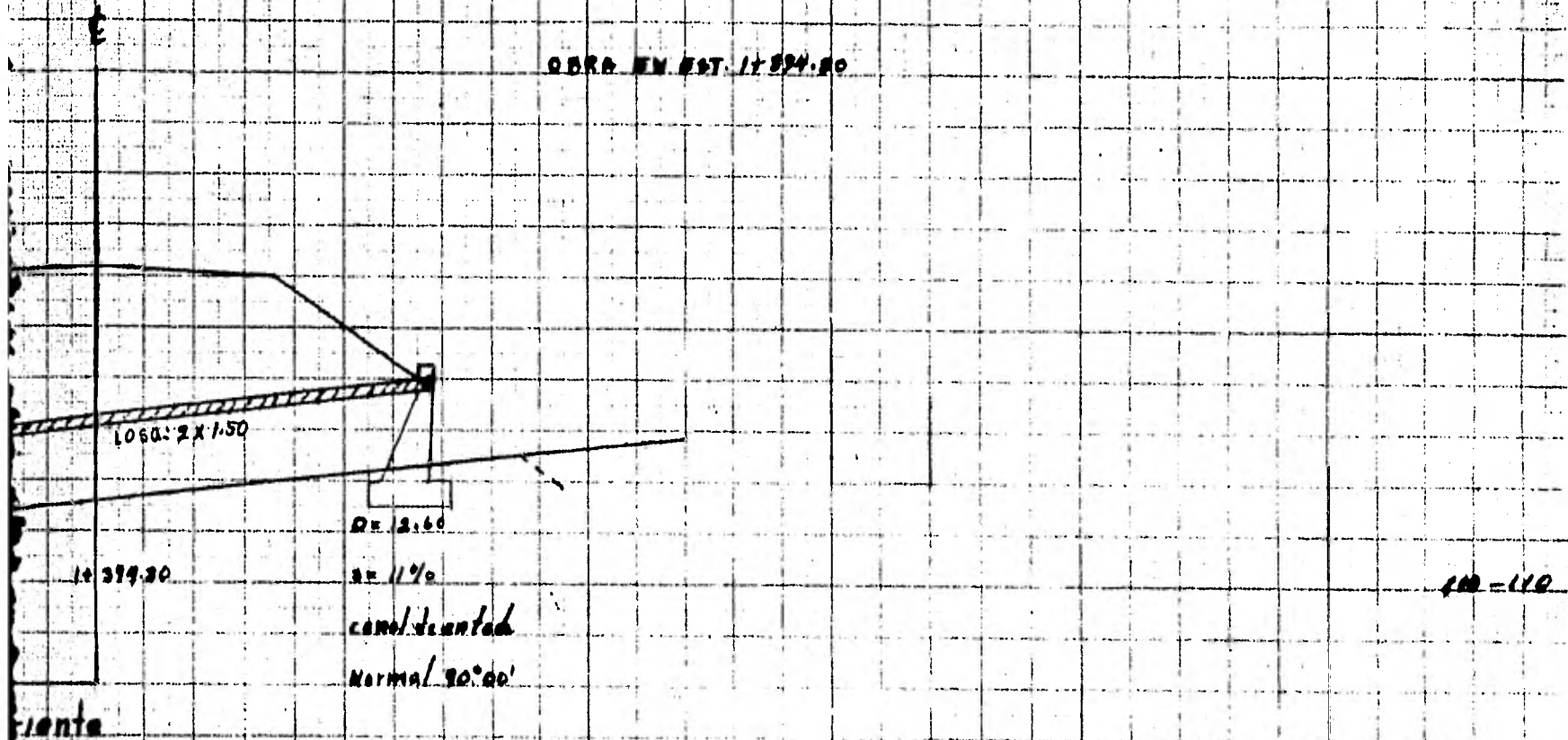


corriente

55

OBRO EN EST. 11524.80

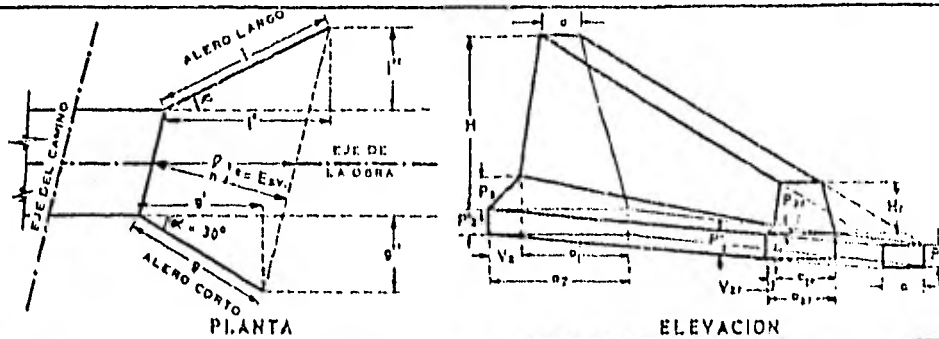




S. O. P. DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES DEPARTAMENTO DE PROYECTOS OFICINA DE ALCANTARILLADO	CAMINO: _____	Hoja N° _____
	TRAMO: _____	ESTACION <u>1+394.30</u>
	SUB TRAMO: _____	ALCANTARILLA _____ DE _____
		<u>LOSA DE 2.00 X 1.50 m.</u>
	Calculó: _____ ; _____ IS.	
	Revisó: _____ ; _____ IS.	
CALCULO DE LONGITUD DE OBRA		
LOCALIZACION		
Cruce <u>Normal en tangente</u> Sentido del escurrimiento _____		
DATOS DE TERRACERIAS EN EL CRUCE SECCION NORMAL		
Sub Rosante Elev. <u>1016.80</u> m. Espesor del revestimiento <u>0.30</u> m. Espesor de Concreto _____ m.		
Rosante de cálculo <u>17.10</u> m. Rosante del camino <u>17.10</u> m. Pend. Long. del camino <u>1.9</u> %		
SEMI-CORONAS: $\begin{cases} Y_1 (\text{Izq.}) & \underline{3.50} \text{ m.} \\ Y_2 (\text{Der.}) & \underline{3.50} \text{ m.} \end{cases}$ SOBRE ELEVACIONES: $\begin{cases} W_1 (\text{Izq.}) & \underline{-2.0} \% \\ W_2 (\text{Der.}) & \underline{-2.0} \% \end{cases}$		
SECCION DE LAS TERRACERIAS SEGUN EL EJE DE LA OBRA		
X ₁ _____	Tang. e = _____	X ₂ _____
C ₁ <u>3.50</u>	Cos. e = <u>1.0</u>	C ₂ <u>3.50</u>
R ₁ <u>17.10</u>	Sen. e = _____	R ₂ <u>17.10</u>
H ₁ <u>17.09</u>		H ₂ <u>17.09</u>
Cos. e - K ₁ _____	Tn = _____	Cos. e - K ₂ _____
T ₁ <u>1.50</u>	K ₁ _____	T ₂ <u>1.50</u>
LONGITUD DE OBRA		
PLANTILLA DEL CAUCE: $\begin{cases} \text{Pendiente S} = \underline{11.0} \% \text{ Espesor de superestructura} = \underline{0.20} \text{ m.} \\ \text{Elevación E} = \underline{12.60} \text{ m. Altura de la directriz; b} = \text{_____ m.} \end{cases}$		
$\frac{1}{T_1} = \underline{0.6667}$		$\frac{1}{T_2} = \underline{0.6667}$
$T_1 - S = \underline{0.55667}$	M ₁ <u>1.70</u>	Q ₁ <u>0.30</u>
F ₁ <u>13.88</u>	M ₂ <u>1.67</u>	M ₂ <u>1.73</u>
h ₁ <u>9.15</u>	F ₂ <u>14.27</u>	F ₂ <u>14.53</u>
d ₁ <u>5.66</u>	Q ₂ <u>0.30</u>	Q ₂ <u>0.03</u>
L ₁ <u>9.50</u>	L ₂ _____	L ₂ <u>6.80</u>
C ₁ _____	L ₁ <u>16.30</u>	B ₁ _____
Tramos de _____ m. Dif. _____ m. Corrección: _____		
AJUSTE A N° CERRADO DE TRAMOS DE TULO		
H ₁ _____	$\sum H_1$ _____	H ₂ _____
d ₁ _____	T ₁ + T ₂ _____	d ₂ _____
L ₁ _____	C ₁ _____	L ₂ _____
L _{T1} _____	L _{T2} _____	L _{T2} _____
Elev. _____ m. Centro Elev. _____ m. Elev. _____ m.		
DATOS COMPLEMENTARIOS		
Calchón en el E. _____ m. Clasificación terreno (_____) Altura _____ m.		
NOTA: _____		

CAMINO: _____	HOJA No. _____
TRAMO: _____	ALCANTARILLA DE _____
SUB-TRAMO: _____	DE _____
CALCULO: _____	196
REVISO: _____	196

CALCULO DIMENSIONAL DE LOS ALEROS

CONDICION: $i' = 9''$ Cot. $\beta = 1.73205 \cdot 2 \text{ tp.}$

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

 $H_1 =$ $H_2 =$

$H_1 - H_2 = 1.70$
 $L - S = 0.55667$
 $T_1 =$
 $l_1 = 3.05$
 $n_1 = 3.05$
 $l_1' = 3.52$
 $l_1'' = 3.05$
 $l_1''' = 1.76$
 $q_1 = 3.52$
 $q_1' = 3.05$
 $q_1'' = 1.76$

LONGITUDES Y PROYECCIONES

ANGULOS.	FUNCIONES
$\alpha =$	Tan. =
$\beta =$	Cot. =
$\alpha + \beta =$	Cos. = 0.56603
$\beta =$	Cos. = 0.46603
$\alpha + \beta =$	Sen. = 0.5000
$\alpha + \beta =$	Cos. = 0.26603
$\alpha = 30^{\circ}00'$	Cos. = 0.86602
	Sen. = 0.5000

$H_2 - H_1 = 1.70$
 $L - S = 0.77667$
 $T_2 =$
 $l_2 = 2.19$
 $n_2 = 2.19$
 $l_2' = 2.53$
 $l_2'' = 2.19$
 $l_2''' = 1.27$
 $q_2 = 2.53$
 $q_2' = 2.19$
 $q_2'' = 1.27$

DIMENSIONES

EN EL ARRANQUE		EN EL RECORTE		AUXILIARES
NORMALES	NORMALES	ESVIAJADAS		
$a_1 = 0.30$	$c_1 =$	$a_1' =$	$H_p = 1.70$	
$a_2 = 1.10$	$a_{21} =$		$l_{21} = 1.00$	
$a_3 = 2.40$	$a_{12} =$		$T_1 =$	
$V_2 = 0.20$	$V_{21} =$		$S_1 =$	
$P_2 = 0$	$P_{21} =$		$a_2 =$	
$P_2' = 0.50$	$P_{21}' =$		$K =$	
$P_2'' =$	$P_{21}'' =$		$a_3 =$	

DATOS DEL TERRENO

PROFUNDIDAD DEL CIMENTO _____ m. FATIGA _____ Kg/cm². CLASIFICACION (_____)

NOTAS: _____

Proyecto Geométrico de una Bóveda.

El procedimiento de cálculo y los machotes que se emplean son completamente análogos a los ya explicados para el proyecto de losas, las fórmulas que se ven alteradas son:

$$M_1 = M_2 = M = R + h + e + b$$

donde: R = radio de la bóveda

h = altura

e = espesor

b = 0.15 m. por especificación

Q = 0.30 m. por especificación

Hp = h + r + e + b + c - z

En la fórmula anterior

C = 0.15 por especificación

Las literales restantes ya fueron explicadas, el valor de "z", varía de acuerdo con el talud y puede tabularse como se indica en la tabla:

Talud.	z	Q	b	c
1.50 x 1	30	30	15	15
2.0 x 1	25	30	15	15
3.0 x 1	20	30	15	15
4.0 x 1	18	30	15	15

CARGAS VIVAS

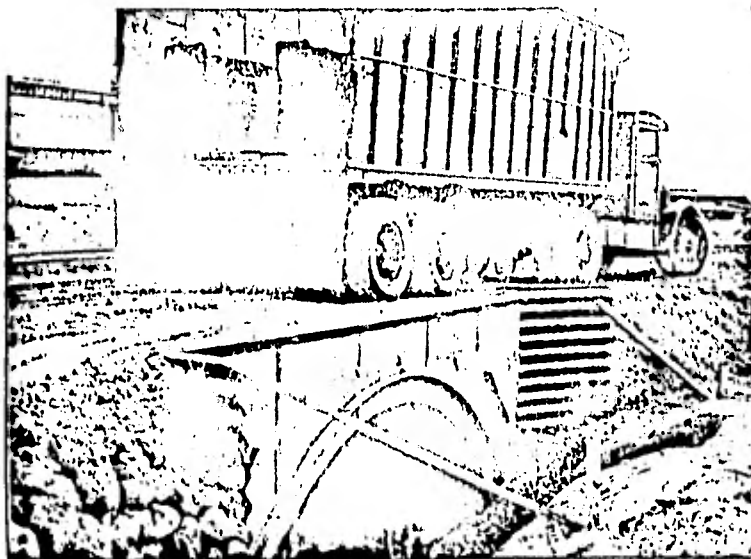


Fig. 23 - Pruebas de carga viva sobre una bóveda Multi-Plate, Middletown, Ohio E.U.A. Luz 6,10 m, flecha 2,13 m, largo 3,05 m, calibre 3; peso bruto de la carga viva 30,6 toneladas. Peso en el eje trasero 26,1 toneladas.

Se hizo una prueba en una bóveda de 6,10 m de luz, 2,13 de flecha, calibre 3, y de 3,05 m de largo, colocada sobre cimientos de concreto, y con un terraplén de 60 cm. La bóveda se sometió a una serie de cargas vivas repetidas, las cuales consistían en el paso de un camión cargado con lingotes de acero; bajo un peso de 26.132 Kg en el eje trasero, la flexión máxima que se observó fue de 17 mm. Fig. 23. Esta bóveda fue diseñada para una carga viva H-10, pero actualmente resistió 3,6 veces más este peso sin fallar; esta misma bóveda se sometió luego a una carga muerta de 313 toneladas, o sea el equivalente a un factor de seguridad de 3,7 para un terraplén de 3,05 metros.

Otra prueba de carga viva se hizo en mayo de 1936 por el Minnesota State Highway Department, en una bóveda Multi-Plate de 7,32 m de luz y 2,59 de flecha; se tomaron lecturas radiales en 4 puntos de la bóveda, 2 de ellas a una distancia de 2,14 m a la izquierda y derecha del centro de la vía, y otras 2 a los 5,18 m del mismo centro. Las lecturas se tomaron cuando los cabezales ya se habían hecho, (1) pero aún sin relleno, (2) luego con el relleno, y (3) con una pala mecánica de 17,2 toneladas encima de la bóveda. El máximo movimiento radial en la corona causado por la carga viva fue sólo de 5 mm.

Pruebas en La Ciudad de Vicksburg

La U. S. Waterways Experiment Station del Corps of Engineers en Vicksburg, Mississippi, condujo unas pruebas de cargas en tubos de concreto y corrugados de metal. El objeto de ellas fue el de determinar la distribución de tensión a tubos de desagüe cuando estaban sometidos a cargas en la superficie. Los tubos tenían desde 30 hasta 122 cm de diámetro, y comprendían 2 clases; de concreto reforzado y resistencia corriente, y remachados corrugados de metal.

A PLANTA

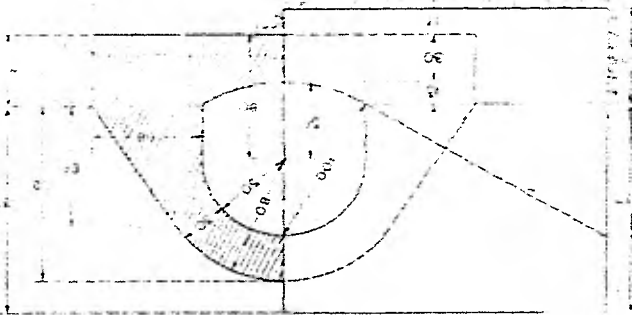
NOTAS

Las curvas de nivel en el terreno, se han tomado de los planos de topografía que se adjuntan en el expediente de este proyecto, con una escala de 1:20,000. Los puntos de nivelación se han tomado de los planos de topografía que se adjuntan en el expediente de este proyecto, con una escala de 1:20,000. Los puntos de nivelación se han tomado de los planos de topografía que se adjuntan en el expediente de este proyecto, con una escala de 1:20,000.

El terreno es de tipo montañoso y se ha tomado de los planos de topografía que se adjuntan en el expediente de este proyecto, con una escala de 1:20,000. Los puntos de nivelación se han tomado de los planos de topografía que se adjuntan en el expediente de este proyecto, con una escala de 1:20,000.

El terreno es de tipo montañoso y se ha tomado de los planos de topografía que se adjuntan en el expediente de este proyecto, con una escala de 1:20,000. Los puntos de nivelación se han tomado de los planos de topografía que se adjuntan en el expediente de este proyecto, con una escala de 1:20,000.

MEDIO-FRONTES



FATIGAS EN EL TERRENO

Distancia (m)	Nivelación (m)
300	1.75
400	1.77
500	1.83
600	1.83
700	1.78
800	2.62
900	2.81
1000	2.82

LISTA DE MATERIALES

MAVOSTERIO MARINEROS DE ALCAZAR, S.A. (M.A.S.A.)
 MAVOSTERIO MARINEROS DE ALCAZAR, S.A. (M.A.S.A.)
 MAVOSTERIO MARINEROS DE ALCAZAR, S.A. (M.A.S.A.)
 MAVOSTERIO MARINEROS DE ALCAZAR, S.A. (M.A.S.A.)

ESCALA 1:20

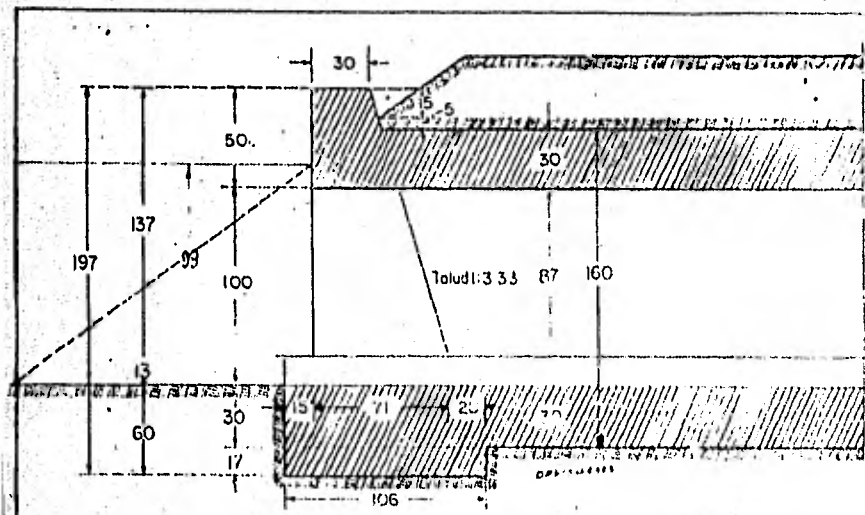
ORGANISMO DE CARRETERAS EN COOPERACION
 DEPARTAMENTO TECNICO
 OFICINA DE REVISION DE PROYECTOS

ALCANTARILLA DE MAMPUESTERA
 DE TERCERA DE 1.00 M. DE DIAM.
 CON TUBOS DE CAJAZA SEMIRED.
 JEFE DE LA OFICINA

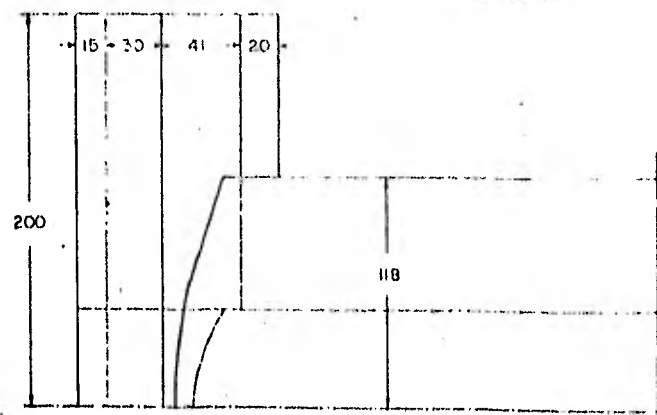
DIRECCION GENERAL
 JEFE DEL ENTENDIMIENTO

México, D. F., Abril de 1968. No. COOP. 15-2

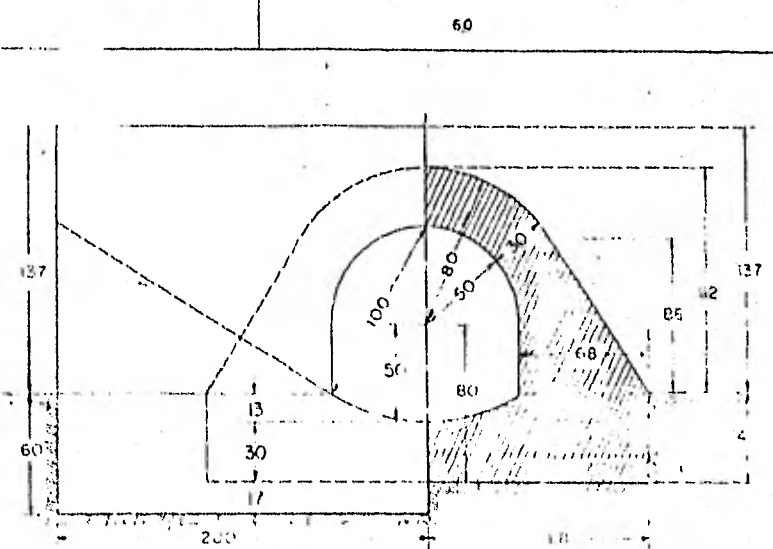
CAMINO	TRAMO	KM	ORIGEN	PLANS	NUMERO DE



CORTE LONGITUDINAL



MEDIA PLANTA



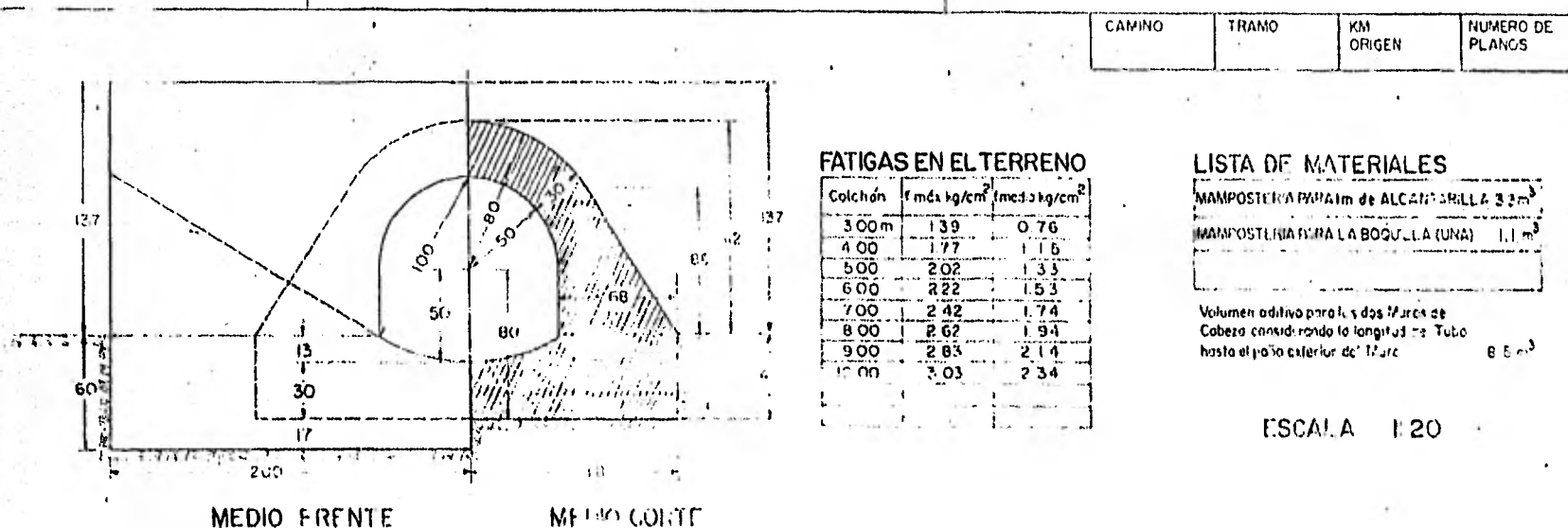
MEDIO FRENTE

MEDIO CORTE

FATIGA	Colchón
	3.00
	4.00
	5.00
	6.00
	7.00
	8.00
	9.00
	10.00

NOTAS:

- Las alcantarillas se construirán con un compuesto de 38% de cemento y 62% de arena, con excepción de las que serán de manposteo de 2ª clase según proyecto aparte.
- Las juntas en el arco serán radiales y con cuadrado longitudinal, procurando que las juntas tengan su eje el cual deberá inclinarse para facilitar el escurrimiento del agua. Los rímelos deberán desplazarse sobre terreno cuya pendiente para cada lamina de alcantarilla y su profundidad no menor de la indicada en el dibujo.
- En los extremos de entrada y de salida se pondrán dentellones cuya profundidad no será menor de 30cm. El Iny. Residente se encargará de la necesidad de construir los dentellones y determinará su profundidad de acuerdo al Colchón de tierra mínima admisible en la clave del arco es la 60cm.
- El material de relleno se colocará en capas de 30cm de espesor perfectamente apisonado a los lados del que encima del arco disminuyendo gradualmente esta zona hasta que se tenga un colchón sobre la clave de una y media toneladas, nivel en que el apisonamiento alcanzará toda la extensión de los cajones de relleno colocados (ver esquema).
- Todas las dimensiones están en centímetros, excepto las indicadas en otra unidad. Los materiales y mano de obra serán de acuerdo a las últimas Especificaciones de la D.N.C.



NOTAS:

Los alcantarillos se construirán con mampostería de 2ª clase, con excepción de los boquillas del arco y de los ateros que serán de mampostería de 2ª clase según proyecto aparte.

Los juntas en el arco serán radiales y con cuadrado longitudinal, procurando que los tajos tengan su mayor dimensión hacia el extrados el cual deberá apisonarse para facilitar el escurrimiento del agua. Los tajos deberán colocarse sobre terreno cuya resistencia sea iguala mayor que la indicada para cada tamaño de alcantarilla y a una profundidad no menor de la marcada en el D.N.C.

En los extremos de entrada y salida se pondrán dentellones cuya profundidad no será menor de 50 cm cuando haya peligro de socavación. El Inq. Residente se cerciorará de la necesidad de construir los dentellones y determinará su profundidad de acuerdo con las condiciones locales.

El colchón de tierra mínima admisible en la clave del arco es de 60 cm.

El material de relleno se colocará en capas de 30 cm de espesor perfectamente apisonado a los lados del arco y sin apisonar en la zona que queda encima del arco disminuyendo gradualmente esta zona hasta que se tenga un colchón sobre la clave de uno y medio veces el diámetro de la alcantarilla, nivel en que el apisonamiento abarcará toda la extensión de las capas de relleno colocadas (ver esquema).

Todas las dimensiones están en centímetros, excepto las indicadas en otra unidad. Los materiales y mano de obra se sujetarán en todo a las últimas Especificaciones de la D.N.C.

DIR. GRAL. DE CARRETERAS EN COOPERACION
DEPARTAMENTO TECNICO
OFICINA DE REVISION DE PROYECTOS

ALCANTARILLA DE MAMPOSTERIA
DE TERCERA DE 1.00 M. DE DIAM.
CON MUROS DE CABEZA SENCILLOS.

JEFE DE LA OFICINA _____

JEFE DEL DEPARTAMENTO _____

DIRECTOR GENERAL _____

México, D.F. Abril de 1961

Nº COOP. 15-3



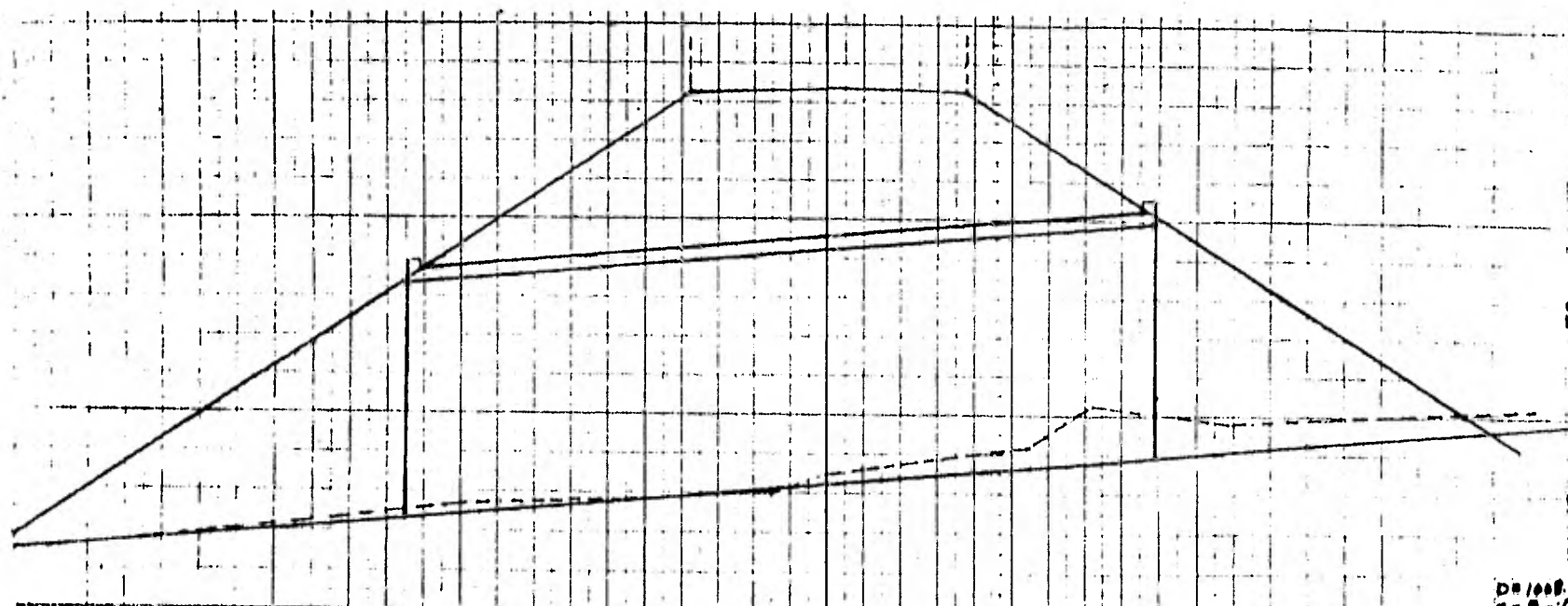
TECNICAS MODERNAS DE INGENIERIA, S. A.
INSURGENTES SUR 350 40. PISO
MEXICO 7. D. F.

REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO

Hoja N° de

OBRA VIAL						OBSERVACIONES					
TRAMO						DE km A km					
SUBTRAMO						ORIGEN					
ESTACION	PUNTO DE ESTACION	DEFLEXION	DAIOS DE CURVA	SUMMO MAGNETICO OBSERVADO	SUMMO ASERONOMICO CALCULADO						
21740	0.20	1012.19		1011.99		O.B.R.A. EN EST. = 21733.40 Boveda de 4.0 x 4.0 E.S.Y. = 30° 00' 12" en tang.					
P.L.	1.17	1010.69	2.67	1009.52							
5.40			1.55	09.14							
7.20			0.46	10.23							
N/D 30.0			0.50	10.19							
N/D 11.0			0.90	09.79							
Σ = 21733.40			2.22	09.47							
1.50			2.70	07.99							
N/D 10.0			3.0	1007.69							
TRAZO						REVISO					
FECHA						FECHA					

Firma e la hoja N°



62

de 1000.00
52.0%

Long. 1.00

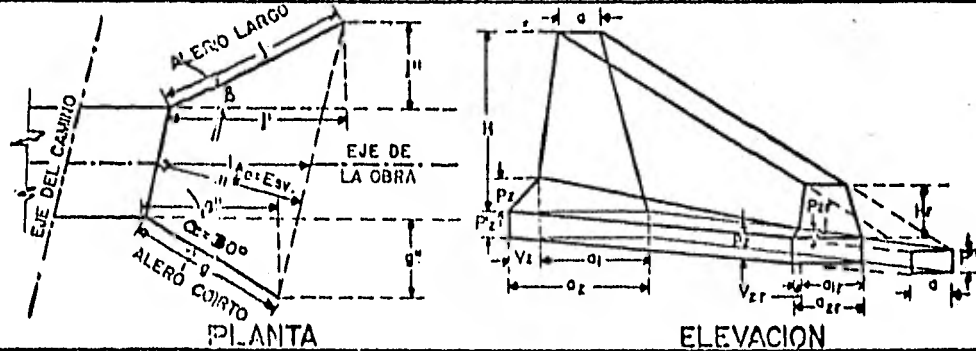
2123.40

← Escurrimiento

CAMINO: <u>MAEDALANA-</u>		Hoja N° _____
<u>TUBUTAMA</u>		ESTACION <u>2+733.40</u>
TRAMO: _____		ALCANTARILLA DE _____
SUB TRAMO: _____		BOV. DE <u>4.00 X 4.00</u>
Calculó: _____		19
Revisó: _____		19
CALCULO DE LONGITUD DE OBRA		
LOCALIZACION		
Cruce <u>BSV. 20°00' T. 20 EN TANIENTE</u> Sentido del escurrimiento _____		
DATOS DE TERRACERIAS EN EL CRUCE		
SECCION NORMAL		
Sub Rasante Elev. <u>1018.84</u> m. Espesor del revestimiento <u>0.20</u> m. Espesor de Carpeta _____ m.		
Rasante de cálculo <u>18.34</u> m. Rasante del camino <u>18.00</u> m. Pend. Long. del camino <u>10.45</u> %		
SEMI-CORONAS:	SOBRE ELEVACIONES:	
$\left\{ \begin{array}{l} Y_1 \text{ (Izq.) } \underline{3.50} \text{ m.} \\ Y_2 \text{ (Der.) } \underline{\hspace{1cm}} \text{ m.} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} W_1 \text{ (Izq.) } \underline{-2.0} \% \\ W_2 \text{ (Der.) } \underline{-2.0} \% \end{array} \right.$	
SECCION DE LAS TERRACERIAS SEGUN EL EJE DE LA OBRA		
$X_1 = 1.27$	Tang. $e = 0.36397$	$X_2 = 1.27$
$C_1 = 3.77$	Cos. $e = 0.93969$	$C_2 = 3.72$
$R_1 = 18.33$	Sen. $e = 0.34202$	$R_2 = 18.35$
$H_1 = 18.26$		$H_2 = 18.28$
$\text{Cos. } e - K = 0.94200$	$T_n = 1.50 \times 1$	$\text{Cos. } e - K = 0.93788$
$T_1 = 1.59$	$K = 0.0231$	$T_2 = 1.60$
LONGITUD DE OBRA		
PLANTILLA DEL CAUCE:	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Pendiente } S = \underline{8.0} \% \text{ Espesor de superestructura} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ m.} \\ \text{Elevación } E = \underline{1021.20} \text{ m. Altura de la directriz } b = \underline{\hspace{1cm}} \text{ m.} \end{array} \right.$	
$V_1 = 62.893$		$V_2 = 0.62500$
$V_1 - S = 0.54893$	$M = 6.32$	$Q = 0.80$
$F_1 = 14.19$	$M_1 = 6.29$	$M_2 = 6.85$
$h_1 = 4.07$	$F_1 = 14.49$	$F_2 = 14.55$
$d_1 = 7.41$	$Q = 0.32$	$Q_2 = 0.09$
$L_1 = 11.45$	$L_1 = 20.35$	$L_2 = 8.90$
$\alpha =$		$\beta =$
Tromos de _____ m.	$L_T =$ _____ m. Dil. _____ m.	Corrección = _____ m.
AJUSTE A N° CERRADO DE TRAMOS DE TUBO		
$N_1 =$	$\Sigma R =$	$N_2 =$
$d_1 =$	$T_1 + T_2 =$	$d_2 =$
$L_1 =$	$L =$	$L_2 =$
$L_T =$	$L_T =$	$L_{T_2} =$
Elev. = _____ m.	Centro Elev. = _____ m.	Elev. = _____ m.
DATOS COMPLEMENTARIOS		
Colchón en el E. _____ m. Clasificación terreno (_____) Altura Prom. _____ m.		
NOTAS: _____		

ESTACION:	2+733.40
TRAMO:	ALCANTARILLA DE BOV.
SUB-TRAMO:	DE 4.00 x 4.00 m.
CALCULO:	19
REVISO:	19

CALCULO DIMENSIONAL DE LOS ALEROS

CONDICION: $1'' = 9'$ Col. $\delta = 1.73205 + 2 \text{ long. } \delta = 2.460$

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

 $H_1 = H + T + US$ $H_{r1} =$ $H_2 = H + T + QS$ $H_{r2} =$

$H_1 - H_{r1} = 6.32$
 $\frac{1}{n} - s = 0.54873$
 $l_1 = 11.51$
 $n_1 = 10.82$
 $h_1 = 14.59$
 $l_1' = 13.52$
 $l_1'' = 5.49$
 $o_1 = 10.99$
 $o_1' = 9.52$
 $o_1'' = 5.49$

LONGITUDES Y PROYECCIONES

ANGULOS	FUNCIONES
$\alpha = 30^\circ 00'$	Tang = 0.36397 Cos. = 0.93969
$\beta = 42^\circ 07'$	Cos. = 0.74178
$\beta = 22^\circ 07'$	Cos. = 0.93642 Sen. = 0.37649
$\alpha = 10^\circ 00'$	Cos. = 0.98481
$\alpha = 30^\circ 00'$	Cos. = 0.86603 Sen. = 0.50000

$H_2 - H_{r2} = 6.32$
 $\frac{1}{n} - s = 0.70500$
 $l_2 = 8.96$
 $n_2 = 8.42$
 $h_2 = 11.35$
 $l_2' = 10.51$
 $l_2'' = 4.27$
 $o_2 = 8.55$
 $o_2' = 7.40$
 $o_2'' = 4.27$

DIMENSIONES

EN EL ARRANQUE		EN EL RECORTE		AUXILIARES
NORMALES	NORMALES	ESVIAJADAS		
$o_1 = 12.95$	$o_1 =$	$o_1' =$	$H_{p1} =$	$L_{y2} =$ $\gamma = 0.73$ $h =$ $o_0 =$ $h' =$ $o_{n1} =$
$o_2 = 2.30$	$o_{22} =$			
$o_1' = 0.65$	$o_{11} =$			
$v_2 = 0.75$	$v_{22} =$			
$p_2 = 1.00$	$p_{22} =$			
$p_1 =$	$p_{11} =$			
$p_2' =$	$p_{22}' =$			
$p_1' =$	$p_{11}' =$			

DATOS DEL TERRENO

Profundidad del Cimiento _____ m Fatiga _____ kg/cm² Clasificación (_____)

NOTAS: I = Tiempo

COMENTARIOS

COMENTARIOS

Con las cifras obtenidas en el cálculo del proyecto geométrico se elaboran los proyectos constructivos correspondientes, en los cuales además de los valores mencionados, se anotan -- aquellos datos que se consideran sean necesarios para llevar a cabo con un mínimo de problemas, la construcción de la -- obras.

En general los datos que se consideran son necesarios además de los obtenidos en el proyecto geométrico que son: Localización y elevación de los niveles fijados en el campo, descripción y localización del banco de nivel empleado como referencia, cantidad y tipos de materiales con que se construirá la -- obra, clasificación del terreno, descripción y fatiga de trabajo del material sobre el que se hará el desplante, tipo de carga que puede transitar sobre la estructura sin ocasionarle daños. Especificaciones para la construcción, elevaciones auxiliares. Las especificaciones vigentes para la construcción de alcantarillas son las fijadas por la SAHOP 1974, que dicen como título: ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION PARTE TERCERA (Cuarta Edición) DE 1974

A continuación se presentan dos capítulos de especificaciones - de Alcantarillas tubulares de concreto, Cap. XXVII y Cap. XXVI Alcantarillas de Lámina corrugada de acero.

CAPITULO XXVI

ALCANTARILLAS DE LAMINA
CORRUGADA DE ACERO

26-01 DEFINICION

26-01.1 Las que se construyen con una (1) o varias líneas de tubos o arcos de lámina corrugada de acero, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y o lo ordenado por la Secretaría.

26-02 REFERENCIAS

26-02.1 Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Alcantarillas de Lámina Corrugada de Acero y que son tratados en otros capítulos de estas Especificaciones, conceptos que deberán sujetarse, en lo que corresponda, a lo indicado en las cláusulas de Materiales, Ejecución, Medición y Base de Pago, que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION

CONCEPTOS RELATIVOS A ESTE CAPITULO	PARTE	MATERIALES	EJECUCION	MEASURA	BASE DE PAGO
Excavaciones para cimentar las alcantarillas, los estribos, y los muros de anclaje y de cabeza.	SEGUNDA Y TERCERA	9-03	18-01	18-05	18-06
Rellenos, incluyendo los colchones de protección.	SEGUNDA Y TERCERA	9-03	19-01	19-05	19-05
Mampostería en estribos, muros de anclaje y de cabeza.	TERCERA	20-03	20-01	20-05	20-06
Concreto hidráulico en estribos, muros de anclaje y de cabeza.	TERCERA	22-03	22-01	22-05	22-06
Acero de refuerzo para concreto en estribos, muros de anclaje y de cabeza.	TERCERA	23-03	23-01	23-05	23-06
Acatres de los materiales.	TERCERA		42-01	42-05	42-06

20-03 MATERIALES

20-03.1 Salvo indicación en contrario del proyecto y/o de la Secretaría, no se emplearán tubos con diámetro menor de setenta y cinco (75) centímetros en la construcción de alcantarillas.

20-03.2 El tubo o el arco podrá formarse con una (1) o más placas ensambladas o remachadas.

20-03.3 Las dimensiones, forma y número de placas, calibre de lámina, recubrimiento adicional, bandas de acoplamiento, remaches, pernos, grapas y demás características, serán fijados en el proyecto y/o ordenados por la Secretaría.

 PARTE TERCERA

26-03.4 Las láminas de metal base estarán galvanizadas en ambas caras.

26-03.5 Cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la Secretaría, la lámina galvanizada deberá tener un recubrimiento adicional para protegerla contra la erosión o la corrosión, consistente en una doble capa de cemento asfáltico, aplicada por el procedimiento de inmersión. El asfalto deberá ser del tipo oxidado y aplicarse a una temperatura comprendida entre noventa y dos grados centígrados (92°C) y noventa y seis grados centígrados (96°C). El espesor final del recubrimiento de doble capa asfáltica será como mínimo de uno punto tres (1.3) milímetros y como máximo de uno punto siete (1.7) milímetros.

26-01 EJECUCION

26-01.1 Los tubos o arcos que se empleen en la construcción de las alcantarillas, estarán formados por secciones armadas y unidas entre sí, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría.

26-01.2 Las secciones ensamblables se armarán como se indica a continuación:

- A) En tubos de diámetro de noventa y un (91) centímetros o menor, con grapas especiales galvanizadas, de diámetro mínimo de siete punto nueve (7.9) milímetros.
- B) En tubos de diámetro de ciento siete (107) centímetros o mayor, con pernos galvanizados de gancho y ojo, de diámetro mínimo de nueve punto cinco (9.5) milímetros.
- C) En tubos o arcos de placas múltiples, con pernos galvanizados de diecinueve (19) milímetros de diámetro.

26-01.3 Los tramos de tubo formados con secciones remachadas se unirán con bandas de acoplamiento galvanizadas, de metal base igual al de las secciones por unir y calibre igual o un número inferior, al calibre del tubo, excepto cuando los tubos por unir sean de lámina calibre dieciséis (16), en

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION

cuyo caso el calibre de la banda no será inferior al dieciséis (16). Las bandas se sujetarán con pernos de acero de alta resistencia.

26-01.4 La excavación para las alcantarillas deberá ser hecha con las dimensiones y niveles fijados en el proyecto y o ordenados por la Secretaría. Se observarán las siguientes recomendaciones:

- A) La excavación deberá tener un ancho igual al diámetro del tubo más una holgura de cincuenta (50) centímetros a cada lado, que permita la compactación del material de relleno de acuerdo con lo indicado en el inciso 19-01.6. Se procurará que las paredes de la excavación sean tan cercanas a la vertical como el terreno lo permita.
- B) El fondo de la excavación en que asiente el tubo deberá estar exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades.
- C) Cuando no se pueda perfilar la excavación para asentar adecuadamente la alcantarilla, la excavación deberá llevarse hasta una profundidad de veinte (20) centímetros abajo del nivel fijado para la plantilla y esta excavación excedente se rellenará con material adecuado, compactado al noventa por ciento (90%), para asentar los tubos.
- D) Cuando al nivel de desplante fijado en el proyecto no se encuentre terreno resistente, se reemplazará el material de suelo por material adecuado, compactado al noventa por ciento (90%), hasta la profundidad y en la forma ordenadas por la Secretaría.
- E) Cuando haya agua corriente o filtraciones, durante la colocación de los tubos el agua deberá desviarse temporalmente, ya sea por medio de canales, por bombeo o por otro procedimiento, para obtener una superficie de apoyo satisfactoria a juicio de la Secretaría.

26-01.5 Cuando se usen tubos, se armarán, colocarán y troquelarán, de acuerdo con lo fijado en el

PARTE TERCERA

proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría. Se observarán las siguientes recomendaciones:

- A) Los tubos se colocarán de manera que, en sus traslapes transversales, el extremo del tubo al que le corresponda la parte exterior del traslape, quede hacia aguas arriba, para evitar filtraciones y obstrucciones al flujo del agua.
- B) Los tramos de tubo se colocarán sobre la superficie de desplante en tal forma que los traslapes longitudinales queden en los costados y nunca en la parte superior e inferior.
- C) Cuando se requieran bandas de acoplamiento para unir los tramos de los tubos, éstas se fijarán sólidamente una vez que los tramos estén en el lugar indicado en el proyecto y/o ordenado por la Secretaría.
- D) En los tubos circulares de ciento veintidós (122) centímetros de diámetro o mayores, que vayan a recibir colchones de siete cincuenta (7.50) metros o mayores, se aumentará el diámetro vertical en un cinco por ciento (5%) antes de iniciarse el relleno, cuando los tramos del tubo estén formados por dos (2) secciones ensamblables; y en un tres por ciento (3%), cuando se trate de tubos formados por placas múltiples remachadas. Para tal objeto, los tubos se troquelarán empleando largueros, tornapuntas, alambres, tensores, cuñas de madera y gatos. Este troquelamiento se retirará cuidadosamente, en terraplenes compactados, una vez terminados; y en terraplenes sin compactar, treinta (30) días después de haberlos terminado, excepto cuando se prevean fuertes avenidas que obliguen a retirarlo de inmediato. Los tubos abovedados no requieren troquelamiento, salvo indicación en contrario de lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría.

10-01.6 Los rellenos de las excavaciones se harán de acuerdo con lo fijado en la cláusula 10-01, dando especial cuidado en que la colocación del

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION

material en los costados del tubo, se realice en forma simétrica hasta una altura de las tres cuartas ($\frac{3}{4}$) partes del diámetro, como mínimo. El material que se use como relleno deberá ser compactable, estar exento de raíces, troncos y otras materias orgánicas; asimismo, deberá ser previamente aprobado por la Secretaría.

26-01.7 Cuando la colocación de los tubos se haga sobre el terreno natural, antes de la construcción del terraplén se procederá como se indica a continuación:

- A) Se conformará el terreno para acondicionar la superficie de desplante, que deberá estar exento de raíces, piedras salientes, oquedades y otras irregularidades, para obtener los niveles fijados en el proyecto y/o ordenados por la Secretaría.
- B) Una vez colocado el tubo se procederá a protegerlo simultáneamente a los lados, por capas compactadas en espesores no mayores de veinte (20) centímetros, como lo fija el proyecto y/o lo ordene la Secretaría, para formar una sección trapezoidal con base inferior de seis (6) diámetros, base superior de un (1) diámetro y altura de una y media ($1\frac{1}{2}$) veces el diámetro del tubo. El material que se use como relleno deberá cumplir los requisitos indicados en el inciso 26-01.6.

26-01.8 En los tubos no deberán utilizarse secciones o placas abolladas, deformadas o con raspaduras que hayan deteriorado su galvanizado y/o recubrimiento, evitando en su colocación el dejarlos caer, arrastrarlos o rodarlos sobre terreno pedregoso.

26-01.9 Los tubos deberán anclarse únicamente cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la Secretaría.

26-01.10 Cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la Secretaría, los extremos de la alcantarilla se protegerán con muros de cabeza.

 PARTE TERCERA

26-01.11 Cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la Secretaría, el interior de los tubos en su tercio inferior se protegerá llenando los valles y cubriendo las crestas de las corrugaciones con un mortero asfáltico, para dejar una superficie tersa y resistente.

26-05 MEDICION

26-05.1 La tubería o el arco se medirá ya colocado, a lo largo de la clave, tomando como unidad el metro, para cada diámetro en los tubos circulares o claro y flecha en los tubos abovedados y arcos, de acuerdo con el tipo y calibre de la lámina.

26-06 BASE DE PAGO

26-06.1 La tubería o el arco se pagará al precio fijado en el contrato para el metro de cada diámetro en los tubos circulares o claro y flecha en los tubos abovedados y arcos, de acuerdo con el tipo y calibre de la lámina. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición; materiales para troquelar; cargas, transportes, descargas y almacenamientos, para los distintos materiales; acondicionamiento de la superficie de desplante; armado, colocación, troquelado y su remoción; protección del fondo cuando se indique; y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

26-06.2 La tubería o el arco, por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro de cada diámetro en los tubos circulares o claro y flecha en los tubos abovedados y arcos, de acuerdo con el tipo y calibre de la lámina. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición; materiales para troquelar; cargas, transportes, descargas y almacenamientos, para los distintos materiales; acondicionamiento de la superficie de desplante; armado, colocación, troquelado y su remoción; protección del fondo cuando se indique; los demás materiales y operaciones, necesarios para la ejecución del trabajo; y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

CAPITULO XXVII**ALCANTARILLAS TUBULARES
DE CONCRETO****27-01 DEFINICION**

27-01.1 Las que se construyen con una (1) o varias líneas de tubos de concreto, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría.

27-02 REFERENCIAS

27-02.1 Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Alcantarillas Tubulares de Concreto y que son tratados en otros capítulos de estas Especificaciones, conceptos que deberán sujetarse, en lo que corresponda, a lo indicado en las cláusulas de Materiales, Ejecución, Medición y Base de Pago, que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION

CONCEPTOS RELATIVOS A ESTE CAPITULO	PARTE	MATERIALES	EJECUCION	MEDICION	BASE DE PAGO
Normas para los tubos de concreto y los materiales empleados en su fabricación.	OCTAVA	07-02 y 07-03			
Excavaciones para cimentar las alcantarillas, muros de anclaje y de cabeza.	SEGUNDA Y TERCERA	0-03	18-01 y 20-04	18-05	18-06
Relleno, incluyendo los colchones de protección.	SEGUNDA Y TERCERA	0-03	10-01 y 20-04	10-05	10-06
Colocación de los tubos sobre el terreno.	TERCERA		20-04		
Anclaje de tubos según la pendiente del terreno.	TERCERA		20-04		
Protección de los extremos de las alcantarillas con muros de cabeza y/o de anclaje, de mampostería de tercera clase o de concreto hidráulico.	TERCERA		20-01 22-04 y 20-04	20-05 y 22-05	20-06 y 22-06
Acero de refuerzo para concreto en muros de anclaje y/o de cabeza.	TERCERA	23-03	23-04	23-05	23-06
Acatres de los tubos o de los materiales empleados en la fabricación de los mismos.	TERCERA		42-04	42-05	42-06

BIBLIOTECA CENTRAL

PARTE TERCERA

27-03 MATERIALES

27-03.1 Las dimensiones y demás características, así como el procedimiento de fabricación de los tubos, serán fijados en el proyecto y/o ordenados por la Secretaría.

27-03.2 Salvo indicación en contrario del proyecto y/o de la Secretaría, no se emplearán tubos con diámetro menor de setenta y cinco (75) centímetros en la construcción de alcantarillas.

27-01 EJECUCION

27-01.1 Las juntas serán del tipo de macho y campana o de macho y hembra, según lo fije el proyecto y/o lo ordene la Secretaría. Al colocarse los tramos de tubo deberán sellarse las juntas y, en su caso, las perforaciones para el manejo, con mortero de cemento y arena, en proporción uno a dos (1:2) o como lo indique el proyecto, para formar un ducto continuo y firme, sin filtraciones y con superficie interior lisa y uniforme.

27-01.2 Todos los tubos se colocarán con el macho en posición aguas abajo y al instalarlos se procederá de abajo hacia arriba, siguiendo la pendiente fijada en el proyecto.

27-01.3 En la fabricación y manejo de los tubos el Contratista se obligará a:

- A) Facilitar el acceso a la planta, para que el personal que fije la Secretaría, verifique el cumplimiento del proyecto, los procedimientos de construcción y efectúe el muestreo y las pruebas que se consideren necesarias.
- B) Tomar todas las precauciones en los transportes, almacenamientos, maniobras y colocación de los tubos, para evitar que éstos sean dañados. La reposición y/o reparación de los tubos dañados serán por cuenta del Contratista.

27-01.4 No deberán colocarse tubos agrietados o

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION

aquellos desportillados que, a juicio de la Secretaría, no permitan la construcción de una junta estanca.

27-01.5 El Contratista deberá retirar de la obra los tubos rechazados por la Secretaría.

27-05 MEDICION

27-05.1 La tubería se medirá ya colocada, a lo largo de la clave, tomando como unidad el metro, para cada tipo y diámetro interior de los tubos.

27-06 BASE DE PAGO

27-06.1 La tubería de concreto se pagará al precio fijado en el contrato para el metro de tubo, para cada tipo y diámetro. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición o de fabricación; cargas, almacenamientos y descargas de los tubos; materiales necesarios para su colocación; cargas, acarreos, descargas y almacenamientos de los tubos; acondicionamiento de la superficie de desplante; colocación, mortero de cemento y sellado de las juntas y, en su caso, de las perforaciones para el manejo; curado de las juntas; tubos para pruebas; y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

27-06.2 La tubería de concreto, por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro de tubo, para cada tipo y diámetro. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición o de fabricación; cargas, almacenamientos y descargas de los tubos; materiales necesarios para su colocación; cargas, acarreos, descargas y almacenamientos de los tubos; acondicionamiento de la superficie de desplante; colocación, mortero de cemento y sellado de las juntas y, en su caso, de las perforaciones para el manejo; curado de las juntas; tubos para pruebas; los transportes y los demás materiales y operaciones, necesarios para la ejecución del trabajo; y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

Las notas complementarias, en general se refieren a un mejora miento del funcionamiento hidráulico, pero tienen como consecuencia una construcción adicional a la estructura en sí.

Los demás datos adicionales se proporcionan para facilitar la construcción, con el objeto de hacer más clara la exposición de los ejemplos presentados con anterioridad y por simplicidad, se emplearon para los cálculos y proyectos constructivos, machotes usados por la oficina de alcantarillado y estructuras menores del Departamento de Vías Terrestres de la (SAHOP).

Los problemas que suelen presentarse en la construcción de -- obras de arte para caminos son muy variados, por lo que en general es muy difícil preverlos.

Para la construcción de estructuras de este tipo, se necesita gente experimentada, ya que debe tener experiencia en trabajar concreto, colocación de varilla, vibrado, etc., debido al lugar donde se construye el tamaño de la obra y lo esparcidos de estas a lo largo del camino, éste constituye un problema de importancia, el cual puede solucionarse en gran parte mediante una buena programación. Existen algunas regiones donde escasea un determinado tipo de material, esto representa un problema, si el tipo de estructura elegido debe construirse en una forma predominante con dicho material, si no se puede sustituir por otro material que tenga casi las mismas características, entonces se tendrá que traer desde donde se encuentre, esto traerá como consecuencia un encarecimiento de la obra.

Dada la poca importancia estructural que se concede a este tipo de obras, los sondeos que se efectúan no son realizados a conciencia, esto puede acarrear tres problemas:

- a) Que a la elevación del desplante de proyecto no se presente la fatiga de trabajo necesario,
- b) Que antes de alcanzar dicha elevación se presente un extracto constituido de rocas,
- c) Que el nivel de aguas freáticas se encuentre antes de la elevación de desplante indicado.

El primer problema se soluciona profundizando hasta tener la fatiga deseada; esto tendrá como consecuencia el tener que proyectar una obra de mayores dimensiones o bien la construcción de canales de entrada y salida con el objeto de alterar lo menos posible el funcionamiento hidráulico.

El segundo problema podrá solucionarse desplantando a un nivel superior al indicado en el proyecto, (Si el funcionamiento hidráulico lo permite). En caso contrario deberá contarse con la gente y equipo necesario para continuar la excavación con el consiguiente encarecimiento de la obra.

El tercer caso únicamente puede solucionarse mediante un equipo adecuado de bombeo para poder desplantar la cimentación, ocasionado por ello un costo mayor de la obra,

En aquellos casos en que se tenga una corriente permanente, la construcción debe efectuarse en forma semejante a la empleada en la construcción de presas, es decir por etapas y en épocas de estiaje.

En alcantarillas de tubo suele presentarse problemas como los siguientes:

- a) Un mal contacto del fondo del tubo con el suelo.
- b) Que el tubo se mueva cuando actúan las cargas.
- c) Que cuando descansa sobre un suelo formado por fragmentos de roca se produzcan concentraciones de esfuerzos.
- d) Que por error en el proyecto se carezca del colchón mínimo permisible.
- e) Que el suelo contenga sustancias que corroan el tubo, todos estos problemas se pueden resolver como:
 - a) Haciendo el fondo de la excavación en una forma apropiada para lograr un buen contacto, éste y el fondo del tubo.
 - b) Compactando en una forma adecuada el relleno lateral del tubo.
 - c) Proporcionando un lecho de apoyo entre el fondo del tubo y el suelo.
 - d) Profundizando el desplante la cantidad que sea necesaria o bien cambiar el tipo de obra
 - e) Proporcionar una protección adecuada entre el fondo del tubo y el suelo o bien emplear tubo de un material tal que no se vea afectado en las alcantarillas de losas, suelen presentarse agrietamientos de consideración, tanto en los estribos como en la losa, lo que puede ocasionar que falle la estructura.

Los problemas anteriores pueden evitarse; colocando el material de relleno en los respaldos hasta que la losa tenga un mínimo de 7 días de colocada, ya que con esto los empujes laterales son absorbidos por toda la estructura y no únicamente por los estribos.

El agrietamiento en la losa, se produce por un mal armado, un curado defectuoso, etc., en otras ocasiones por una mala compactación del colchón.

Esto puede ser evitado mediante una supervisión cuidadosa y una compactación por capas de espesor adecuado y material clasificado.

En las alcantarillas de bóveda, los problemas que suelen presentarse son:

- a) Que la obra carezca del colchón mínimo permisible.
- b) El cuerpo de bóveda tienda a cerrarse; estos problemas se eliminan;

- a) Profundizando el desplante, lo cual acarrea como consecuencia el tener que proyectar canales de entrada y salida para evitar un mal funcionamiento.
- b) Colocando los rellenos laterales simétricamente hasta que se haya colocado la clave y compactandolos en forma adecuada, en este tipo de obra es frecuente la falta de cuidado al colocar el relleno sobre la bóveda en sí.

Lo cual tiene como consecuencia la falla de la estructura, evitándose esto mediante una buena supervisión.

Es del dominio general, que los estudios geológicos, topográficos, etc, presedentes al proyecto de un puente se realizan en forma exhaustiva debido a la importancia e inversión que representa la obra, en cambio los estudios que se realizan para proyectar el alcantarillado, se pueden considerar superficiales, ya que no se toma en cuenta factores tales como intensidad de la precipitación, tiempo de concentración, forestación, posibles cambios futuros en el área, etc, haciéndo notar que aproximadamente el número de alcantarillas por km. es de 5 y de puentes uno por cada 5 kilómetros, veremos que se proyectan 25 alcantarillas por cada puente y dado la gran diferencia en realizar los estudios las posibilidades de error aumentan considerablemente.

El fracaso de una alcantarilla por pequeña que esta sea trae aparejada la interrupción del tránsito o como mínimo la falta de seguridad de este, existe una tendencia muy marcada para emplear en el cálculo del área hidráulica de la alcantarilla como: fórmulas empíricas y sobre todo la de (Talbot), de la simplicidad puede decirse que la mayoría de las alcantarillas existentes han sido proyectadas mediante dicha fórmula, pero desgraciadamente no se cuenta con estadísticas del funcionamiento que han observado por lo que a ciencia cierta no se puede juzgar si es o no necesario modificar el coeficiente de esta fórmula, el hecho de que hace años se empleara este tipo de fórmulas es excusable ya que, en esa época no se contaba con:

- a) Suficientes datos de intensidad pluvial, a los que estadísticamente hablando no se les podía conceder validez.
- b) El procedimiento de la fotogrametría.
- c) El procedimiento de aerofotogeológico dado que en la actualidad se cuenta con los datos y procedimientos antes mencionados, es necesario relegar a un segundo término el uso de fórmulas empíricas, para dar paso a procedimientos racionales tales como: Método de gasto unitario, Método de sección y pendiente, Método racional, etc., puesto que dichos métodos proporcionan resultados lógicos y comparables entre sí, lo que es muy útil ya que se disminuyen las posibilidades de error al calcular el área hidráulica necesaria y los resultados obtenidos son más dignos de crédito, haciendo uso de los métodos anteriormente expuestos se mejoraron en mucho,

Los estudios previos al proyecto se disminuyen las posibilidades de que el tránsito se vea afectado por los errores, al aprovechar el progreso alcanzado por la técnica actual, a través de los temas anteriores se ha tratado de exponer con la mayor posible, los problemas que representan proyectar un buen alcantarillado, los diferentes métodos que existen para solucionarlos, así como la gran importancia que tiene y debe concederse al proyecto de alcantarillado para caminos. ...

BIBLIOGRAFIA ..

	TITULO	AUTOR	AÑO
1	Manual de Alcantarillas y Drenaje	ARMCO	1939
2	Manual de Drenaje de Caminos	Salvador Mosqueira	1952
3	Proyecto Tipo de Obras de Drenaje para Carreteras	Dirección General - de Proyectos y Laboratorios, Departamento de Vías Terrestres	1963
4	Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras	Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas	1977
5	Especificaciones Generales de Construcción	Secretaría de Obras Públicas.- Parte tercera, Cuarta Edición	1972

BIBLIOTECA CENTRAL