

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

2ej  
138



---

OBRAS DE DRENAJE  
EN CAMINOS RURALES.

TRABAJO ESCRITO

Que Para Obtener el Título de:  
INGENIERO CIVIL  
P r e s e n t a:

ARTURO MIRANDA TREJO

México, D. F.

1983



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

	págs.
<b>CAPITULO I INTRODUCCION</b>	
1.1.- Generalidades -----	1
1.2.- Consideraciones hidrológicas aplicadas al estudio del drenaje -----	4
1.3.- Clasificación del drenaje -----	6
1.4.- Descripción de las obras de drenaje -----	8
 <b>CAPITULO II ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION.</b>	
2.1.- Objetivos -----	15
2.2.- Drenaje menor -----	16
2.3.- Drenaje mayor -----	19
2.4.- Mano de obra, materiales y carga de dise ño -----	21
 <b>CAPITULO III OBRAS TIPO</b>	
3.1.- Aplicación de los proyectos tipo -----	23
3.2.- Consideraciones en puentes -----	23
3.3.- Recomendaciones para losas de concreto para puentes -----	25
3.4.- Recomendaciones para la cimentación de las obras de drenaje -----	28
3.5.- Algunos proyectos tipo -----	28
 Conclusiones -----	 29
Bibliografía -----	30

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

## 1.1.- GENERALIDADES

El camino rural en México, cumple con la vital función de comunicar las pequeñas poblaciones del medio rural, constituyendo así el tercer nivel de la red caminera del país, indispensable para obtener un óptimo aprovechamiento de las inversiones en los otros dos niveles: carreteras federales y redes estatales.

La justificación de sus especificaciones particulares de proyecto, se encuentran en los bajos volúmenes de tránsito, el reducido número de habitantes de los poblados que comunica y la necesidad de abatir los costos de proyecto, construcción y conservación. Debe considerarse en el estudio de factibilidad que el camino puede con el tiempo convertirse en principal.

Por lo anterior, se considera de importancia fundamental, que cuente con drenaje con características óptimas en cuanto al proyecto, que garantice la comunicación permanente y la economía en su construcción, conservación y su posible crecimiento futuro.

Uno de los elementos que mayores problemas causa a los caminos, si no el que más, es el agua, ya que en general provoca la disminución de la resistencia de los suelos, por lo que se presentan fallas en terraplenes y cortes. Lo anterior, debe conducir a resolver el drenaje de tal forma, que el agua se aleje lo más pronto posible de la obra. En consecuencia, podría decirse que el drenaje es el alma del camino.

Lo anterior es de particular importancia para los caminos rurales, ya que éstos no cuentan con una superficie de rodamiento impermeable ni cunetas revestidas generalmente, por lo que los materiales de que están contruidos, están más sujetos al ataque del agua. Es por ello, que en estos caminos, se requieren estudios cuidadosos del drenaje y los ingenieros-proyectistas deben tener amplios conocimientos en la materia para que estas obras cumplan con la misión para la cual fueron programadas.

El agua de lluvia, al caer sobre la superficie terrestre, tiene varios destinos: puede escurrir superficialmente, infiltrándose al subsuelo o evapotranspirándose. El agua que escurre superficialmente se va uniendo, forma pequeños escurrideros que posteriormente serán arroyos y finalmente ríos.

Al construirse un camino, generalmente se corta el escurrimiento natural, permitiéndose el paso del agua sólo en los sitios elegidos por el proyectista, en los que se construirán obras que permitan alejar el agua del camino, lo más pronto posible. De esta manera, el agua que antes de la construcción del camino corría libremente, deberá canalizarse adecuadamente para concentrarse en las obras indicadas en el párrafo anterior, lo que da origen a las obras de captación y a las de conducción. En resumen, al construirse un camino, se modifican las condiciones del escurrimiento en las zonas que atraviesa, lo que puede ser causa de diversos problemas tales como erosiones, depósitos, inundaciones, etc.

Por otro lado, las características de la cuenca se verán alteradas al construirse el camino, pues éste, al provocar el desarrollo económico de su zona de influencia, propiciará modificaciones al uso de la tierra; así por ejemplo en una zona que antes era boscosa, se llevarán a cabo desmontes que alterarán la rapidez de concentración del agua, lo que aumentará la erosión de la cuenca y propiciará la acumulación de azolves aguas abajo.

Así mismo, al construirse el camino, el agua que se infiltra al camino tiende a aflorar por los taludes y la cama del mismo dañando su estabilidad, por lo que es necesario cortar los flujos o profundizar el nivel de las aguas freáticas.

El estudio del drenaje, debe iniciarse desde la elección de la ruta, de ser posible utilizando las pendientes máximas permisibles y tratando de aprovechar los parteaguas en donde el drenaje será mínimo. Así mismo se deberá elegir la zona que provoque menos problemas de escurrimiento.

Cuando los caminos se localizan en las laderas de las serranías, el drenaje aumenta, sin embargo, las cunetas y los escurrideros están generalmente bien definidos; es sin embargo, en terrenos planos en donde se pueden tener mayores problemas de drenaje ya que a menudo ni las cuencas ni los escurrideros están bien definidos.

Si desde la etapa de elección de la ruta, no se elige la zona más adecuada, se tendrán problemas durante la vida del camino aumentándose incesantemente los costos de conservación, es por ello que aunque los caminos sean de corta longitud es necesario se efectúen reconocimientos que pueden ser a pie o a lomo de bestia. Cuando la longitud del camino por construir o rehabilitar ya es importante, los primeros reconocimientos se harán en avioneta o helicóptero, sin descartar el uso de fotografías aéreas que están a disposición de los proyectistas. Se puede decir que de una buena elección de la ruta depende el éxito del proyecto.

Durante las etapas de anteproyecto, si las hay, o en la etapa de proyecto definitivo, se hará el estudio detallado del drenaje y los defectos de una mala elección de ruta, se reflejarán en estas etapas y posteriormente en la construcción y operación del camino.

### 1.2.- CONSIDERACIONES HIDROLOGICAS APLICABLES AL ESTUDIO DEL DRENAJE.

Los factores que afectan el escurrimiento del agua son:

- a).- Cantidad y tipo de precipitación.
- b).- Ritmo de precipitación.
- c).- Tamaño de la cuenca.
- d).- Declive superficial.
- e).- Permeabilidad de suelos y rocas.
- f).- Condiciones de saturación.
- g).- Cantidad y tipo de vegetación.

Con relación a la cantidad y tipo de precipitación, se debe tener en cuenta la cantidad de agua que cae al año, y si es en forma de aguacero o de lluvia fina durante períodos -- largos.

El tamaño de área por drenar es importante ya que un agua cero puede abarcar la totalidad de una cuenca pequeña, pero si las cuencas son muy grandes, la lluvia puede caer sólo en partes de ella e infiltrarse bastante al escurrir sobre la -- zona no mojada; así mismo, la pendiente de la cuenca es im-- portante ya que el agua se concentrará más rápidamente a medida que la pendiente es mayor y a medida que la topografía-- permite cauces más directos.

Si la permeabilidad de los suelos y rocas es alta debido a su formación geológica como estratigrafía ó bien fractura--- ción por efectos climáticos entre otros, el escurrimiento es menor ya que una parte importante del agua se infiltrará.

En cambio en suelos con una saturación alta o con una cubierta de pastizales cerrada, el escurrimiento es mayor aunque el último caso puede ser lento.

En la actualidad, se cuenta con diferentes métodos hidrológicos para obtener el gasto que una cuenca puede aportar; estos métodos se clasifican en: empíricos, estadísticos y -- los basados en la relación lluvia-escurrimiento.



Los métodos empíricos, están basados en la experiencia de los proyectistas y en general requieren del conocimiento del tamaño de la cuenca considerada. Sin embargo las fórmulas -- que de estos se derivan, son solamente válidas para las zonas que tengan características similares a aquéllas para las cuales fueron desarrolladas; es por ello necesario que el -- proyectista aplique su buen juicio y experiencia.

Los métodos estadísticos son los que hacen uso de datos -- de precipitaciones y escurrimientos que se han registrado durante un largo tiempo y se basan en los gastos máximos anuales de la corriente de que se trate. Sin embargo, la mayoría de los estudios que se tienen son para corrientes muy importantes y no son aplicables a las cuencas pequeñas que en general cruzan los caminos, excepto para los que requieren -- puentes.

Por último, los métodos basados en la relación lluvia-escurrimiento, requieren de datos de precipitación, así como -- de algunas características de la cuenca en estudio, su aplicación esta limitada a cuencas pequeñas ya que estos métodos fueron desarrollados para áreas hasta el orden de 50 Km<sup>2</sup>.

De lo anterior se puede concluir que es necesario que los proyectistas y supervisores de caminos rurales tengan la suficiente experiencia y buen juicio para utilizar los coeficientes o ajustar los métodos empíricos en uso, a las diferentes zonas que puedan atravesar los caminos del país.

Además de los métodos hidrológicos, existen también métodos de campo para conocer el gasto de las corrientes, que aprovechan estrechamientos, cambios de pendiente, vertederos existentes, etc. El de aplicación más común por la disponibilidad de los datos que requiere, es el de sección y pendiente.

### 1.3.- CLASIFICACION DEL DRENAJE

El drenaje de caminos se clasifica en superficial y subterráneo, según que el escurrimiento se realice o no a través de la superficie o subsuelo.

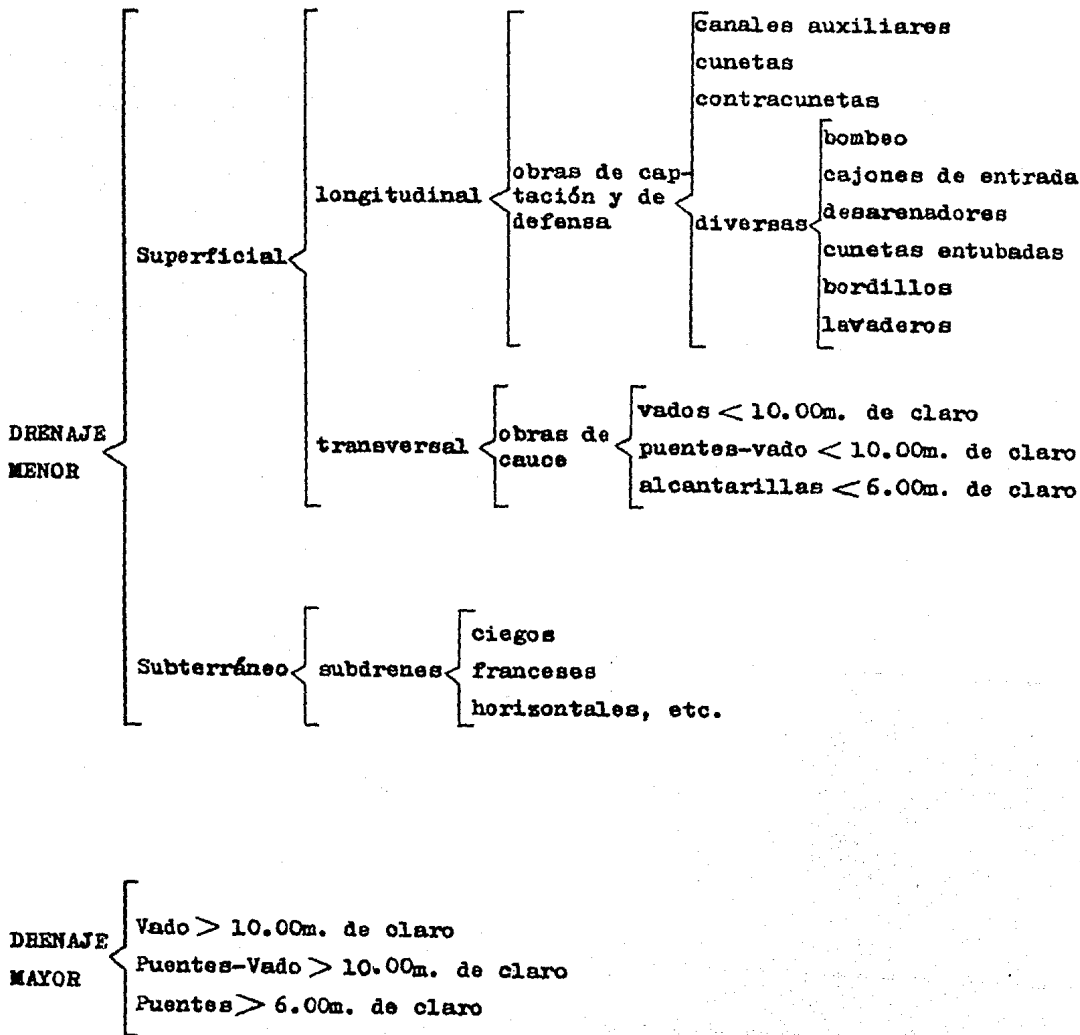
El drenaje superficial se clasifica, según la posición — que las obras guarden respecto al eje del camino, en longitudinal y transversal.

Las obras de drenaje longitudinal son aquellas que tienen por objeto captar los escurrimientos para evitar lleguen al camino o permanezcan en él, de tal manera que no le causen desperfectos y quedan comprendidos dentro de este tipo las cunetas, contracunetas, bordillos y canales de encauzamiento. Se llaman de drenaje longitudinal porque están situados más o menos en forma paralela al eje del camino.

Las obras de drenaje transversal son las que tienen por objeto dar paso expedito al agua que pasa de un lado a otro del camino, o bien, retirar lo más pronto posible el agua de su corona; quedan comprendidos en este tipo de drenaje los tubos, losas, cajones, bóvedas, lavaderos, vados, sifones invertidos, puentes y el bombeo de la corona.

De acuerdo a la dimensión del claro de las obras de drenaje transversal, se ha convenido dividir a éste en mayor y menor. El drenaje mayor es aquel que requiere obras con claros mayores a 6m. A las obras de drenaje mayor se les denomina puentes y a las de drenaje menor alcantarillas.

CLASIFICACION DEL DRENAJE



#### 1.4.- DESCRIPCION DE LAS OBRAS DE DRENAJE

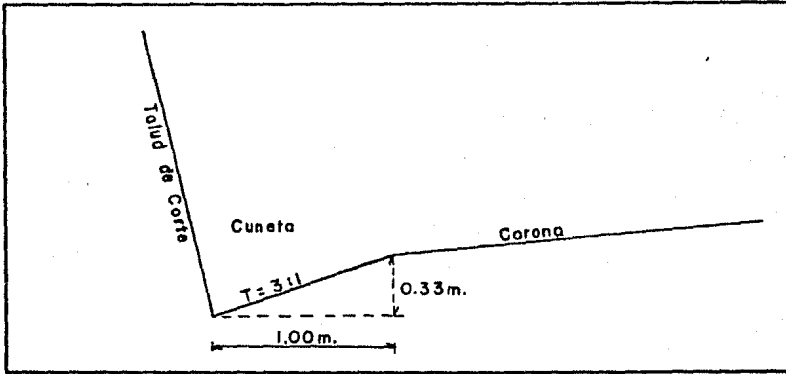
CUNETAS.- Son canales que se hacen a los lados de la cama del camino y tienen como función interceptar el agua que escurre de la corona, del talud de corte y del terreno natural adyacente, para conducirla hacia una corriente natural o a una obra transversal para alejarla lo más pronto posible de la zona que ocupa el camino.

Para calcular el área hidráulica de las cunetas, será necesario tomar en cuenta las diferentes características del área por drenar. Se ha considerado suficiente para la mayoría de los casos, la utilización de una sección transversal triangular cuya profundidad sea de 33 cm.; ancho de 1m. y taludes del lado de la corona de 3:1 y del lado del corte, la que corresponda según el material que se encuentre. La longitud de ellas no debe ser mayor a 250m.; si se sobre pasa esa cantidad, se deberá construir una obra de alivio, que permita disminuir esa longitud al captar y conducir fuera del camino el caudal de la cuneta hacia aguas abajo. La pendiente longitudinal mínima que debe existir en una cuneta es de 0.5 %. La velocidad con que el agua circule sobre ella debe quedar comprendida entre los límites de depósito y erosión, ambos indeseables.

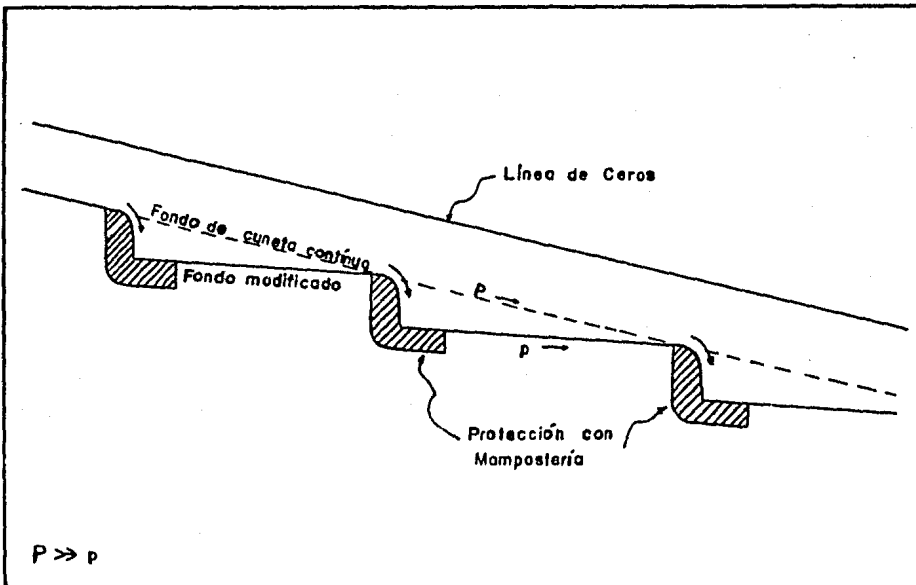
También se han usado secciones rectangulares y trapezoidales; sin embargo, en general no son muy estables y en segundo lugar, para caminos angostos, causan inseguridad a los usuarios y molestias en caso de caer en ellas. Por lo anterior, se acostumbra más el uso de las secciones triangulares que, por otro lado, son más fáciles de conservar con equipo-mecánico.

Con el fin de evitar que el agua se salga de las cunetas cuando el camino es sinuoso o que se produzca azolve en los cambios de pendiente longitudinal, debe procurarse que no haya cambios bruscos de velocidad, lo cual se logra mediante -

cambios de sección y transiciones adecuadas.



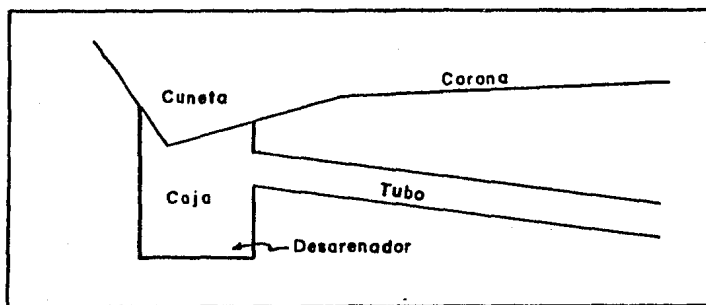
Cuando el material de las cunetas es erosionable, se deberá reducir la velocidad que alcanza el agua, disminuyendo la pendiente de la cuneta y provocando caídas para el fondo de la cuneta cuando esté por debajo de la subrasante o aumentando la sección del canal. Siempre deben revestirse, en caminos rurales se debe construir plantilla sobre la superficie de rodamiento con suelo cemento.



Gastos y velocidades en cunetas tipo con tirantes de 30 cm.  
para diferentes pendientes

Pendiente Longitudinal %	Velocidad m/seg.	Gasto m <sup>3</sup> /seg.
1	0.6	0.110
2	0.9	0.170
3	1.1	0.200
4	1.3	0.240
5	1.5	0.270
6	1.6	0.300
7	1.7	0.320
8	1.8	0.340
9	2.0	0.370
10	2.1	0.400

En la transición de las cunetas con las obras de alivio, con frecuencia se hace necesario construir otras auxiliares que pueden ser simples muros interceptores dentro de la sección de las cunetas o bien cajones de entrada con desarenadores que son los más ventajosos y recomendables.

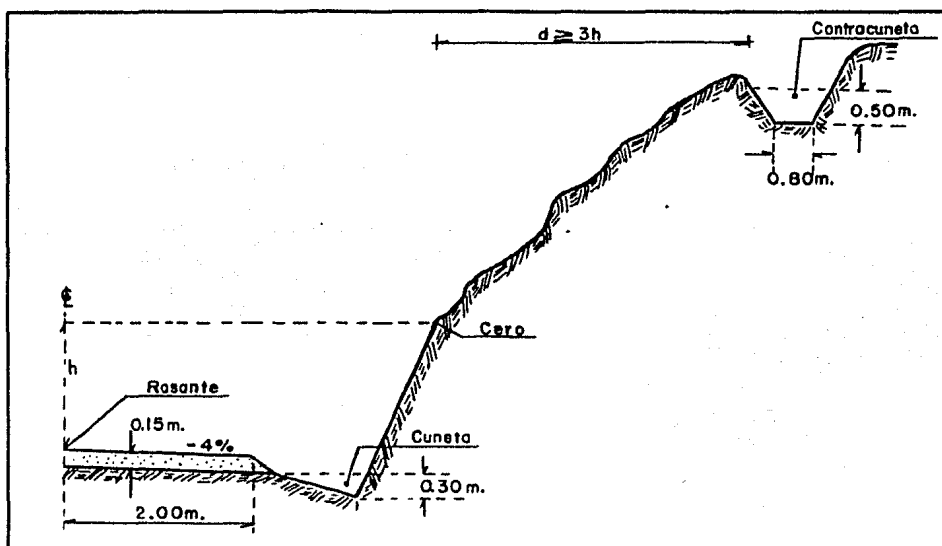


Estas obras tienen gran importancia en el funcionamiento de caminos rurales por lo que se debe tener especial cuidado en que se construyan con la sección completa y que durante la operación no se azolven con arrastres o derrumbes de los taludes adyacentes. Es decir requieren de una conservación constante.

**CONTRACUNETAS.**— Son zanjas que se construyen aguas arriba de los ceros de los cortes y tienen como finalidad interceptar el agua que escurre por las laderas y conducirla hacia alguna cañada inmediata o parte baja del terreno canalizando la hacia las obras, evitando que al escurrir por los taludes los erosione y que aumente el caudal de las cunetas.

Su construcción debe ser sólo en aquellas zonas en las que el escurrimiento debe ser transversal al camino y proveniente de alguna cuenca grande de tal manera que pudiera sobrepasarse la capacidad de la cuneta, para su localización y proyecto, se deberá tomar en cuenta tanto la formación geológica, la topografía y la cobertura vegetal y el tipo de suelo.

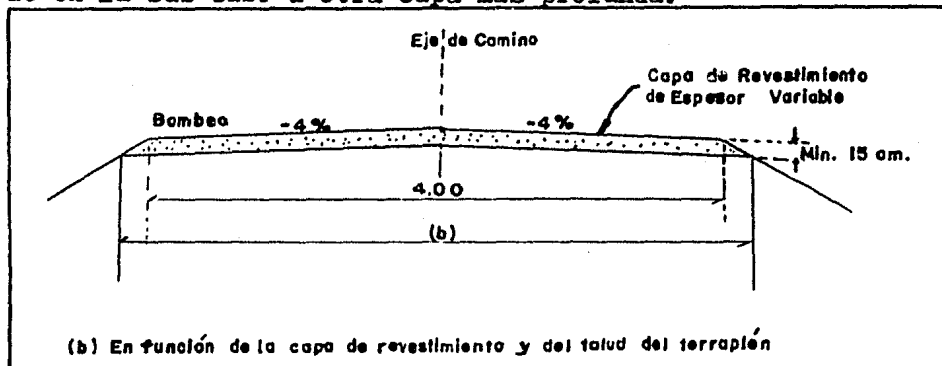
La sección de la contracuneta, generalmente es de forma trapezoidal y a fin de asegurar un buen funcionamiento se ha establecido, para este tipo de caminos, que las dimensiones sean de 0.80m. en la plantilla, 0.50m. de profundidad; el talud de aguas abajo será el suficiente para que no se derrumbe y el de aguas arriba deberá ser igual o mayor con el fin de evitar se erosione con el escurrimiento. El material que se extraiga se colocará aguas abajo dejando una berma de 50 cm. Siempre debe impermeabilizarse.



**CANALES DE ENCAUZAMIENTO.**— En terrenos sensiblemente planos, en donde el escurrimiento es de tipo torrencial y no existen cauces definidos, tal como sucede en algunas partes— del país, es necesario construir canales que intercepten el agua antes de que lleguen al camino y la conduzcan a sitios— previamente establecidos para construir una obra y efectuar— el cruzamiento.

**BOMBEO.**— consiste en proporcionar a la corona del camino, en las tangentes del trazo horizontal, una pendiente transversal del centro del camino hacia los hombros y su función— es la de dar salida expedita al agua que cae sobre la corona y evitar en lo posible que penetre en las terracerías.

En los caminos rurales, cuya corona está revestida, el — bombeo debe ser de 4% como máximo; pero con el fin de evitar erosión en los terraplenes en balcón y en la superficie de — rodamiento, cuando la pendiente longitudinal sea fuerte, se— podrá proporcionar a la corona una pendiente transversal con— tinua, hacia el lado de corte, hasta del 5% con objeto de de— salojar rápidamente el agua hacia la cuneta; en las seccio— nes en curva, el bombeo se superpone con la sobreelevación — necesaria, de manera que según se entra a la curva, esta úl— tima domina rápidamente, de manera que la pendiente transver— sal ocurre sin discontinuidades; la sobreelevación máxima se— rá del 10%. Por regla general, el bombeo debe darse en la ca— pa que represente un menor costo así pues es conveniente dar— lo en la sub-base ú otra capa más profunda.



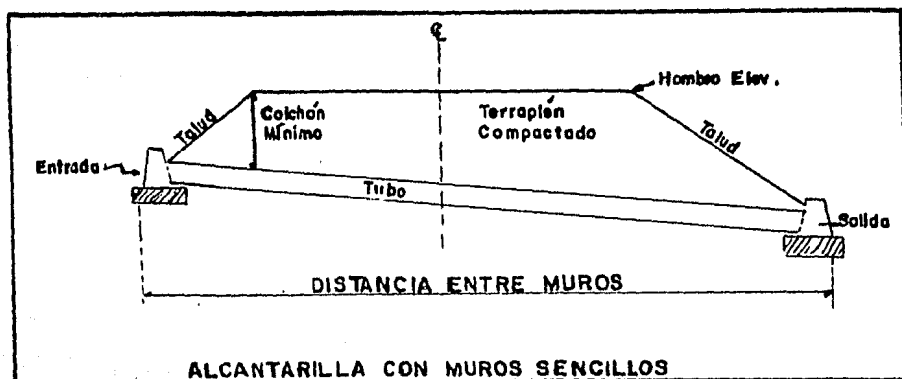


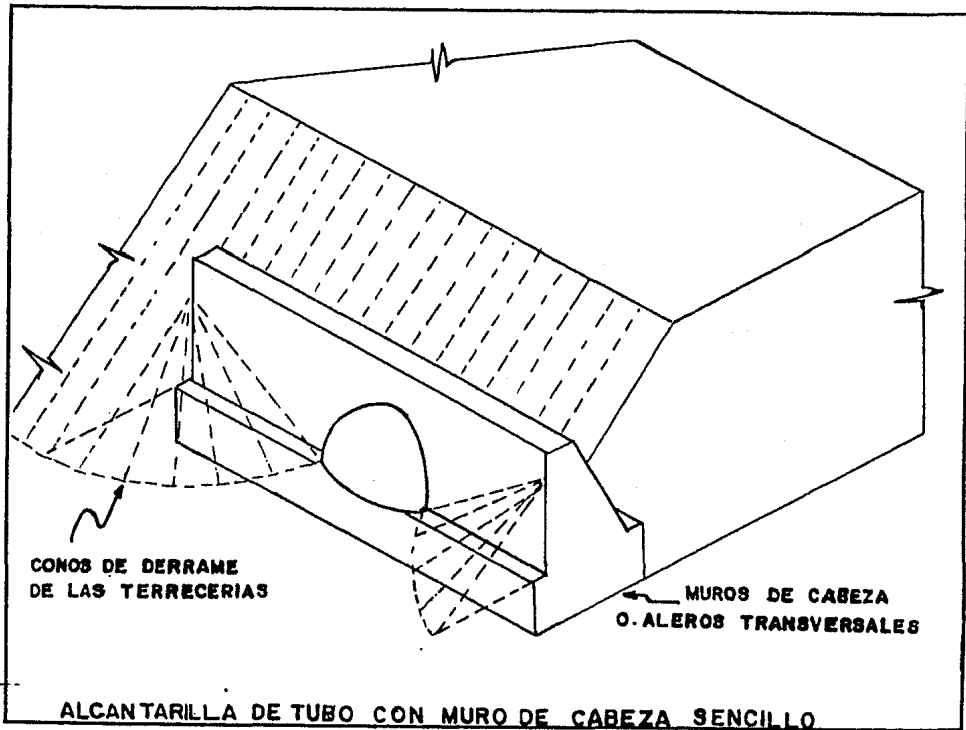
**VADOS.**- Son estructuras superficiales del camino en el cruce con un escurrimiento efímero o permanente de tirante pequeño. Tiene frecuente aplicación cuando se tienen corrientes de régimen torrencial que permiten el paso de vehículos la mayor parte del año y donde la interrupción del tránsito sea cuando más de 2 a 4 horas cuando ocurre una avenida.

Su configuración debe acercarse lo más posible a la del terreno natural para no alterar, sino en escala mínima, el régimen hidráulico y para la protección del vado mismo, en consecuencia, la elección de este tipo de obra es, en general, cuando se tienen cauces amplios y la rasante del camino es baja.

**ALCANTARILLAS.**- Son estructuras de forma diversa que tienen la función de conducir y desalojar lo más rápidamente posible el agua de las hondonadas y partes bajas del terreno que atraviesan el camino. Por la forma de su sección y el material de que están construidas, estas estructuras de drenaje menor pueden clasificarse en tubos, bóvedas, losas sobre estribos y cajones. Están siempre alojadas en el cuerpo de la terracería.

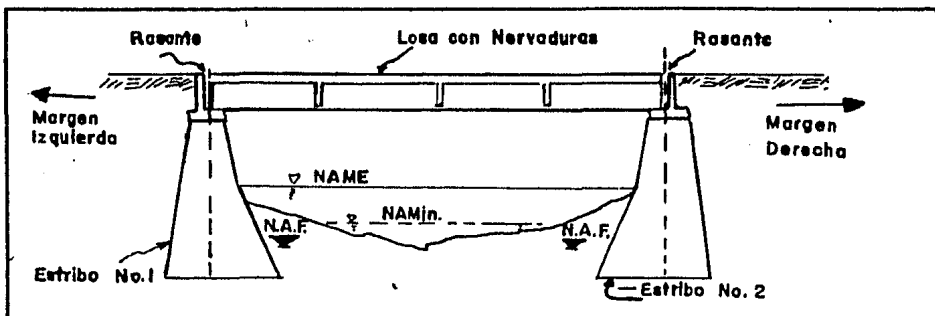
Cualquiera que sea el tipo de alcantarilla, el terraplén que se coloque sobre ella debe ser construido en capas de 15 a 20 cm. de espesor, compactadas, atacandose ambos lados simultáneamente hasta un espesor mínimo de 0.60m. en tuberías y 1.00m. en bóvedas a partir de la parte superior de la clave.





**PUENTES.**— Son estructuras mayores de 6.00 m. sin colchón, destinados al paso de una obra vial a través de una corriente de agua o de una depresión natural o artificial.

La localización de los cauces es de fundamental importancia, pues incide directamente en los proyectos y costos del puente a construir.



**C A P I T U L O   I I**

**ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION**

## 2.1.- OBJETIVOS

Las especificaciones actuales tratan de conformar una tecnología bien definida, que permite aportar soluciones a los problemas de los caminos rurales, considerando entre otros-- los objetivos siguientes:

- Caminos económicos en su construcción y conservación.
- Caminos susceptibles de mejorar sus especificaciones de proyecto a un bajo costo, de acuerdo a posibles incrementos en la demanda del tránsito.
- Formación de técnicos, con una preparación que permita solucionar los problemas a su debido tiempo y en forma conveniente dentro de los recursos existentes.

## Clasificación y características para Caminos Rurales

CONCEPTO		UNIDAD	CARRETERA TIPO "E"					
T.D.P.A. En el horizonte del proyecto		Veh./día	Hasta 100					
Tipo de terreno								
montañoso								
lomerío								
plano								
Velocidad de proyecto		Km./hr.	30	40	50	60	70	
Distancia de visibilidad de parada		m.	30	40	55	75	95	
Distancia de visibilidad de rebase		m.	-	-	-	-		
Grado máximo de curvatura		o	60	30	17	11	75	
Curvas Verticales	K	cresta	m/%	4	7	12	23	36
		columpio	m/%	4	7	10	15	20
	longitud mínima	m	20	30	30	40	40	
Pendiente gobernadora		%	9	7				
Pendiente máxima		%	13	10	7			
Ancho de calzada		m.		4.00				
Ancho de corona		m.		4.00				
Bombeo		%		4				
Sobre elevación máxima		%		10				

## DRENAJE:

Es conocida la importancia del drenaje para la vida de un camino. Si la etapa constructiva del camino rural se termina a nivel de revestimiento y sus terraplenes no se compactan-- como es el caso de los Caminos Rurales, esta importancia es vital.

### 2.2.- DRENAJE MENOR

Las obras de drenaje más comunes son las superficiales y sólo en casos especiales se utilizará el drenaje subterráneo. Como ya se menciona anteriormente, el drenaje superficial se subdivide en longitudinal y transversal.

**Drenaje transversal:** Son las obras más importantes y en este grupo están las alcantarillas. El procedimiento para determinar la ubicación, número y dimensiones es el siguiente:

- Observar la solución al drenaje en caminos de la región.
- Utilizar la tabla anexa basada en la fórmula de Talbot- que nos indica el área hidráulica de la alcantarilla.

**Drenaje longitudinal:** Obras de drenaje longitudinal como cunetas y bombeo van implícitas en el proyecto de la sección.

Las contracunetas merecen una mención especial, ya que se ha observado que en muchos casos se han construido sin justificación, por lo que debe existir un estudio previo a su construcción, que se normará por la precipitación pluvial de la región y el área por drenar; hay que cuidar siempre la distancia en que se ubican con respecto a los taludes de los cortes, con el fin de no provocar filtraciones que afecten la estabilidad de la sección.

Por lo que respecta a los vados considerados dentro del drenaje menor, son muy recomendables en terrenos planos donde la subrasante es baja, la precipitación pluvial es escasa y las crecientes son de corta duración.

El procedimiento de campo para el estudio de las obras de drenaje, es el siguiente:

- Ubicar el sitio de la obra.
- Trazar y nivelar el eje de la obra posteriormente elaborar el proyecto.

Fórmula de Talbot:  $a = 0.1832 C A^{3/4}$ , donde:

a= Área hidráulica que deberá tener la alcantarilla (m<sup>2</sup>)

A= Superficie por drenar (Ha.)

C= Coeficiente de rugosidad según la naturaleza del terreno

C	Naturaleza del terreno
0.2	Plano
0.3	Casi plano
0.4	Poco ondulado
0.5	Muy ondulado
0.6	Con lomerío suave
0.8	Con lomerío fuerte
1.0	Montañoso y escarpado

A	Área Hidráulica (a), en función de la superficie A y C						
	C=0.2	C=0.3	C=0.4	C=0.5	C=0.6	C=0.8	C=1.00
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.12	0.18	0.25	0.31	0.37	0.49	0.61
10	0.21	0.31	0.41	0.52	0.62	0.82	1.03
15	0.28	0.42	0.56	0.70	0.84	1.12	1.40
20	0.35	0.52	0.69	0.87	1.04	1.39	1.73
25	0.41	0.61	0.82	1.02	1.23	1.64	2.05
30	0.47	0.70	0.94	1.17	1.41	1.88	2.35
35	0.53	0.79	1.05	1.32	1.58	2.11	2.64
40	0.58	0.87	1.17	1.46	1.75	2.33	2.91
45	0.64	0.95	1.27	1.59	1.91	2.55	3.18
50	0.69	1.03	1.38	1.72	2.07	2.78	3.44
55	0.74	1.11	1.48	1.85	2.22	2.96	3.70
60	0.79	1.18	1.58	1.97	2.37	3.16	3.95
70	0.89	1.33	1.77	2.22	2.66	3.55	4.43
80	0.98	1.47	1.96	2.45	2.94	3.92	4.90
90	1.07	1.61	2.14	2.68	3.21	4.28	5.35
100	1.16	1.74	2.32	2.90	3.48	4.63	5.79
110	1.24	1.87	2.48	3.11	3.73	4.98	6.22
120	1.33	1.99	2.66	3.32	3.99	5.31	6.64

En conclusión, debe tenerse presente que en la elección del tipo de obra intervienen la adecuada funcionalidad hi--

dráulica y estructural; por otra parte, es de orden económico y está condicionado a los siguientes factores:

- a) altura del terraplén.
- b) forma de la sección en el cruce.
- c) capacidad de sustentación del terreno.
- d) materiales de construcción disponibles en la región.
- e) tipificación de las obras y dimensiones.

En relación a la altura del terraplén, cuando la subrasante ya está definida, se deberá tomar en cuenta que tubos y bóvedas requieren de un colchón mínimo de terraplén en los hombros (0.60m. y 1.00m. respectivamente); en cambio las losas y la parte superior de los cajones pueden quedar a la altura de la rasante del camino.

En caso de ser necesario, se deberá ver la conveniencia de modificar la rasante para dar cabida al tipo de alcantarilla que sea más adecuado al propuesto inicialmente.

En cuanto a la forma de la sección del escurrimiento en el cruce, si es amplia y no bien definida, puede pensarse en la utilización de una losa de pequeña altura, pero de claro-amplio o en uno o varios tubos; en terreno de lomerío suave en donde, en general, las rasantes son bajas, pero los escurrideros ya son definidos se pueden utilizar tubos, losas o cajones; a medida que las secciones se hacen estrechas y profundas las obras indicadas son las bóvedas además de las losas y los tubos, dependiendo principalmente de la altura del terraplén que va a quedar sobre ellas.

En terminos muy generales los tubos son económicos para áreas hidráulicas hasta de  $1.50 \text{ m}^2$ ; las losas y cajones hasta  $3 \text{ m}^2$  y las bóvedas hasta  $16 \text{ m}^2$ .

La capacidad de sustentación del terreno influye en el costo de las obras y por lo tanto en la elección del tipo de ellas, ya que la cimentación que requiere en cada caso tiene costos diferentes, utilizándose muy comunmente los cajones--

para los terrenos con baja capacidad de carga.

Por razones económicas, los materiales disponibles en la región para construir las alcantarillas, juegan papel preponderante en la elección del tipo de obra.

En caminos rurales, que en general son de corta longitud, se da con frecuencia el caso de que las cuencas son semejantes en superficie, pendiente, precipitación pluvial, vegetación y características del suelo, que requieren obras del mismo tipo y de casi iguales dimensiones. En estos casos conviene llegar a la tipificación y, aunque del estudio resulten una o varias obras con tipo y dimensiones diferentes, en la elección definitiva conviene unificar estas características, hasta donde sea posible.

Tomando en cuenta los factores anteriores se deben elegir las obras más adecuadas, pero en caso de que se tengan paracada una, dos o más tipos, se elegirán las de menor costo.

### 2.3.- DRENAJE MAYOR

Las obras de drenaje mayor, necesitan un estudio más completo y ordinariamente los trabajos se ejecutan de acuerdo a la secuela del índice anexo.

Vados.- Los vados representan una opción a la solución de diferentes problemas del drenaje, en forma muy especial dentro del camino rural, según se ha podido comprobar con experiencias obtenidas dentro del programa de caminos de mano de obra. El vado es una estructura que sirve para cruzar un arroyo o río, utilizando al máximo las condiciones naturales del cruce, optimizándolas para garantizar un paso permanente y las ventajas que ofrece son las siguientes:

- Es una solución apropiada a la condición del camino cuya subrasante baja trata de adaptarse a las ondulaciones del camino.



- Generalmente su costo es menor comparada con soluciones a base de alcantarillas y puentes.
- La mano de obra para su construcción no requiere que sea especializada.
- Para caminos de bajo costo, no se justifican grandes estructuras que estan fuera del presupuesto del camino.
- Son más aprovechables los materiales de construcción propios de la región.

La solución de los vados se basa en:

- a) La experiencia del técnico del proyecto.
- b) La máxima información que puede recabar de los habitantes de la región.
- c) La observación directa en la zona de cruce de los diferentes niveles del agua.

Lo anterior permitirá elegir el tipo de estructura con características y dimensiones.

Las ventajas que presenta esta solución son relativas y estarían relacionadas con ciertas demoras en el paso de un cruce, que serían lapsos de tiempo cortos que no justifican un incremento fuerte en la inversión para cambiarlas utilizando otro tipo de solución.

Al inicio del programa la construcción un tanto indiscriminada de vados dio resultados en muchos casos negativos sobre todo cuando estos se construyeron en tramos con fuertes pendientes debido a las siguientes razones:

- Los vehículos que transitan por este tipo de caminos se considera que son de modelos atrasados en su mayoría.
- La entrada a la estructura presentaba un cambio brusco en la pendiente, esto aunado a la velocidad del vehículo en este punto era prácticamente de cero, repercutia en el costo de operación y posibles averías en el vehículo.

Por las anteriores razones, las conclusiones que dejaron estas experiencias es que la construcción de vados sólo es conveniente en tramos en terreno plano o en lomerío más bien

suave y se debe desechar en lomerío fuerte o montañoso.

En los proyectos tipo para obras de drenaje se presentan algunas soluciones a base de este sistema.

#### 2.4.- MANO DE OBRA, MATERIALES Y CARGA DE DISEÑO

##### a) Utilización de la mano de obra:

Es importante que al proyectar las obras de drenaje, se consideren los procedimientos constructivos que no requieran de mano de obra especializada, con el fin de dar prioridad a la utilización masiva de la mano de obra.

Por otro lado, el personal técnico es de gran importancia desde el punto de vista de la aportación de sus experiencias para la conformación de una tecnología propia y adecuada para los caminos rurales.

##### b) Materiales:

Los materiales que se utilizan en la construcción de las obras de drenaje de los caminos rurales son las convencionales para este tipo de obras, es decir: cemento hidráulico, a cero estructural, lámina de acero, morteros de cal y cemento etc. Dentro de lo posible, se procurará utilizar los materiales de la región como puede ser la arena, grava, piedra, etc.

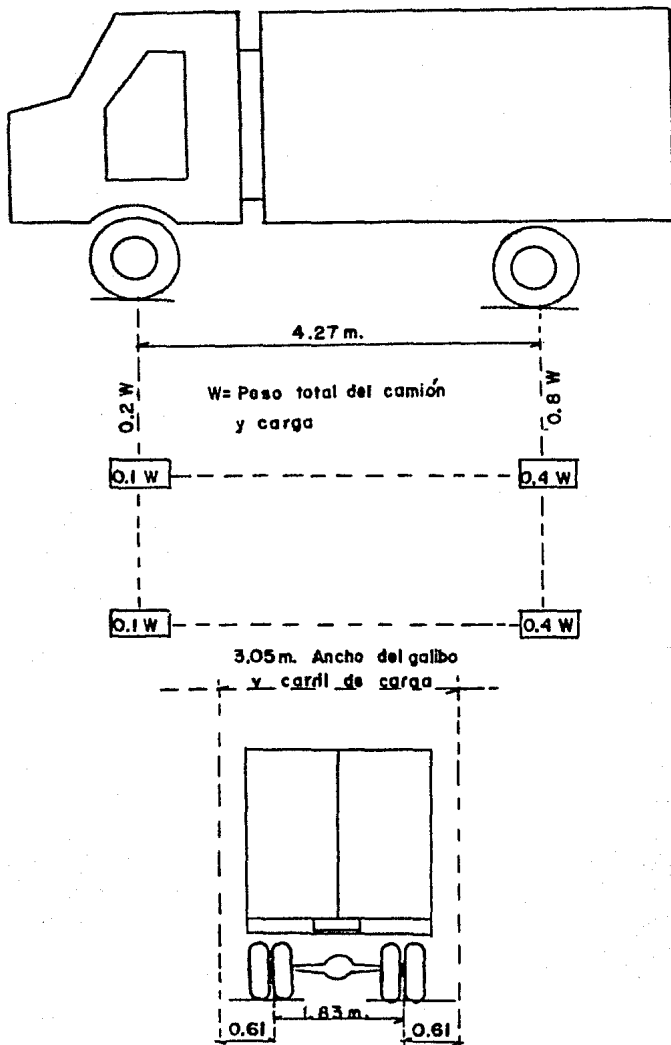
La cantidad de los materiales y procedimientos de construcción, son las que se indican en las especificaciones generales de construcción que estan en vigor en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Para la verificación de la calidad de los materiales que se usen en las obras de drenaje, se deberá recurrir a los laboratorios de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

##### c) Carga de diseño:

Para el proyecto estructural de las obras de drenaje, es necesario conocer el tipo de vehículo que se debe considerar. Para la elaboración de las especificaciones de caracter geométrico de caminos rurales, se ha estimado conveniente utilizar las características del vehículo DE-427 con característi

cas de concentración H-15 o sea un peso total de 15 toneladas inglesas, que equivalen a un total de 13,608 Kg.; 2,722-Kg. en las ruedas delanteras y 10,886 Kg. en las ruedas traseras.

VEHICULO H-15-44



Con estas cargas, se efectuaron los cálculos de los proyectos tipo de alcantarillas y puentes para Caminos Rurales.

CAPITULO III

OBRAS TIPO

### 3.1.- APLICACION DE LOS PROYECTOS TIPO

La aplicación de estos proyectos, debe considerar un mayor aprovechamiento de la mano de obra, utilización de los materiales que abundan en la región y dar preferencia a aquellos proyectos que presenten mayor facilidad y conveniencia en los procedimientos constructivos para su ejecución.

Si se toma en consideración que la experiencia obtenida hasta la fecha, en este tipo de caminos, corresponde a un período mas bien corto, es de esperarse que se puedan encontrar soluciones más adecuadas a los problemas planteados conforme se avance en el logro de las metas impuestas. Es tarea de los ingenieros encargados de los caminos rurales en México, aportar las experiencias que consideren de importancia y que se van obteniendo en el desempeño de su esfuerzo, como contribución para la presentación de su información más amplia y sin duda más adecuada para la construcción de los mismos.

### 3.2.- CONSIDERACIONES EN PUENTES

#### a) Criterios para determinar la longitud del puente.

La determinación de la longitud total del puente requiere un estudio complejo del funcionamiento hidráulico del río, con datos debidamente aquilatados respecto a la magnitud y frecuencia de sus crecientes, a la distribución del gasto y a la estabilidad del cauce.

En casos obvios (cauce bien definido, llanuras de inundación sin importancia hidráulica, cimentación a salvo de la socavación), se podrá fijar la longitud del puente cubriendo solo el cauce principal.

#### b) Criterios para fijar el espacio libre vertical.

Se debe considerar:

1) La altura sobre el agua que pueden tener los cuerpos flo-

tantes durante las avenidas.

- 2) El grado de incertidumbre que pueda haber en el nivel de aguas máximas extraordinarias.
  - 3) En el caso de puentes importantes, es justificable dar espacios libres mayores que los mínimos indispensables.
  - 4) Los requisitos de navegación que se deban observar.
- c) Recomendaciones sobre la profundidad de desplante.

La causa mas frecuente de la falla de los puentes es la socavación. Por esta razón, es de importancia fundamental que la profundidad del desplante se fije en el criterio conservador, para asegurar que quede a salvo de este fenómeno.

La inversión que se haga para profundizar los desplantes, contribuye más a la seguridad de la estructura que esa misma erogación aplicada a aumentar la longitud o la altura del puente.

Es indispensable el conocimiento de la naturaleza del subsuelo para fijar la profundidad del desplante conveniente.

Para proyectar la cimentación de las obras de drenaje y en especial la de los puentes, se realizan estudios de mecánica de suelos, los cuales dan como resultado la resistencia del suelo, las recomendaciones para la profundidad de desplante y las de los tipos de cimentación más adecuados para el caso particular.

Estos estudios se inician con un reconocimiento, en forma gruesa, para conocer la formación geológica que presentan los cauces y formular el programa de estudio.

- d) Esfuerzos admisibles en la cimentación.

En todos los casos es indispensable conocer la naturaleza del subsuelo, en el caso de que superficialmente existan materiales de buena calidad, se realizarán sondeos a cielo abierto con profundidad de 2 a 3 m; de no ser así se requerirá efectuar los sondeos con máquina rotatoria, con posteado-ra o con pulsita, cuando menos según sea el caso.

Con el resultado de estos estudios, se calcula la capaci-

dad de carga y se decide la profundidad de desplante para--- los diferentes tipos de cimentación que se considere recomen dable.

Para juzgar el esfuerzo de contacto admisible en el terre no en que se debe desplantar la subestructura de un puente,- se podrá usar como orientación del criterio al respecto, la- siguiente tablas

TERRENO	ESFUERZOS ADMISIBLES (Kg/cm <sup>2</sup> )	
	MINIMO	MAXIMO
Suelos aluviales	0.5	1.0
Arcillas	1.0	4.0
Arena confinada	1.0	4.0
Grava	2.0	4.0
Arena o gravas cementadas	5.0	10.0
Roca	5.0	-

### 3.3.- RECOMENDACIONES PARA LOSAS DE CONCRETO PARA PUENTES

#### 1) Materiales:

a) Cemento.- El cemento que se emplee en la fabricación del- concreto será el normal (tipo I), excepto cuando haya urgen- cia de poner en servicio el puente, en cuyo caso se usará ce- mento de rápida resistencia (tipo III).

El cemento que se utilice será de una marca de reconocida calidad, por ningun motivo se empleará un cemento de nueva-- marca, ya que se carece de antecedentes de calidad que lo -- respalden; como excepción podra autorizarse un cemento de -- marca nueva o sin antecedentes de calidad, siempre y cuando- se hagan pruebas de laboratorio del lote por usarse y que -- las pruebas satisfagan plenamente.

El cemento almacenado por más de tres meses deberá ser -- probado antes de proceder a su utilización en la elaboración del concreto.

b) Agregados.- Los agregados con los que se prepara el con- creto, debe cumplir lo siguiente:

**Arena:** Debe ser limpia, sin polvo ni barro ni materiales vegetales, sus granos deberan ser resistentes y sus tamaños se rán no uniformes, pero todos ellos deben pasar por la malla No. 4 (5mm. de abertura).

**Grava:** Esta podra ser grava natural o grava triturada y tendra los tamaños máximos que se indican en cada plano.

El almacenamiento y manejo de los agregados pétreos deberá hacerse de tal forma que no se mezclen antes de utilizarse, por lo que se recomienda tenerlos distantes uno de otro.

c) **Agua:** Deberá estar libre de materias perjudiciales, tales como aceites y grasas. No estará turbia ni dura; tampoco podra usarse agua de mar.

d) **Neopreno:** Las placas de neopreno para los apoyos, deberán ser fabricados por unidades aisladas y no cortadas de planchas de mayores dimensiones. En la fabricación de las placas deberá utilizarse 100% de la materia prima virgen, que es el neopreno.

e) **Maderas:** La madera que se utilice para los moldes será sana, aserrada y estara libre de defectos que disminuyan su resistencia y durabilidad. La madera para los moldes, en tanto no se utilice, se manejará y almacenará con cuidado, cubierta de la lluvia y de la humedad, de modo que no se dañe ni se tuerza.

f) **Herrajes:** Todas las uniones de la cimbra serán de preferencia apernadas; en los moldes, las uniones serán clavadas. El herraje y los clavos que se utilicen serán de buena calidad.

## 2) Proceso constructivo:

a) Si es necesario, se hará el desmante, limpia y nivelación del terreno donde vayan a quedar localizadas las zapatas de las cimbras; se construirán la obra falsa y los moldes teniendo cuidado de que el conjunto quede bien acufiado, para e



uitar hasta donde sea posible los asentamientos cuando se --  
cuele la losa.

La parte interior de los moldes recibirá una capa de acei-  
te mineral o de cualquier otro mineral que impida que el con-  
creto se adhiera a ellos.

b) Se cortará el acero conforme a las diversas longitudes y-  
diámetros que indiquen los planos. Se doblarán en frío, por-  
ningún motivo se harán los dobleces calentando las varillas.  
De preferencia no se harán traslapes, a menos que el proyec-  
to o el responsable de la obra lo indique y estarán localiza-  
dos en zonas que no son críticas.

c) El concreto deberá designarse y dosificarse. En ningún ca-  
so deberá utilizarse un concreto que tenga más de treinta mi-  
nutos desde el momento en que se agregó el agua hasta el mo-  
mento en que se coloque en su lugar.

d) Curado: El curado del concreto tiene por objeto retardar-  
la pérdida del agua durante el primer período de endureci-  
miento; es decir durante los primeros siete días.

e) Desimbrado y puesta en servicio: El desimbrado se hará en  
forma cuidadosa, de modo que la losa no reciba las cargas--  
bruscamente sino en forma gradual; y además que no se maltra-  
te el concreto y lo mínimo la madera utilizada. Terminado el  
desimbrado se procederá a la limpieza de la madera, fuera de  
la obra, y a reunir y engrasar el herraje recuperable para--  
ser almacenado, así como la madera.

Toda la maniobra, podrá iniciarse como mínimo a los 14--  
días, si el cemento empleado fué del tipo I, ó a los 7 días--  
si se utilizó cemento tipo III.

La puesta en servicio, una vez coladas las guarniciones y  
los parapetos, será a los 28 ó a los 21 días, si los cemen-  
tos que se utilizaron fueron tipo I y tipo III respectivamen-  
te.

### 3.4.- RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACION DE LAS OBRAS DE DRENAJE

Alcantarillas de tubo: Los cimientos deberán desplantarse sobre terreno cuya resistencia sea igual o mayor que la indicada para cada tamaño de alcantarilla y una profundidad no menor que la que se indica en el proyecto.

Alcantarillas de losa de concreto: El peralte del cimiento y el desplante debe ser el indicado en el proyecto. Cuando el subsuelo es de roca, podrá suprimirse el cimiento profundizando los muros 15 cm. en la roca.

Puentes: Los estribos se aplicarán para terrenos que resistan como mínimo  $2.5 \text{ kg/cm}^2$  de esfuerzo de compresión. El nivel de desplante se efectuará conforme a lo indicado en el proyecto, se retirará el material que estuviera alterando y se nivelará la superficie del terreno.

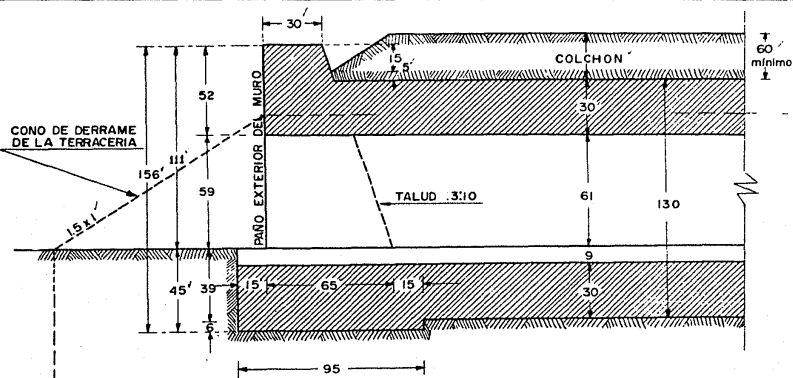
En forma general se deben fijar conforme al proyecto, el espesor y el nivel de desplante para cada una de las obras a construir.

### 3.5.- ALGUNOS PROYECTOS TIPO

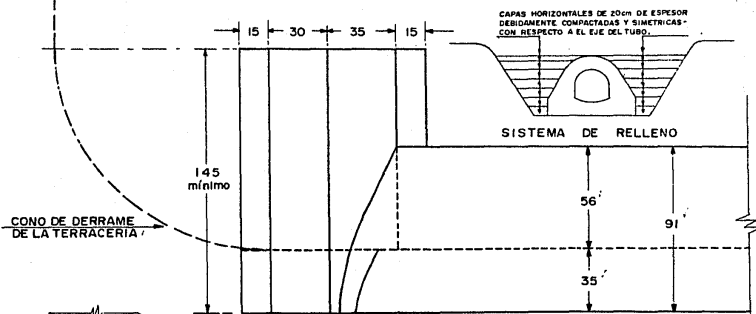
A continuación se anexan algunos de los proyectos tipo, — que con frecuencia se aplican como solución del Drenaje para Caminos Rurales.



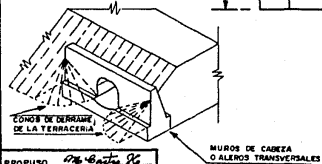




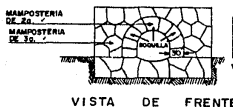
CORTE LONGITUDINAL



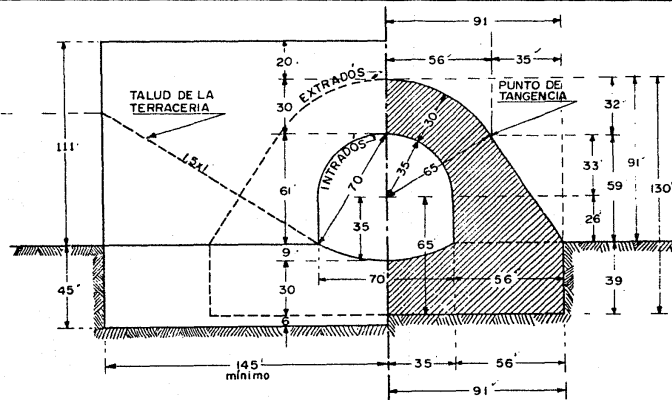
MEDIA PLANTA



ESCALA



VISTA DE FRENTE



MEDIO FRENTE

MEDIO CORTE

AREA HIDRAULICA = 0.42 m<sup>2</sup>

### NOTAS:

Las alcantarillas se construirán con mampostería de 3ª clase, con mortero de cemento 1:5, con excepción de las boquillas del arco y de los aleros que serán de mampostería de 2ª clase.

Los juntas en el arco serán radiales y con cuatrapeo longitudinal procurando que los pedros tengan su mayor dimensión hacia el extrados el cual deberá planarse para facilitar el escurrimiento del agua. Los ciementos deberán desplazarse sobre terreno cuya resistencia sea igual o mayor que la indicada para cada tamaño de alcantarilla y a una profundidad no menor que la indicada en el dibujo.

En los extremos de entrada y de salida se pondrán dentellones cuya profundidad no será menor de 30 cm, cuando haya peligro de sacavación. El Ing. 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 20 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 una y media veces el diámetro de la alcantarilla, nivel en que el apisonamiento abarcará toda la extensión de las capas de relleno colocadas.

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 S.O.P.

### LISTA DE MATERIALES

MAMPOSTERIA DE 3a PARA 1m. DE TUBO	1.4 m <sup>3</sup>
MAMPOSTERIA DE 2a PARA LAS DOS BOQUILLAS	
QUE SE DESCONTARA AL VOLUMEN DEL TUBO	0.6 m <sup>3</sup>

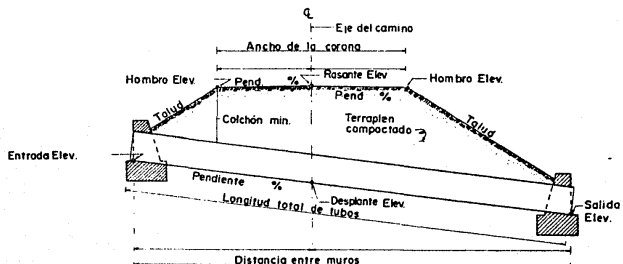
### FATIGAS EN EL TERRENO

colchón	t. max. kg./cm <sup>2</sup>	t. medio kg./cm <sup>2</sup>
3.00 m.	1.20	0.88
4.00 m.	1.44	1.06
5.00 m.	1.62	1.24
6.00 m.	1.80	1.42
7.00 m.	2.00	1.60
8.00 m.	2.18	1.80
9.00 m.	2.36	1.96
10.00 m.	2.55	2.14

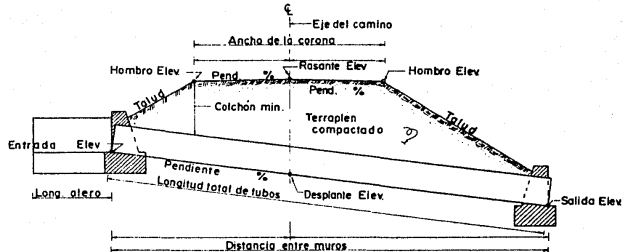
Las fatigas en el terreno para colchones de 0.60 a 3.00 m tienen el mismo valor.

Volumen aditivo para los dos muros de cabeza considerando la longitud del tubo hasta el punto exterior del muro. 3.2 m<sup>3</sup>

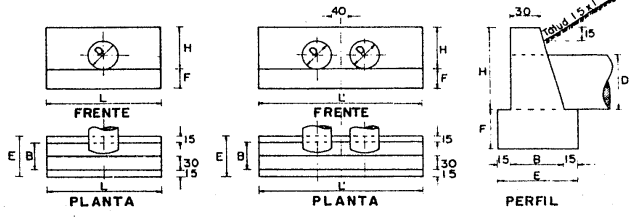
S. A. H. O. P.	
DIRECCION GENERAL DE CAMINOS RURALES DEPARTAMENTO DE PROYECTOS	
ALCANTARILLA DE TUBO DE MAMPOSTERIA DE TERCERA CON MUROS DE CABEZA SENCILLAS DE 70 CM DE DIAMETRO	
JEFE DEL DEPARTAMENTO	Ing. ANTONIO GARCIA GONZALEZ
DIRECTOR GENERAL	Ing. NESTOR SANCHEZ GONZALEZ
BOQUILLA DE 30-40 CM DE DIAMETRO	
No. P.T. I - 2.2	



**ALCANTARILLA CON MUROS SENCILLOS**



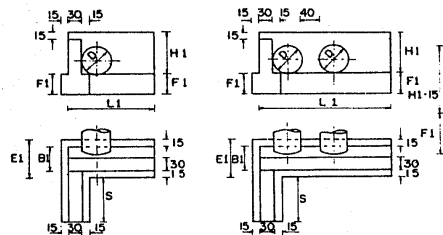
**ALCANTARILLA CON MURO SENCILLO Y CON ALERO**



**MUROS DE CABEZA SENCILLOS PARA UNO O DOS TUBOS**

**DIMENSIONES**

D	61	76	91	107
H	91	106	121	137
B	55	60	65	70
E	85	90	95	100
F	45	50	55	60
L	240	305	370	430
L'	345	420	500	570
Vol. 1	171	260	372	504
Vol. 2	238	345	481	635



**MUROS DE CABEZA CON ALANTO PARA UNO O DOS TUBOS**

**DIMENSIONES**

D	61	76	91	107
H1	91	106	121	137
B1	55	60	65	70
E1	85	90	95	100
F1	45	50	55	60
L1	180	215	255	290
L'1	280	330	385	440
Vol. 1	134	188	259	338
Vol. 2	197	271	368	482
Vol. def.	0.50	0.57	0.65	0.73

Volúmenes para S = 1.00m

**NOTAS:**

Todas las dimensiones están dadas en centímetros, excepto donde se indique otra unidad. Las mamparas y muros deberán ajustarse a los últimos especificaciones Generales de la SOP.  
 El espesor delcimiento F o F1 indicado es para condiciones ordinarias, pudiéndose modificar según el criterio del Ing. Residente.  
 La pendiente de los tubos no será menor de 0.5% ni mayor a 20% y se procurará según la pendiente general del terreno.  
 El muro de cabeza tendrá como muro de sostenimiento y evitar la erosión del terrapién o corte donde este existiere el tubo. En algunas casos del lado de aguas arriba, se puede obtener buenos resultados económicos, substituyendo el muro de cabeza con una longitud adicional de tubo.  
 La distancia entre muros deba ser tal para que la longitud total de tubos comprenda un número exacto de tramos.  
 El espesor mínimo del terrapién sobre el tubo bajo la superficie del rodamiento, será de 30 cm.  
 Para los muros de cabeza con alero, la longitud "S" se fijará de acuerdo con las condiciones locales o el juicio del Ingeniero Residente.  
 Los muros o cajas se harán de mampostería de 3a. clase con mortero de cemento 1:5.

Este proyecto se adaptó de los Nos. C.3253-31.2.-31.4.-31.6

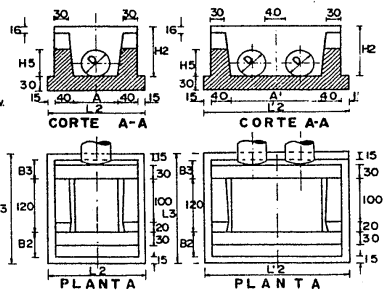
**Fórmula de TALBOT**  
 $Q = 0.1832 C \sqrt{A}$   
 Q = Área del tubo en m<sup>2</sup>  
 C = Coeficiente que depende del terreno  
 A = Área por drenar en Ha.

**PROPOSITO** 1776  
**ADAPTO** 1776  
**DIBUJO** 1776  
**CALCO** 1776  
**REVISO** 1776

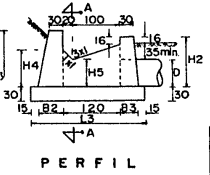
**ALCANTARILLA CON CAJA Y MURO SENCILLO**

**ÁREA EN HECTÁREAS QUE PUEDE DRENAR UN TUBO DESENLICADO**

TIPO DE TERRENO	TIPO DE TERRENO	ÁREA EN HECTÁREAS						
MODERADAS	OKULADO PLANO	DEL TUBO						
C=100	180C	0.06C	0.02C	0.04C	0.03C	0.04	m <sup>2</sup>	
1.86	2.51	3.68	4.70	6.32	9.28	15.94	D292	0.61
3.35	4.51	6.62	8.44	11.37	16.68	28.64	D454	0.76
5.42	7.29	10.70	13.65	18.38	26.97	46.30	D650	0.91
8.34	11.23	16.48	21.02	28.30	41.54	71.32	D899	1.07



**MODELO DE CAJA PARA UNO O DOS TUBOS**



**PERFIL**

**DIMENSIONES**

D	61	76	91	107
H2	112	127	142	158
H3	127	142	157	173
H4	83	98	113	129
H5	63	78	93	109
B2	55	65	70	75
B3	40	45	55	60
A	91	106	121	137
A1	192	222	252	284
L2	201	216	231	247
L'2	302	332	362	394
L3	245	260	275	285
Vol. 1	3.63	4.44	5.64	6.24
Vol. 2	3.21	6.50	7.96	9.43

**CALIBRES DE LOS TUBOS DE LAMINA CORRUJADA DE ACERO PARA DESTINOS DIFERENTES**

Ø	100	150	200	300	400	500	600	800	1000
Ø int.	93	143	193	293	393	493	593	793	993
Ø ext.	107	157	207	307	407	507	607	807	1007
Ø int.	107	157	207	307	407	507	607	807	1007
Ø ext.	114	164	214	314	414	514	614	814	1014
Ø int.	114	164	214	314	414	514	614	814	1014
Ø ext.	121	171	221	321	421	521	621	821	1021
Ø int.	121	171	221	321	421	521	621	821	1021
Ø ext.	128	178	228	328	428	528	628	828	1028

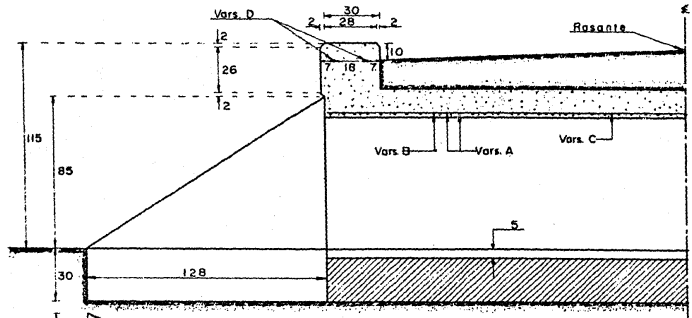
**S. A. H. O. P.**

DIRECCION GENERAL DE CAMINOS RURALES DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

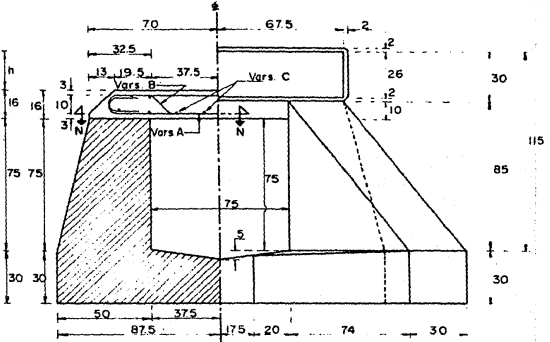
**ALCANTARILLA DE TUBO METALICO O DE CONCRETO.-MUROS DE MAMPOSTERIA PARA 1 Y 2 TUBOS**

ÁREA DEL DEPARTAMENTO: *[Signature]*  
 DIRECTOR GENERAL: *[Signature]*  
 Ing. Residente: *[Signature]*  
 No. PT-1-31

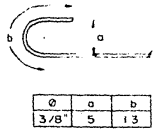




**CORTE LONGITUDINAL**  
ESCALA 1:1



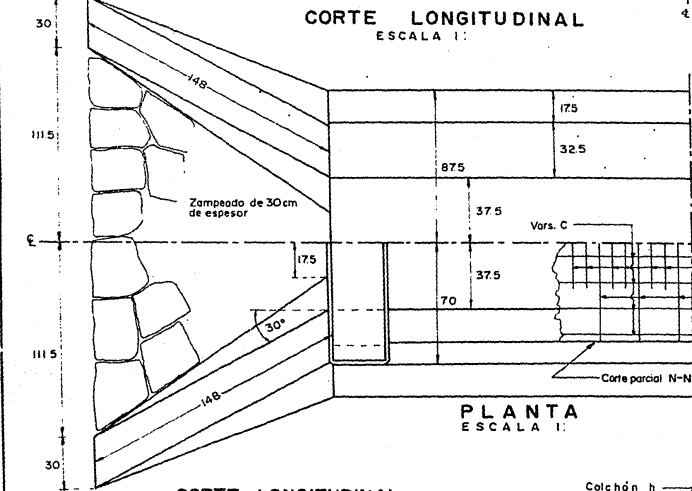
**MEDIO CORTE TRANSVERSAL**      **MEDIO FRENTE**  
ESCALA 1:1



**GANCHOS**

**CANTIDAD DE MATERIALES CONSTANTES**

Concreto de $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$ en guarniciones (2)	0.27 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo $f_s = 1265 \text{ kg/cm}^2$ en guarniciones (2)	3 kg
Mampostería de 3a clase con mortero de cemento	1.6 m <sup>3</sup>
1.5 en aleros (4)	



**CORTE LONGITUDINAL PARCIAL**  
ESCALA 1:1

PROYECTO	Mr. Carlos R.
ADAPTO	Mr. Carlos R.
DIBUJO	Mr. Carlos R.
CALCO	Mr. Carlos R.
REVISO	Mr. Carlos R.

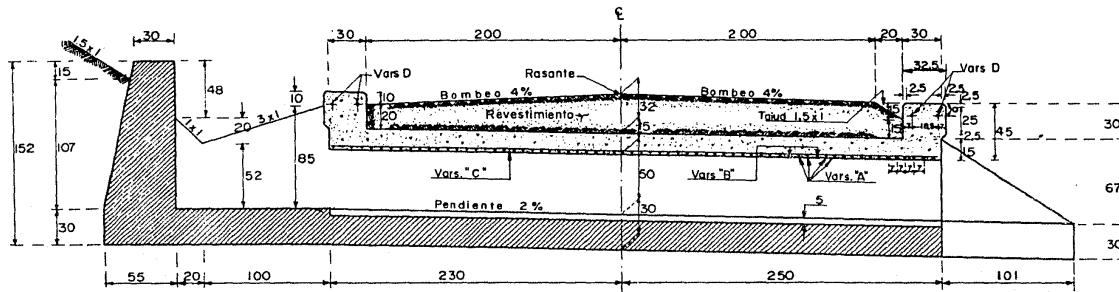
LOSA DE CONCRETO REFORZADO														GUARNICIONES							
Altura "h" del cocherón	Estrizos en el desahorro	Perfor. (mm)	Varillas A			Varillas B			Varillas C			Varillas D			Espesor cimiento	Mampostería de 3a clase	Altura "h" del cocherón				
			Diám	Sep	Long	Diám	Sep	Long	Diám	Sep	Long	Diám	Núm	Long							
0.60	0.4	16	3/8"	7"	1.43	3/8"	21"	1.0	1.4	1.46	3/8"	15"	1.0	0.21	1.77	3/8"	10"	1.30	3.0	1.13	0.60

**NOTAS**

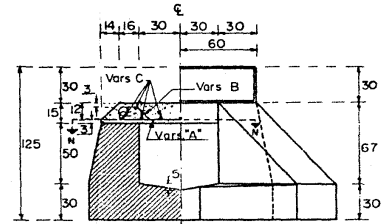
- La alcantarilla consistirá en 2 estrizos y una losa de concreto.
- Los estrizos serán de mampostería de tercera clase con mortero de cemento 1:5.
- La losa y guarniciones serán de concreto de  $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , reforzado con acero corrugado de  $f_s = 1265 \text{ kg/cm}^2$ , con recubrimiento de 3 cm en la parte baja. Los varillos B irán alternados con las varillas A, y se colocarán normales a los estrizos. Las varillas C se colocarán paralelas al eje longitudinal de la alcantarilla.
- La parte superior de la losa y al entrá de los estrizos deberán tener un ligero pendiente hacia el exterior para facilitar el escurrimiento del agua.
- El peralte del cimiento y el desplante los fijará el Ing. Residente. Si el subsuelo es de roca podrá suprimirse el cimiento profundizando los muros 15 cm en la roca.
- El colchón máximo será de 60 cm. Para un colchón mayor se empleará el proyecto N° PT I-6.2.
- Todas las anotaciones están dadas en centímetros excepto las indicadas en otra unidad.
- Todos los materiales y mano de obra se sujetarán a las últimas especificaciones de la S.O.P.

<b>S. A. H. O. P.</b>	
DIRECCION GENERAL DE CAMINOS RURALES DEPARTAMENTO DE PROYECTOS	
ALCANTARILLA DE LOSA DE CONCRETO COLADA EN EL LUGAR SOBRE MUROS DE MAMPONERIA PARA COLCHONES MENORES DE 60 CM. LUX 75 CM.      ALTURA LIBRE 75 CM.	
AREA DEL DEPARTAMENTO	Mr. Carlos R.
DIRECTOR GENERAL	Mr. Carlos R.
PROYECTO	Mr. Carlos R.
NO. DE PROYECTO	1111
FECHA	1954
NO. DE PLANOS	PT. I-5.2

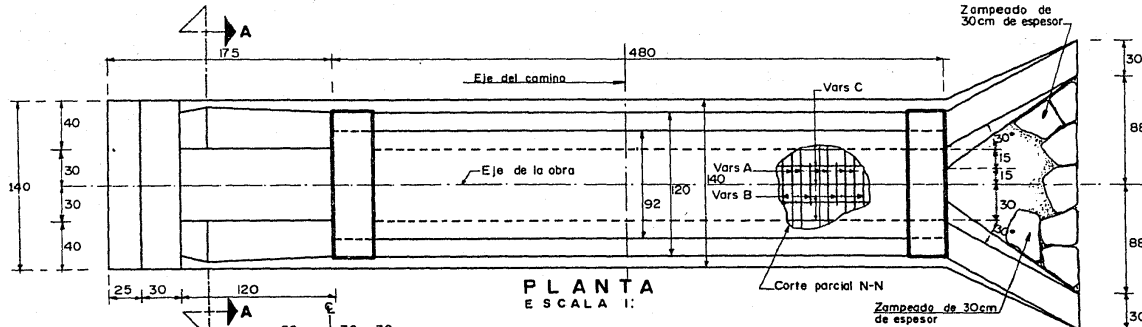




CORTE SEGUN EL EJE DE LA OBRA  
ESCALA 1:



Esfuerzo en el desplante 0.4 kg/cm<sup>2</sup>  
MEDIO CORTE MEDIO FRENTE  
ESCALA 1:

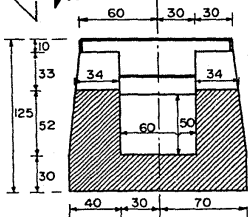


PLANTA  
ESCALA 1:

LISTA DE MATERIALES				
Mampostería de 3ª clase con mortero de cemento:5				6.2 m <sup>3</sup>
ACERO DE REFUERZO				
Vars	Núm	Diám	Longitud cm	Peso kg
CROQUIS				
A	46	3/8"	120	31
B	22	3/8"	122	15
C	9	3/8"	470	24
D	4	3/8"	115	3
Suma				73
Concreto de f'c = 150 Kg/cm <sup>2</sup>				1.02 m <sup>3</sup>

### NOTAS

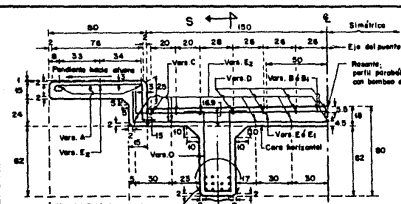
- La alcantarilla consistirá en dos estribos, una caja, dos aleros y una losa de concreto con sus guarniciones.
- Los estribos, la caja y los aleros serán de mampostería de tercera clase con mortero de cemento 1:5 la losa y guarniciones serán de concreto de  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , reforzada con acero corrugado de  $f_s = 1265 \text{ kg/cm}^2$ , con un recubrimiento superior ó inferior de 3 cm. Las varillas "A y B" se colocarán normales a los estribos. Las varillas "C" se colocarán paralelas al eje longitudinal de la alcantarilla.
- La parte superior de la losa y el enrás de los estribos deberán tener una ligera pendiente hacia el exterior para facilitar el escurrimiento del agua.
- El peralte del cimiento y el desplante los fijará el Ing. Residente. Si el subsuelo es de roca podrá suprimirse el cimiento profundizando los muros 15 cm en la roca.
- Todas las anotaciones están dadas en centímetros excepto las indicadas en otra unidad.
- Todos los materiales y mano de obra se sujetarán a las últimas especificaciones de la S.O.P.



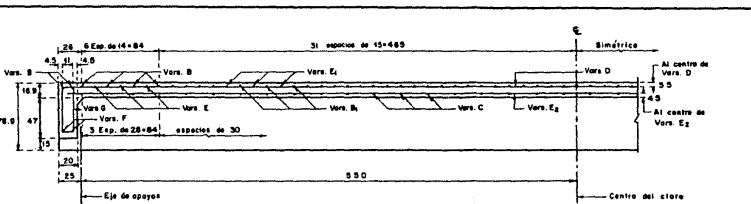
CORTE SEGUN A-A  
ESCALA 1:

PROYECTO: *Dr. Juan P. de*  
CALCULO: Ing. Manuel Castro Pizarro  
DISEÑO: Ing. Guillermo Rodríguez  
CALCO: Ing. Guillermo Rodríguez  
REVISO: Ing. Guillermo Rodríguez

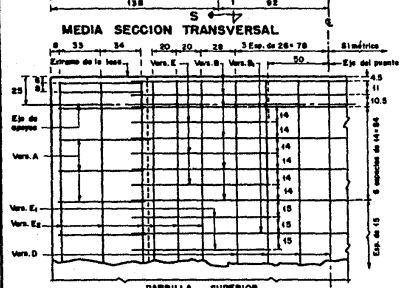
S. A. H. O. P.	
DIRECCION GENERAL DE CAMINOS RURALES DEPARTAMENTO DE PROYECTOS	
ALCANTARILLA DE LOSA DE CONCRETO COLADA EN EL LUGAR PARA DRENAR CUNETAS/ LIZ 40 Cm. ALTURA LIBRE 30 Cm. EJEMPLO PARA UNA PENDIENTE DE 2 %	
JEFE DEL DEPARTAMENTO	Ing. Juan Carlos Pizarro
DIRECTOR GENERAL	Ing. Juan Carlos Pizarro
MADEIRA DE JULIO	1978 No. PT-5,4



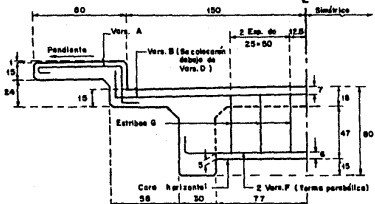
DETALLE DE LOS DIAFRAGMAS EXTREMOS



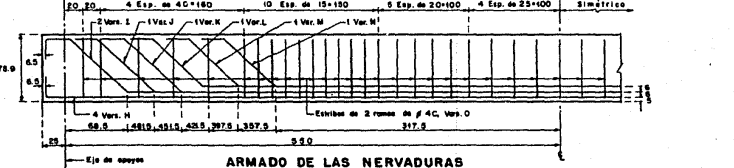
SECCION S-S DE LA LOSA Y DE LOS DIAFRAGMAS



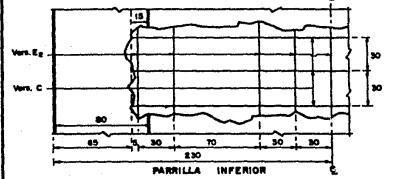
MEDIA SECCION TRANSVERSAL



ARMADO DE LOS DIAFRAGMAS



ARMADO DE LAS NERVADURAS



PLANTA PARCIAL DE LA LOSA

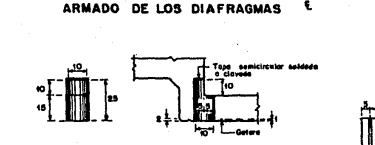
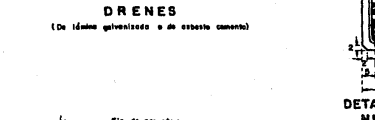


DIAGRAMA DE CONTRAFLECHAS

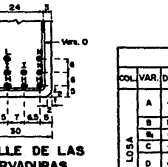
DATOS DE PROYECTO	
Carga muerta- Concreto 100 en un metro de espesor	
Carga viva- 200 kg/m <sup>2</sup>	
Acero de refuerzo: A.S.T.M.-A15 (grado estructural)	
Acero estructural: A.S.T.M.-A7	
Electrodos para soldadura: A.S.T.M.-A 233	

GANCHOS, EMPALMES Y SOLDADURA				
DIAM.	a	b	c	
4C	1/2"	8	18	60
8C	3/4"	10	—	75
8C	1"	23	—	—

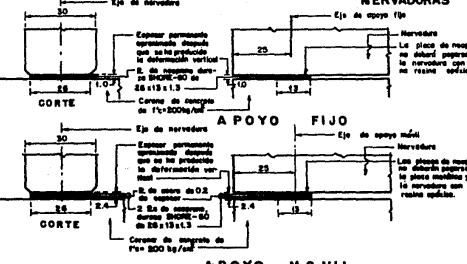
**NOTAS:**  
 Las dimensiones están en centímetros. Se deslució el concreto para una resistencia de 200 kg/cm<sup>2</sup> y un coeficiente de 248 cm, al ser 100 kg/cm<sup>2</sup> y de 10 418 cm, si se usó. El tamaño máximo del agregado grueso será de 3/8", excepto en la parte inferior de las nervaduras, donde será de 2 cm, luego cubrir las varillas 1/4" y 3/8". Cada tramo de unión en una sola operación. Se tendrá especial cuidado en el vibrado del concreto de las nervaduras. Si se usó cemento normal, podrá emplearse el tipo 200. Las varillas de 2.54 cm de diámetro (8C) pueden soldarse si se tiene un procedimiento. Se sellará todo tipo uniones del refuerzo principal en una misma sección, sin que queden más de dos uniones en el mismo tramo. Las varillas se fijarán por medio de empalmes, empalmes o de concreto, de acuerdo de acuerdo a partes de soldadura. Las longitudes indicadas de las varillas se incluyen las longitudes. Los drenes serán de tipo de lámina galvanizada, o de aluminio, o de plástico, con una longitud de 15 cm desde el borde de la losa. Los drenes serán de tipo de lámina galvanizada, o de aluminio, o de plástico, con una longitud de 15 cm desde el borde de la losa. El drenado será de tipo de lámina galvanizada, o de aluminio, o de plástico, con una longitud de 15 cm desde el borde de la losa. Siempre los empalmes estarán en el plano inferior.



DRENES (De lámina galvanizada o de esteo cemento)



DETALLE DE LAS NERVADURAS



APOYO MOVIL

LISTA DE VARILLAS									
COLVAR	DIAM	NUM	LONG.	a	b	C	ROQUIS	PESO	(kg)
A	4C	84	136	68	34	19		117	
B	8C	12	368	320	24			69	
C	4C	30	368	320	24			110	
D	4C	30	368	320	24			147	
E	4C	7	1204	1164	30			841	
F	4C	12	110	110	—			21	
G	4C	62	110	110	—			68	
H	4C	21	1140	1140	—			239	
I	4C	4	384	304	30			11	
J	8C	12	182	98	14			18	
K	8C	4	1200	1114	14			104	
L	8C	4	1200	968	88			200	
M	8C	2	1178	903	86			84	
N	8C	2	1118	948	98			84	
O	8C	2	1078	796	78			78	
P	8C	2	1078	718	78			78	
Q	8C	2	898	628	78			71	
R	4C	98	218	72	24			125	
S	4C	98	218	72	24			125	

LISTA DE MATERIALES	
Concreto de 170-200 kg/cm <sup>2</sup>	14.3 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo: A.S.T.M.-A15	2084 kg
Concreto de Acero Siers 60 en apoyo	2.8 m <sup>3</sup>
Láminas de acero en apoyo	1.0 m <sup>2</sup>
Drenes	6 Pies

**S. A. H. O. P.**

DIRECCION GENERAL DE CAMINOS RURALES  
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

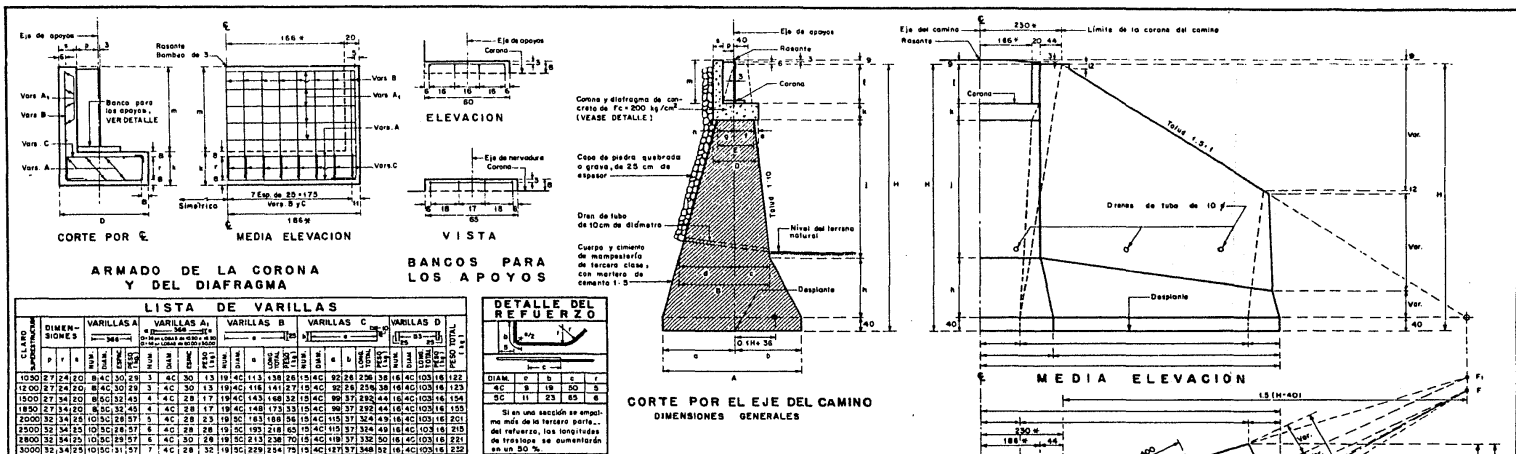
**LOSA CON DOS NERVADURAS DE CONCRETO REFORZADO DE ROOM DE CLARO**

**PARA UNA LINEA DE CAMIONES H-15**

JEFE DEL DEPARTAMENTO: Ing. Alberto López Martínez  
 DIRECTOR GENERAL: Ing. Raúl Salazar de Gortari

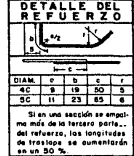
NO. PT. IV-111

PROFUSO: [Firma]  
 CALCULO: [Firma]  
 DIBUJO: [Firma]  
 CALCO: [Firma]  
 REVISO: [Firma]



**LISTA DE VARILLAS**

CLASE	VARILLAS A	VARILLAS B	VARILLAS C	VARILLAS D	VARILLAS E	VARILLAS F	VARILLAS G	CLASE	
								VARILLAS A	VARILLAS B
1300	27	24	20	14	13	13	14	13	14
1400	27	24	20	14	13	13	14	13	14
1500	27	24	20	14	13	13	14	13	14
1600	27	24	20	14	13	13	14	13	14
1700	27	24	20	14	13	13	14	13	14
1800	27	24	20	14	13	13	14	13	14
1900	27	24	20	14	13	13	14	13	14
2000	27	24	20	14	13	13	14	13	14



**DIMENSIONES GENERALES DE LOS ESTRIBOS**

**SUPER ESTRUCTURA**

M	CLARO DE 10.50										CLARO DE 12.00m										CLARO DE 16.00m										CLARO DE 18.50m																																																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	3500	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000	14000	15000	16000	17000	18000	19000	20000	21000	22000	23000	24000	3500	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000	14000	15000	16000	17000	18000	19000	20000	21000	22000	23000	24000	3500	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000	14000	15000	16000	17000	18000	19000	20000	21000	22000	23000	24000	3500	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000	14000	15000	16000	17000	18000	19000	20000	21000	22000	23000	24000

**NOTAS:**

Los dimensiones según un centímetros. Los estribos se aplicarán bars herrones que resistan como mínimo, dos y media kilogramos por centímetro cuadrado de esfuerzo de compresión.

El cuerpo, las bases y el almenara serán de monometallica de tercera clase... con metraje de cemento en la proporción de 1:3. La corona y el diáfragma serán de concreto armado, de "C" 200 kg/cm<sup>2</sup>. El caso de almenara será reñida con el cuerpo, con el metraje de 1:3. El metraje de 1:3. El metraje de 1:3.

En el nivel del desplante se retirará el material que se encuentre aflojado, y se nivelará la superficie del terreno. Los encostrados serán los mismos.

Entre el espacio de las varillas y el relleno de terrapleno, se pondrá una capa de 5 cm. de cemento, de 2.5 cm. de espesor, que se compacte a medida que se va colocando el terrapleno.

La longitud de cada barra se fijará de modo que el cantonamiento de la estribo que se, cubra como 50 cm. del terreno natural.

Para todo caso de las metrasías y procedimientos de construcción, véase las notas generales en el plano N.º.

**S. A. H. O. P.**

**DIRECCION GENERAL DE CAMINOS RURALES**  
**DEPARTAMENTO DE PROYECTOS**

**ESTRIBOS DE MAMPUESTA PARA LOSAS HERRUDAS PARA UNA LINEA DE CAMINOS RURALES ALTURA 5.00 a 6.00 M CLAROS 10.50 a 19.00 M CSFUERZOS EN EL DESPLANTE 2.5 kg/cm<sup>2</sup>**

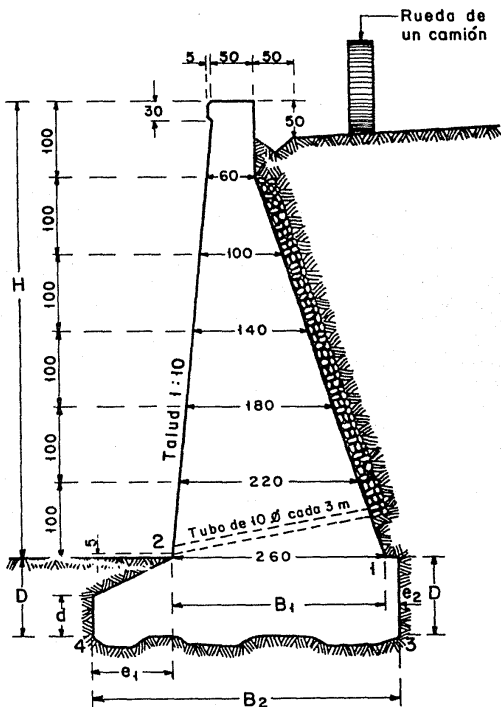
**JEFE DEL DEPARTAMENTO**  
**IN. RAFAEL LÓPEZ GUINÉ**

**DIRECTOR GENERAL**  
**IN. RAFAEL LÓPEZ GUINÉ**

PROPUESTO: *[Signature]*  
 CALCULO: *[Signature]*  
 DISEÑO: *[Signature]*  
 CALCO: *[Signature]*  
 REVISO: *[Signature]*

Observación: Los alfileres indicados de los bancos de apoyo son para el caso de mampuesto, de 5 cm. de espesor. En caso de usar otro tipo de apoyo, véase las notas en el plano N.º "X".

(En este plano se consideró un ancho de corona de 40 cm. para poder ajustarse por otro ancho, cambiando solamente las dimensiones marcadas con M)



H	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	d	D	FATIGAS EN 1 - kg/cm <sup>2</sup>	FATIGAS EN 2 - kg/cm <sup>2</sup>	FATIGAS EN 3 - kg/cm <sup>2</sup>	FATIGAS EN 4 - kg/cm <sup>2</sup>	V <sub>M</sub>	V <sub>C</sub>	V <sub>T</sub>
ALTURA DEL MURO	BASE DEL MURO	BASE DEL CIMIENTO	VUELO DEL TALON	VUELO DEL ESCALON	ESPESOR MINIMO TALON	ESPESOR CIMIENTO					VOLUMEN MURO	VOLUMEN CIMIENTO	VOLUMEN TOTAL
1	60	95	25	10	50	50	-0.10	0.54	0.41	0.11	0.56	0.47	1.03
2	100	145	35	10	50	50	-0.10	0.89	0.13	0.65	1.36	0.73	2.09
3	140	190	40	10	50	50	-0.25	1.46	0.10	1.02	2.56	0.95	3.51
4	180	250	60	20	50	100	-0.30	1.89	0.21	1.35	4.16	2.45	6.61
5	220	320	80	30	70	140	-0.34	2.27	0.23	1.73	6.16	4.34	10.50
6	260	390	100	40	85	170	-0.47	2.80	0.03	2.37	8.56	6.38	14.94

#### DATOS PARA EL PROYECTO

Peso tierra	1600 kg/m <sup>3</sup>
Peso mampostería	2200 kg/m <sup>3</sup>
Sobre carga	13600 kg
Compresión máxima	6 kg/cm <sup>2</sup>

#### NOTAS GENERALES:

Se empleará mampostería de tercera clase, excepto en la corona, donde se usará mampostería de segunda clase. - En la parte posterior deberá colocarse una capa de piedra quebrada de 25 cm de espesor. Si el terreno en que se desplante el muro es de roca fija, se suprimirá el cemento. - Siempre deberá el Ingeniero Residente cerciorarse de que la resistencia del terreno sea igual o mayor que la indicada en la tabla, pidiendo instrucciones a la Dirección General de Obras a Mano, en caso contrario. - Cuando por cualquier circunstancia quede dentro del agua parte o todo el muro, en los lugares afectados por el agua deberá usarse mortero de cemento y en el resto mortero bastardo o de cal. - Las proporciones en cada caso las deberá fijar el Ingeniero Residente. - Como drenes se colocarán a cada 3 metros, como mínimo, tubos de barro de 10 cm de diámetro, con una inclinación de 10% con la horizontal y su descarga deberá quedar 5 cm arriba del terreno natural. - Todas las dimensiones están en centímetros, excepto aquellas en que se exprese su unidad. - Todos los materiales y mano de obra deberán sujetarse a las últimas especificaciones de la Secretaría de Obras Públicas.

S. A. H. O. P.

DIRECCION GENERAL DE CAMINOS RURALES  
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

MUROS DE MAMPOSTERIA  
PARA SOSTENIMIENTO DE TIERRAS  
CON SOBRECARGA

ALTURA DE 1.00 a 6.00 m

JEFE DEL DEPARTAMENTO Ing. Alberto López Gutiérrez

DIRECTOR GENERAL Ing. Raúl Salinas de Gárcía

México, D.F. Abril de 1978 No. PT.VIII-1.3

ADAPTO: Ing. V. Guerrero y Gama  
DIBUJO: J. Servín Mingo R.  
REVISO: Ing. V. Guerrero y Gama

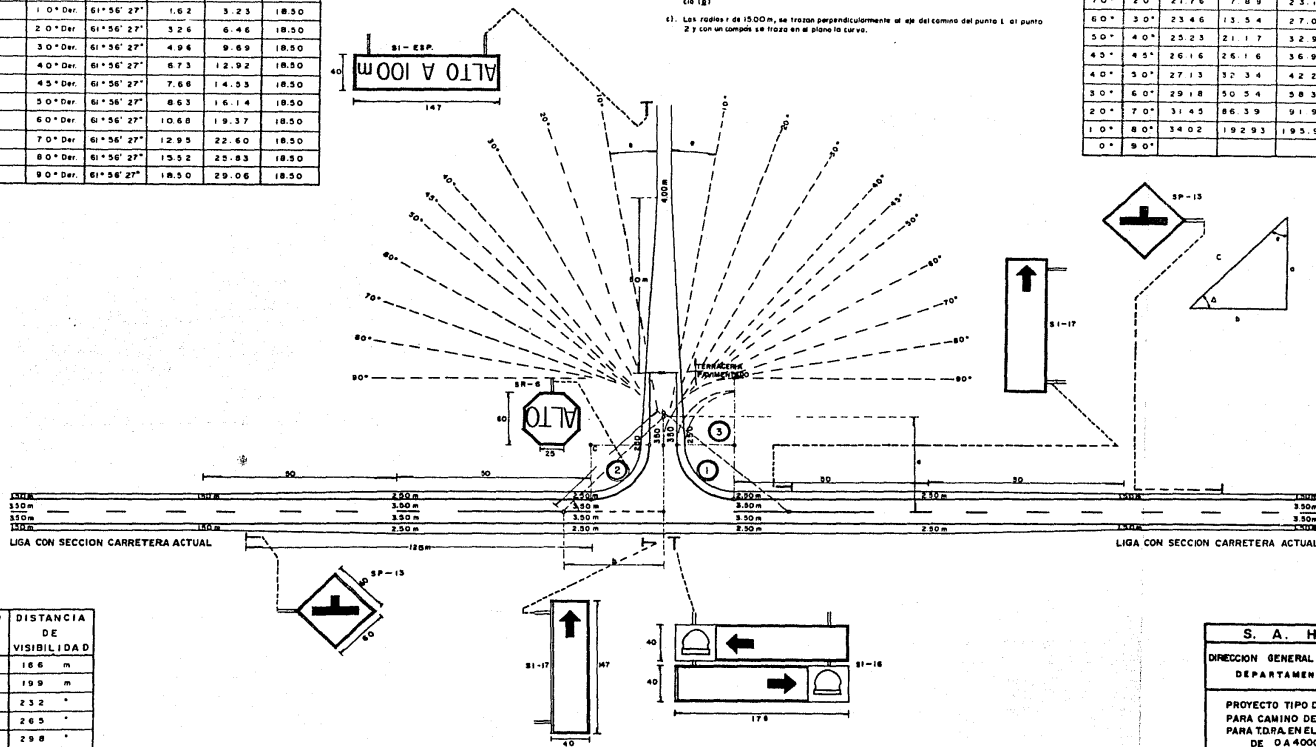
**DATOS DE CURVAS**

No	PI	Δc	Gc	SI	Lc	Rc
1	0+015	90° Der	76° 23' 36"	15.00	23.56	15.00
2	0+015	90° Der	76° 23' 36"	15.00	23.56	15.00
		1 0° Der	61° 56' 27"	1.62	3.23	18.30
		2 0° Der	61° 56' 27"	3.26	6.46	18.50
		3 0° Der	61° 56' 27"	4.98	9.69	18.50
		4 0° Der	61° 56' 27"	6.73	12.92	18.50
		4 5° Der	61° 56' 27"	7.66	14.53	18.50
		5 0° Der	61° 56' 27"	8.63	16.14	18.50
		6 0° Der	61° 56' 27"	10.68	19.37	18.50
		7 0° Der	61° 56' 27"	12.95	22.60	18.50
		8 0° Der	61° 56' 27"	15.52	25.83	18.50
		9 0° Der	61° 56' 27"	18.50	29.06	18.50

**INTERPRETACIONES DE LOS PROYECTOS TIPO**

- La línea con la inclinación del camino de mano de obra en relación con la carretera federal, que se denota con la letra (a), debe estar en 10°, 20°, 30°, 40° y se prolonga en forma pausada hasta interceptar el eje de la carretera principal (federal o estatal).
- Posteriormente en el cuadro de la parte superior derecha, con el valor de (g) se lee la distancia (h).
- Los radios r de 1500m, se trazan perpendicularmente al eje del camino del punto 1 al punto 2 y con un compás se traza en el plano la curva.

Δ	e	a=18.50/ST	b=aTang e	c+a=Cal.e
90°	0°	18.50	0.00	18.50
80°	1 0°	20.12	3.55	20.43
70°	2 0°	21.76	7.89	23.16
60°	3 0°	23.46	13.54	27.09
50°	4 0°	25.23	21.17	32.91
40°	4 5°	26.16	26.16	36.99
40°	5 0°	27.13	32.34	42.20
30°	6 0°	29.18	50.54	58.36
20°	7 0°	31.45	86.39	91.95
10°	8 0°	34.02	192.93	195.97
0°	9 0°			



VELOCIDAD DE PROYECTO	DISTANCIA DE VISIBILIDAD
50 km/h	18.6 m
60 "	19.9 "
70 "	23.2 "
80 "	26.5 "
90 "	29.8 "
100 "	33.1 "
110 "	36.4 "

•• Esquematismo

**S. A. H. O. P.**

DIRECCION GENERAL DE CAMINOS RURALES  
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

**PROYECTO TIPO DE INTERSECCION  
PARA CAMINO DE MANO DE OBRA  
PARA T.D.R.A. EN EL CAMINO PRINCIPAL  
DE 0 A 4000 VEH/DIA**

JEFE DEL DPTO DE PROYECTOS: \_\_\_\_\_  
DIRECTOR GENERAL: \_\_\_\_\_

México DF, Diciembre de 1977 **N. D. C. R. E. I.**

## CONCLUSIONES

-De un buen proyecto de las obras de drenaje, depende en gran parte la vida útil del camino, por lo que el establecimiento de la ruta del mismo, deberá considerar como punto primordial la ubicación adecuada de las obras de drenaje, ya que de no ser así, los problemas en cuanto a su funcionalidad o bien el mantenimiento, no se harán esperar.

-Siempre debe tenerse cuidado de que durante la construcción del camino, los trabajos se lleven a cabo dentro de los límites establecidos en las especificaciones generales, para que de ninguna manera, disminuyan su calidad y lejos de menospreciar su construcción, debe tenerse mayor cuidado dadas sus características.

-De los resultados de un estudio detallado y experiencias obtenidas en torno al problema del drenaje en los caminos rurales, es totalmente aceptable el establecimiento y la aplicación de los proyectos tipo, como solución a dichos problemas ya que se observó que por sí mismos, engloban los requerimientos de funcionalidad y economía que se solicitan. De tal forma que con la adaptación de éstos como solución al problema del drenaje, se ve coronado un buen esfuerzo, ya que se puede decir, que nos hemos mantenido dentro de los lineamientos establecidos.

-Finalmente, para enmarcar de forma más clara la participación del drenaje en el camino, diré, que la vida de éste depende fundamentalmente de la funcionalidad del drenaje.

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

- 1.- Manual de Drenaje para Caminos Rurales.- SAHOP 1981.
- 2.- Instructivo para la Construcción de Caminos de Mano de -  
Obra.- SAHOP 1981.
- 3.- Manual de Proyectos Tipo de Alcantarillas para Caminos -  
Rurales.- SAHOP 1981.
- 4.- Proyectos Tipo de Puentes para Caminos Rurales.- SAHOP -  
1981.
- 5.- Memoria de la Reunión Internacional sobre Planeación, --  
Construcción y Conservación de Caminos Rurales.- 1978.
- 6.- La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres.- Tomo II  
Alfonso Rico Rodríguez y Hermilo del Castillo.