



4/3
1/2

*Universidad Nacional
Autónoma de México*

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRETERA CD. ALTAMIRANO - ZIHUATANEJO

T E S I S

Que para obtener el Título de

INGENIERO CIVIL

p r e s e n t a

JORGE ESPINOZA DOMINGUEZ

México, D. F.

1985





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está 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.

INDICE

- Introducción
- Objetivo
- Organigrama desde el punto de vista de residencia
- Características de la obra

Capítulo I.- Obras de arte que se construyeron en la obra.

Capítulo II.- Fallas y deslizamientos presentados en la estabilidad de taludes, métodos y estructuras para corregir y prevenir este tipo de fallas.

Capítulo III.- Equipo de compactación que se utilizó en las diferentes capas que integran al terraplén.

- Conclusiones

INTRODUCCION.

Dada la importancia que tiene la comunicación, actualmente en México se están construyendo una extensa red de caminos desde super carreteras hasta los de menor importancia como son los caminos vecinales o brechas.

El sistema de transporte está estrechamente relacionado con el sistema de actividades económicas y sociales del país apoya o condiciona el desarrollo del aparato productivo y distributivo, así como el desarrollo social.

Anteriormente la selección de los caminos por construir se hacía mediante criterios simples pues se trataba de comunicar las poblaciones más importantes entre sí con las zonas más productivas del territorio. El criterio fundamental consistía en unir a la ciudad de México con todas las capitales de los estados y con los principales puertos marítimos y fronterizos.

Se piensa que en la planeación y el diseño de una carretera están contenidos muchos de los elementos que habrá de hacer que su construcción y mantenimiento resulten adecuada. Evidentemente, los procedimientos de construcción y el empleo de maquinaria indicada exactamente para cada caso incrementarán las posibilidades de que las carreteras que así se realicen respondan más rápidamente a las necesidades nacionales.

Los efectos sociales que produce la construcción de una carretera deben ser tomados en cuenta y formar parte de los elementos que dan lugar a la toma de decisiones. Lo anterior puede dar lugar a diversas modalidades para considerarlos, en función de las características sociales y culturales de cada región. Lo importante es que el hecho de tener acceso a los servicios médicos o a un hospital, la posibilidad de que funcionen los centros de enseñanza, el que los niños dejen de caminar varios kilómetros para ir a la escuela, son situaciones que deben tener peso en las decisiones de invertir en la construcción de un camino. En el caso de esta carretera la cual atraviesa por toda la sierra occidental y lugares en que

anteriormente estaban incomunicados, se ve que actualmente con el funcionamiento de esta obra, la situación social y cultural de esta gente a cambiado.

La metodología para el proyecto que se basa en los conceptos de funcionalidad, seguridad, economía y comodidad distinguen tres etapas fundamentales que son: La selección de la ruta, el anteproyecto y el proyecto definitivo. Los conceptos anteriores deben figurar en la definición de las especificaciones para el proyecto de carreteras tanto en el aspecto geométrico como para el drenaje y para las terracerías y el pavimento. Dentro de estas también se incluyen los puentes.

El incremento constante de costos de construcción (producto de la inflación) ha obligado a modificar el enfoque tradicional del proyecto de carreteras para lograr un mayor rendimiento de los recursos financieros disponibles para llevar a cabo la construcción de la carretera distribuyéndolos de manera balanceada con el uso de especificaciones modestas.

Para que toda carretera cumpla correctamente con sus funciones tanto estructurales como sociales y humanas para las que fue construida, es necesario que su operación en todas las ordenes sea continua en todo tiempo.

Esta carretera está integrada por: el cuerpo del terraplén con todas sus capas que lo integran, los pavimentos, el drenaje superficial como son: cunetas, contracunetas, lavaderos, bordillos, alcantarillas; el drenaje subterráneo como es el llamado subdren de zanja; los puentes que son llamados obras de arte mayor. Siendo cada una de estas partes un factor importante para el éxito de esta carretera. Este trabajo abarca tres temas importantes en la construcción de esta carretera que son: Estabilidad de Taludes, Obras de arte, y Compactación.

OBJETIVO.

Esta carretera se abrió para integrar y comunicar a las distintas comunidades, abriendo mayores oportunidades para el desarrollo

económico, social, político y cultural, eliminando la marginación y el aislamiento, así como facilitando el aprovechamiento racional de los recursos potenciales de esa área.

El propósito de construir una carretera va más allá de los propósitos estrictamente de comunicación. La construcción de esta - carretera se debe relacionar con los propósitos más amplios del - desarrollo económico y social de esta región por la que atraviesa la obra.

Particularmente la carretera de CD. Altamirano- Zihuatanejo se construye, para comunicar a la CD. de México, Toluca y CD. Altamirano y poblaciones intermedias. En ella circulan camiones con carga - destinada a el puerto industrial de Lazaro Cardenas, gran cantidad de turistas con destino a Zihutanejo.

Otro punto importante que se considero para construir esta obra es que dada la falta de comunicación que existia, se prestaba toda esta zona para el cultivo de enervantes, como son: la marihuana y amapola y no podia existir un control de esto, ya que la única forma de llegar a estos lugares era por medio de helicoptero. Actualmente con la construcción de esta carretera, se tendra un mayor control de este tipo de acciones y toda esta área que circunda a la - obra podra ser utilizada en el cultivo de maíz, frijol, y otros , así como tambien para el pastoreo de la cabra y ganado.

CARACTERISTICAS DE LA OBRA..

a) Longitud.	94.9 Km.
b) Velocidad de proyecto	25 a 30, Km.
c) Ancho de carpeta	6.00 m
d) Ancho de corona	7.00 m
e) Tipo de carpeta	De 2 ^a riegos
f) Grado máximo de curvatura	40°
g) Pendiente máxima	9.0 %
h) Pendiente gobernadora.	5.0 - 6.0 %
i) Camino tipo	C

PUENTES. (Origen Cd. Altamirano)

No	Puente	Km	Tipo de losa	Claros	Longitud
1	Jaripo	10+885	Losa plana 12.00	2	24.54 m
2	Hondo	28+247	Losa plana 10.00	1	10.00 m
3	En medio	28+424	Losa plana alig. 14.00	1	14.00 m
4	Patambo	29+750	Losa plana 12.00	1	12.00 m
5	Rio del oro	31+578	Losa cajón 2-26.00 y 4-32.00	6	180.00 m
6	Terrero blanco	59+630	Losa cajón 28.00	1	28.00 m
7	Parado II	61+515	Losa plana mac. 2-13.00 y 1-17.00	3	43.00 m
8	Viejo	73+310	Losa cajón 2-25.00 y 3-30.00	5	140.00 m
9	Los mangos	79+130	Losa aligerada	1	16.00 m
10	Barranca machos	82+970	Losa cajón	1	26.00 m
11	El cuaizla	89+393	Losa aligerada	2	30.00 m

(Origen Parotal Gro.)

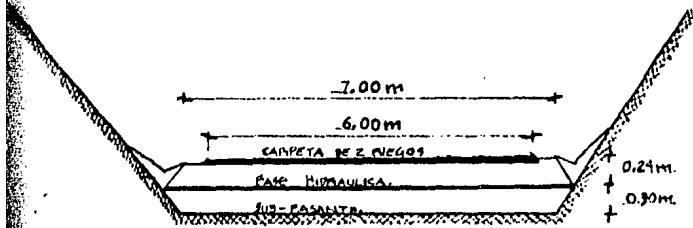
12	Rio del oro					
	II	10+525	Losa cajón 2-30.00			
			y 1-30.00	3		95.00 m
13	Gundancito					
	II	100+880	Losa cajón 2-25.00			
			y 1-30.00	3		80.00 m
14	Los enfer-					
	mos	99+0.28	Losa aligerada 16.00	1		16.00 m
15	Geibamocho	97+0.00	losa cajón 2-20.00			
			y 1-25.00	3		65.00 m
16	El aguacate	95+905	Losa aligerada			
			2-15.00 y 2-20.00	4		70.00 m

(Origen Goyuca de Catalan Gro.)

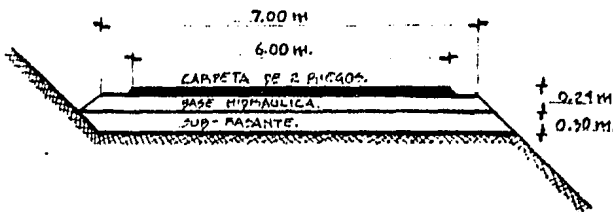
I7	Miguel Aleman	0+840	Ampliación 1-35.91			
			y 1-35.53	2		71.43 m
18	Miguel Aleman	0+840	Provisional 2-71.6			
			y 2-7.32	4		28.96 m
19	Barranca de					
	los machos	93+224	Losa aligerada			
			2-18.27 y 1-18.54	3		55.08 m
20	Gundancito I	92+160	Losa cajón 2-20.00			
			y 1-25.00	3		65.00mm

CARRETERA: CD ALTAMIRANO- ZIHUTANEJO.

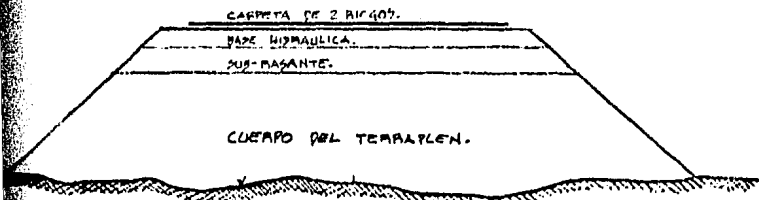
TRAMO: CD. ALTAMIRANO - COAPANDIRO - EL CEDRAL Y RIO DE LAS CUEVAS EL CEDRAL.



Sección estructural típica de Corte en Cajón.



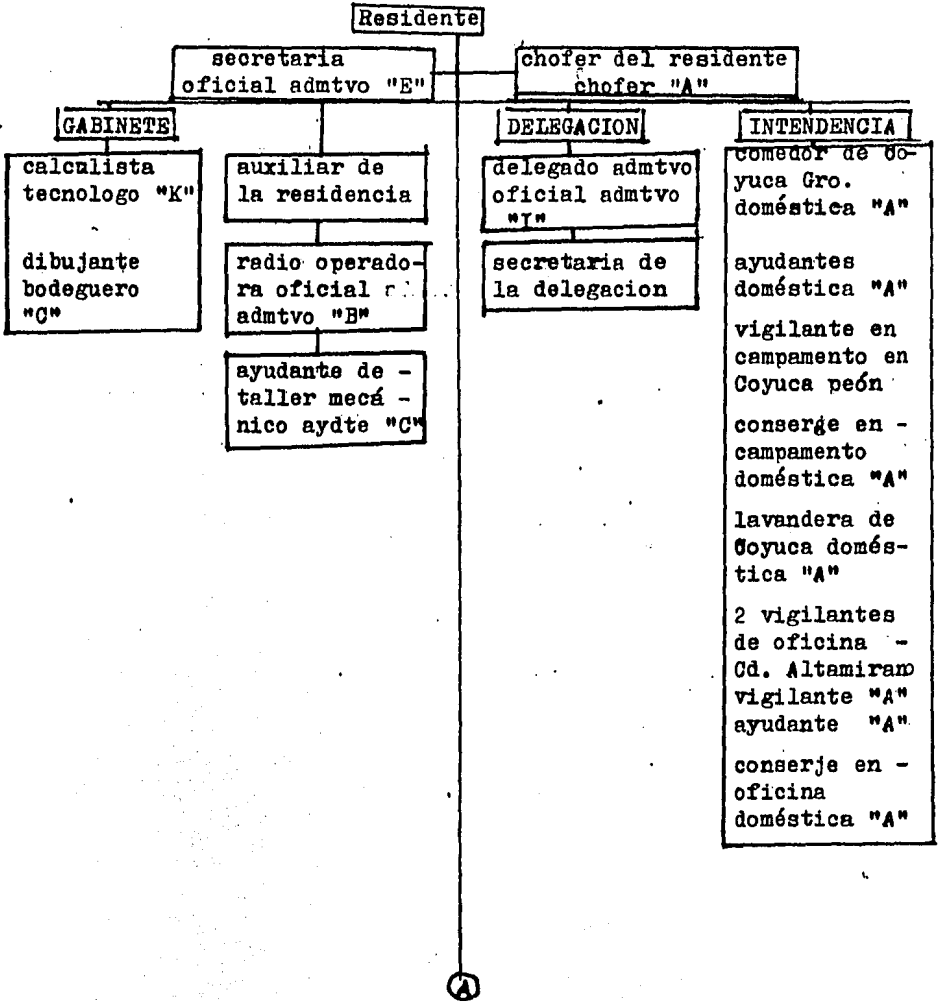
Sección típica en Balcón.



Sección estructural en Terraplén

ORGANIGRAMA

RESIDENCIA DE CONSTRUCCION CD. ALTAMIRANO GRO.



A

INSPECCION

obras de drenaje
bodeguero "E"
terracerias
tecnologo "B"
pavimentos

BRIGADA DE TOPOGRAFIA

jefe de brigada
tecnologo "K"
topografo
tecnologo "A"
aydte de topogra-
fia
bodeguero "C"
estadadero
tecnologo "B"
estadadero
peón
cadenero
peón
chofer
chofer "A"

CASOS ESPECI-
LES.

matrimonios

VEHICULOS

No. Economico marca -
mádelo chofer estado

jefe de laboratorio

secretaria
aydte "D"

chofer de laboratorio
chofer "C"

mecanografo de labora-
torio doméstica "A"

BRIGADA DE PAVIMENTACION Y
TERRACERIAS

LABORATORIO

BRIGADA DE
CAMPO DE PUENTES

jefe de brigada de
campo aydte "C"

ayudantes
aydte "C"

peón
peón

enc. de pruebas
de laboratorio
(ofna)
auxiliar
tecnólogo "C"

pruebas de labora-
torio
tecnólogo "B"

tecnólogo "A"

aydte "C"

peón

ayudantes
tecnólogo "A"

aydte "A"

OBRAS DE ARTE QUE SE CONSTRUYERON EN LA OBRA

La necesidad de recolectar las aguas que perjudican a una carretera es una de las partes en que el ingeniero que se dedica al diseño y construcción de carreteras debe tener muy en cuenta, ya que, muchas veces la vida útil de esta obra va a depender de lo bien diseñado y construido del drenaje.

El drenaje debe preverse y estudiarse desde la localización misma del camino. El cuidado en el estudio no sólo es aplicable a cruces de corrientes de agua, sino a cualquier obra de drenaje, por pequeña que esta sea; pues el drenaje menor es el que regula la vida del camino y es el que a la larga logra el índice económico.

Los puentes y alcantarillas son obras de cruce y son responsables principales del drenaje transversal, es decir, el paso de grandes masas de agua, arroyos, ríos, etc. a través de la carretera, en una dirección más o menos perpendicular a ella. Los puentes son obras de drenaje mayor y las alcantarillas son obras de drenaje menor y la frontera especificada entre una y otra es que una alcantarilla es aquella que salva un claro menor o igual a 6 m.

Para diseñar las obras de drenaje se realizan estudios Hidráulicos, estudios Topográficos, y estudios Geológicos.

Los estudios Hidráulicos, sirven para la localización de puntos obligados para la construcción de puentes y alcantarillas, además dentro de estos estudios se determina que método es el más adecuado para determinar el gasto que conducirá la alcantarilla o puente; entre los métodos utilizables tenemos: Método empírico, Método de la sección pendiente, Método racional (teniendo como dato la precipitación pluvial), Método por comparación.

Los estudios Topográficos se realizan para llevar a cabo el proyecto constructivo de las alcantarillas y puentes.

Los estudios Geológicos se efectúan para analizar el suelo que circunda y sobre el cual se construirán estas obras.

El drenaje en carreteras se divide en; drenaje Superficial y Subdrenaje o drenaje Subterráneo.

El drenaje Superficial es el que recolecta las aguas que corren sobre el terreno natural y sobre la estructura, estas aguas proceden de lluvias, manantiales cercanos a la estructura y lo resuelven las siguientes estructuras: alcantarillas, puentes y obras complementarias como: cunetas, contracunetas, bordillos, lavaderos, bajadas, bombeo, etc.

Los tipos de estructuras dentro del drenaje Superficial que se utilizan para cada una de las secciones estructurales de una carretera son:

- En Sección Estructural en Corte.

bajadas, cunetas, contracunetas, bombeo.

- En Sección Estructural en Balcon.

bajadas, cunetas, contracunetas, bordillos, lavaderos, alcantarillas, bombeo.

- En Sección Estructural en Terraplen.

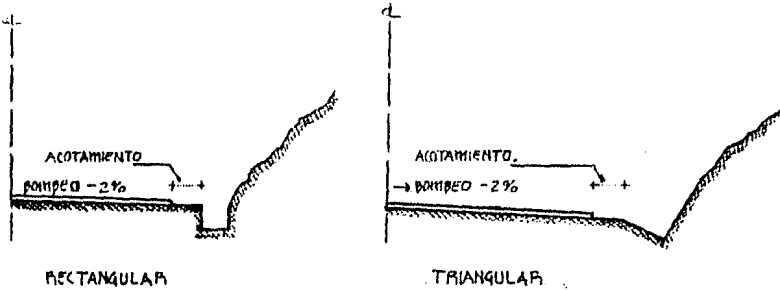
bajadas, alcantarillas, cunetas, bordillos, lavaderos, bombeo.

CUNETAS. - Son pequeñas zanjas que se contruyen en ambos lados del camino paralelas a su eje al pie del talud del corte y de los bordos de la corona; revestidas de concreto, mamposteria ó suelo cemento. Su función es la de recoger y eliminar por gravedad el agua que proviene de lluvias, y que les llegan desde el talud de corte y la zona pavimentada del camino (bombeo). La pendiente longitudinal mínima que debe existir en una cuneta es de 0.5%. La velocidad con la que el agua circule sobre ella debe quedar comprendida entre los límites de depósito y erosión que va a depender del material con que se impermeabilice y la pendiente que se le da.

En la carretera de CD. Altamirano- Zihutanejo, estas fueron revestidas de concreto y en algunos tramos dada la facilidad que existia de tener piedra cerca a la obra se construyeron de mamposteria; permitiendo velocidades máximas en estos materiales para

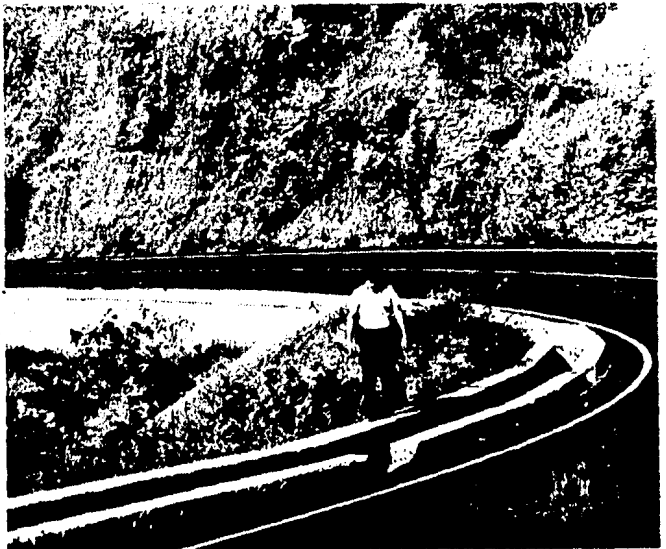
que no sufrieran erosión de 4.50 a 7.50 m/seg. logrando con ello el fácil desalojo del gasto que se presentaba.

Entre las formas mas comunes que se construyeron en esta carretera fueron.

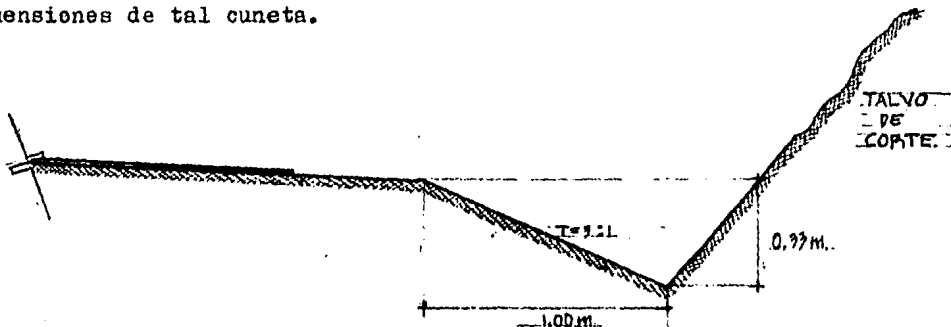


Las de forma rectangular se construyeron dado que la topografía así lo exigía. En la siguiente fotografía se observa que hubo necesidad de construir la cuneta con esta forma por que, era necesario conducir el agua hasta un lavadero para que no provocará erosión de la corona y hombros del camino. Además de que era una solución mas adecuada a la de utilizar un bordillo.

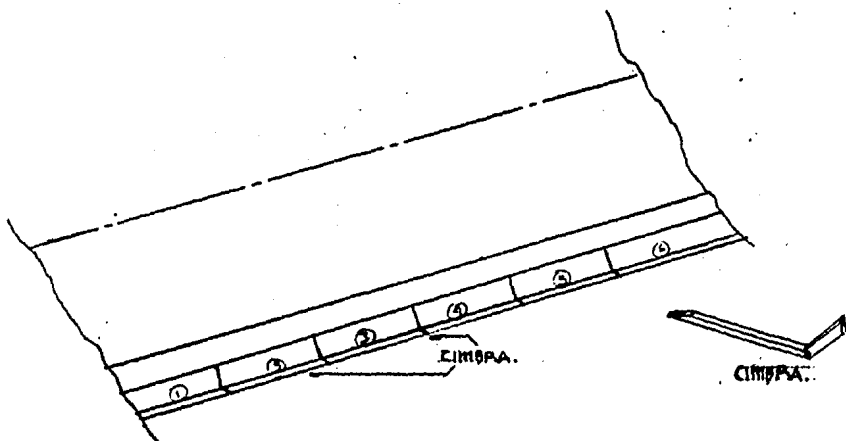
Foto.-(a) Cuneta rectangular que se construyo en la carretera CD. Altamirano- Zihuatanejo, para evitar que el agua escurriera por los hombros de la estructura y provocara la erosión de estos.



En el caso que nos ocupa, el tipo que mas se construyo fue la de forma triangular dada la facilidad de excavación que representa y a la velocidad conque se construye. En la sig. figura se muestran las dimensiones de tal cuneta.



Este tipo de cuneta se construye en la forma siguiente: primero se hace la excavación dando al terreno la forma que pide la cuneta, en seguida se compacta el suelo, posteriormente a esto se cuelan las losas cuya magnitud el ingeniero residente señala por especificaciones colandose alternadamente, es decir, se cuele 1,3, 5, etc. y despues de pasado algun tiempo considerado se cuele 2,4, 6, etc.



En esta forma las cunetas quedan a unos 40- 45 Cm. abajo de la sub-corona formando un tirante no mayor de 30 Cm. y llevan la misma pendiente del camino. Estas cunetas con las dimensiones indicadas sirven satisfactoriamente en longitudes desde 600 a 700 m. en terreno plano y 300 a 400 m. en terreno en pendiente. Esta longitud se mide desde una cresta hasta un desfogue ó una alcantarilla de alivio.

El gasto que se puede desalojar la cuneta es función de la pendiente con que se proyecte.

Se observa en esta carretera que generalmente las cunetas de sección "V" son construidas inmediatamente en los remates del lecho superior de la base u hombros de la corona, como se puede ver en la sig. foto (b)

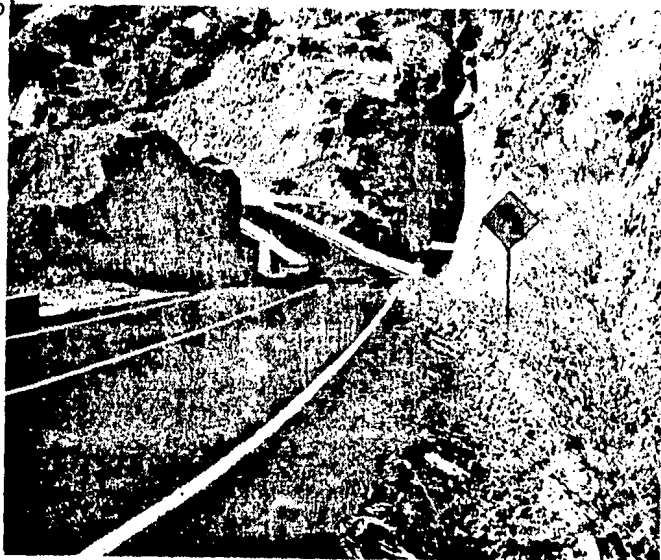
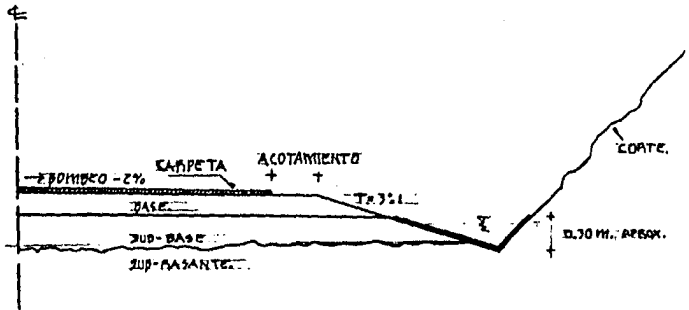


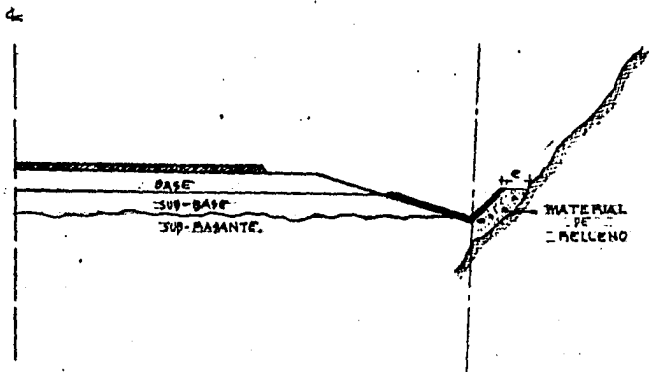
Foto. (b).- Construcción de cunetas de sección "V" en la carretera CD. Altamirano- Zihutanejo.

Esto provoca que las capas de base o sub-base (capas drenantes) estén expuestas a la invasión del agua.

Se recomienda para evitar este tipo de problemas en el caso de que la cuneta este revestida, el colocarla por abajo del lecho inferior de la base como se muestra en la sig. fig.



Otro error que tambien se detecto en algunos tramos de esta carretera fue en la construcción de sus cunetas; ya que se dejaba entre el talud de corte y la cuneta un escalon de espesor "e" como se ve en la figura; esto ocasiona que el agua que escurre por el talud de corte no caiga directamente en la cuneta y se infiltre por este escalon, provocando la saturación del material sobre el que se apoya la cuneta.



CONTRACUNETAS.- Estas son canales o zanjias excavadas paralela-- mente al borde superior del corte y pueden ser revestidas ó no, -- dependiendo de la importancia del camino y el material en el que - se excave. Su finalidad es la de captar el agua que escurre super- ficialmente del terreno superior evitando que el agua llegue al - talud y lo erosione. El diseño de la sección de éstas estructuras- debe procurar mínimo de excavación; y se recomienda que no sean - muy profundas ya que esto puede dar origen a que se originen fa - llas en el fondo; ocasionando a su vez la falla del talud sobre - todo cuando el corte es escarpado.

Dado el costo que representa revestir las contracunetas y dada la dificultad que representa el llevar los materiales a los luga - res en que serán empleados, usualmente no son impermeabilizadas, - esto origina que se infiltre el agua en el cuerpo del talud, pro - vocando que disminuya su estabilidad y existan deslizamientos y - derrumbes de los cortes. Esto a la larga encarece el costo de con- servación de las carreteras, como es el caso de ésta que trata esta obra. En las siguientes figuras podemos ver tal efecto (Figs. (c), (d), (e)).

Es importante que estas obras no se construyan en terrenos dond e exista porosidad o donde exista filtración ya que de hacerlo el agua que caiga en esta zanja, no sería rápidamente desalojada y la mayor cantidad se filtraría, ocasionando las fallas antes menciona - das.

Generalmente éstas obras son de sección trapezoidal y no muy - profundas con plantilla de 60 a 80 cm. y taludes de acuerdo al te - rreno en que se excava. La profundidad de estas obras esta compren - dida entre 40 y 60 cm.

El desfogue de estas obras debe ser siempre libre y lo suficien - temente alejadas del terraplen para no ocasionar perjuicio en el.

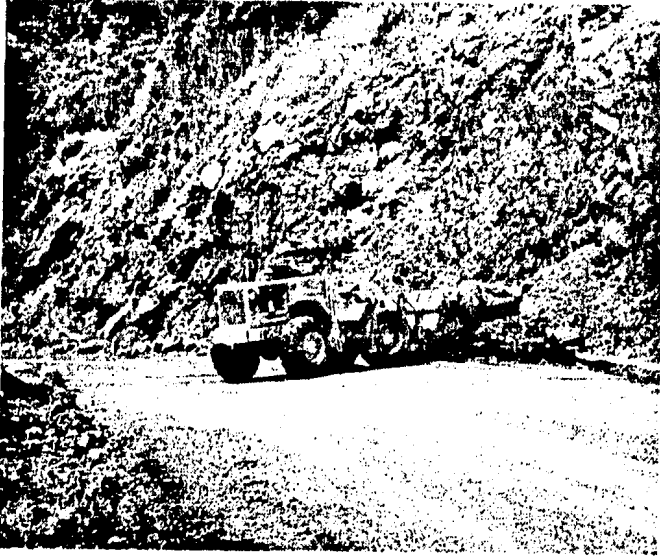


Foto. (c).- Derrumbe ocasionado por infiltración de agua en el cuerno del talud.

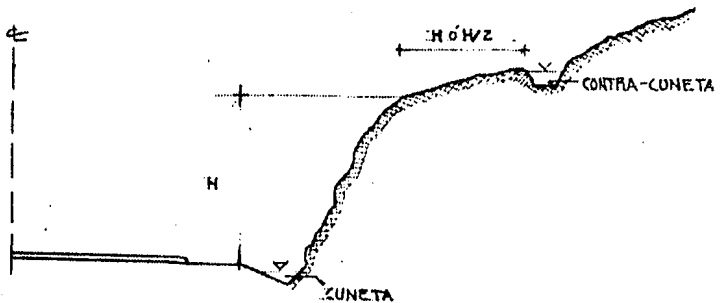


Foto. (d).- Efecto de la infiltración del agua en el cuerno del talud



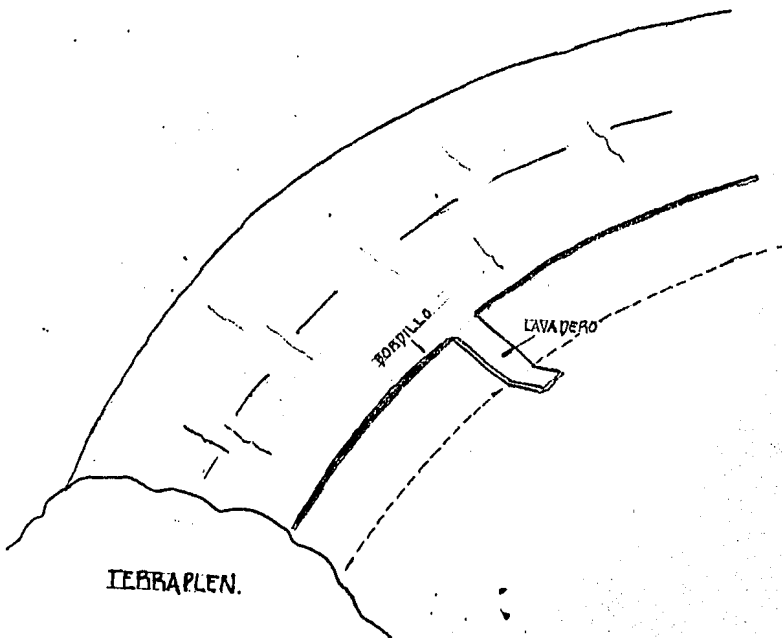
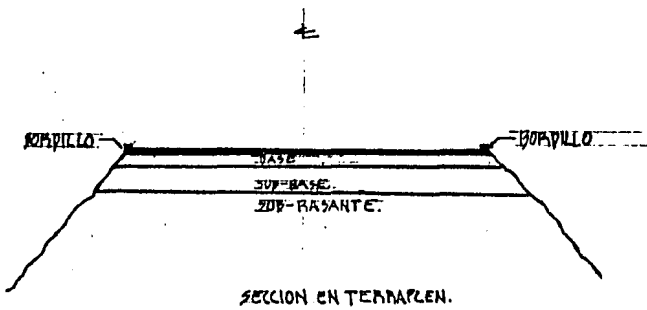
Foto. (e).- La falla que se aprecia en esta foto ocurrió debido a que el corte se hizo sobre un material muy susceptible a la infiltración del agua. Además en este tipo de materiales no se construyen las contracunetas ya que esto facilitaría la presencia de la falla.

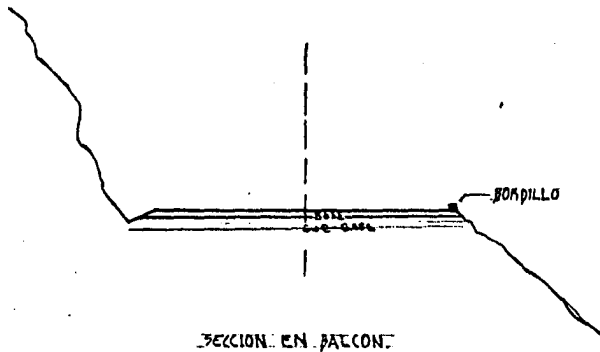
En la siguiente figura podemos ver a que distancia es necesario excavar la zanja para formar la contracuneta.



La realidad es que estamos hablando de una estructura hidráulica que maneja un régimen turbulento y en caminos es tratada como una obra secundaria en cuanto a proyecto y construcción con los resultados desastrosos que observamos en las fotografías anteriores.

BORDILLOS.- Son pequeñas obras de concreto que se construyen en los bordes de la corona de los terraplenes, y en el borde opuesto al corte en las secciones en balcón o en la parte interior de las secciones de terraplen en curva, es decir,

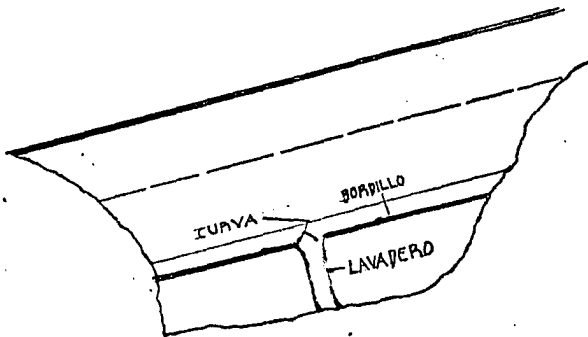




SECCION EN TALUD

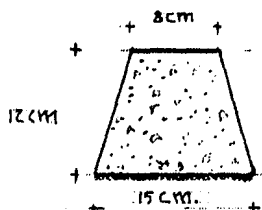
La función de estas estructuras es la de impedir que el agua desborde por los taludes provocando la erosión y la saturación de éstos. Estas estructuras conducen el agua hacia un lugar bajo donde se pueda expulsar por medio de un lavadero o bajada.

En la unión de un bordillo y un lavadero se construye una curva; esto es con el fin de facilitar el paso del agua.



La altura de estas estructuras debe ser lo suficiente para que no sea rebasada por el agua y no tan alta para que un coche estacionado al abrir la puerta no pegue en esta obra. Los bordillos

Los bordillos que mas se construyeron son los de forma trapezoidal como se muestra en la figura, utilizando concreto hidráulico - $f'c=150 \text{ Kg/cm}^2$, cuyas dimensiones se especifican en ella.



Tambien en esta carretera existen tramos en los cuales se presentaba el problema de la erosión de los bordes de la corona, siendo el bordillo una solución adecuada para evitar tal efecto - hubo la necesidad de proteger estos tramos con un riego de asfalto y en otros por medio de losas de concreto.

Foto. (f).-Protección de los hombros de la corona para evitar el efecto de la erosión.



LAVADEROS. - Son estructuras que se conectan a los bordillos, cunetas y contracunetas. Su función es desalojar el agua de lluvia alejandola del terraplén para que no cause daños a este. Son de pendiente excesiva, originando que el agua en estas estructuras tenga un alto poder erosivo, por lo cual deben ser revestidas de concreto y mamposteria o de sección de medio tubo de lámina galvanizada corrugada con juntas atornilladas. En las siguientes figuras podemos ver los materiales y formas que mas se utilizarón



Foto (g).-Lava -
dero de sección -
de medio tubo.

Es importante que estas estructuras tengan un buen anclaje y suficiente estabilidad dentro del cuerpo del terraplen por que suelen hundirse en este; ademas en el caso de lavaderos de medio tubo se recomienda que sean amarrados en la zona media con silletas de mamposteria.

La unión que existe entre una cuneta y un lavadero o entre una contracuneta y un lavadero se recomienda que sea amplia y sin quiebres, y que el lavadero tenga un dentellón de entrada con profundidad aproximada de 50cm. para evitar que el agua se introduzca bajo el lavadero erosionando y disminuyendo su sustentación y con

riesgo de falla. Son tambien utilizados en el desfogue de alcantarillas para que el agua no erosione las partes cercanas al terraplen o corte provocando la falla de la estructura.



Fig. (h).- Lavadero de concreto, en correcto funcionamiento.



Fig. (i).- Lavadero de concreto con ancho de planilla mayor que lo normal.

BAJADAS.- Son obras complementarias que se construyen en los -
remates de cunetas, controcunetas y alcantarillas; su función es
análoga a la de los lavaderos generalmente se construyen de mam -
posteria y muy pocas veces de concreto.



Foto. (j).-Bajada de mamposteria, en la unión de una alcantarilla
y una contracuneta.

OBRAS DE CRUCE. - Dentro de las obras de cruce, tambien conocido como drenaje transversal tenemos a las alcantarillas y a los puentes.

ALCANTARILLAS. - Son estructuras de drenaje menor que permiten el cruce del agua bajo la carretera, generalmente denominada así - cuando salva un claro igual o menor a 6 m.

Se construyen de acuerdo a su importancia hidráulica de tubo de lámina galvanizada que son estructuras flexibles; con estructuras de boveda de mamposteria, con losas de concreto sobre estribos de mamposteria etc. Que son estructuras rígidas.

Las alcantarillas son estructuras que se construyen en el terraplén, cortes en belcón, y a diferencia de los puentes son proyectadas con un colchón de tierra de cimentación y encima de este se coloca la alcantarilla.

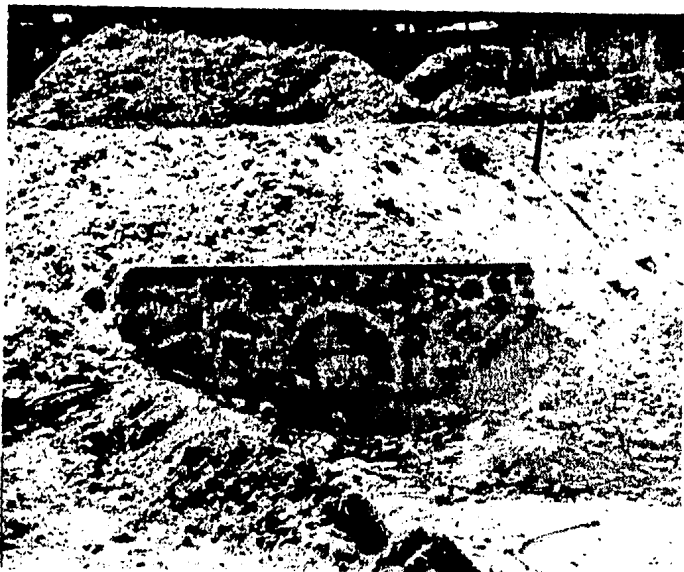


Foto. (k). - instalación de una alcantarilla de tubo de concreto.

OBRAS DE CRUCE.- Dentro de las obras de cruce, también conocido como drenaje transversal tenemos a las alcantarillas y a los puentes.

ALCANTARILLAS.- Son estructuras de drenaje menor que permiten el cruce del agua bajo la carretera, generalmente denominada así - cuando salva un claro igual o menor a 6 m.

Se construyen de acuerdo a su importancia hidráulica de tubo de lámina galvanizada que son estructuras flexibles; con estructuras de bóveda de mampostería, con losas de concreto sobre estribos de mampostería etc. Que son estructuras rígidas.

Las alcantarillas son estructuras que se construyen en el terraplén, cortes en talud, y a diferencia de los puentes son proyectadas con un colchón de tierra de cimentación y encima de este se coloca la alcantarilla.

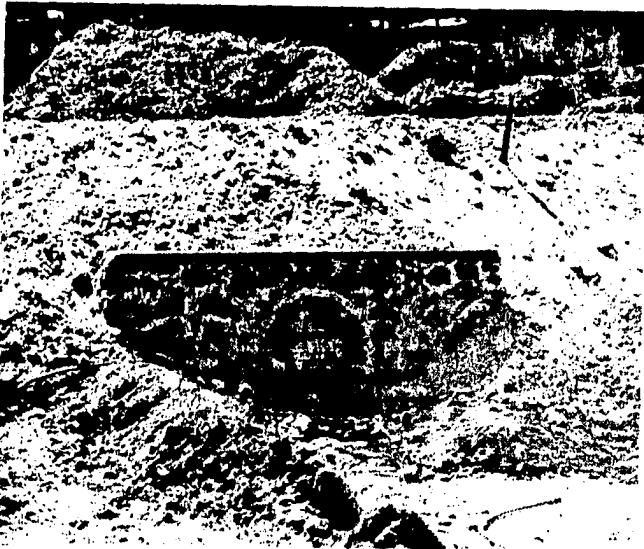


Fig. (k).- instalación de una alcantarilla de tubo de concreto.

Para la construcción de una alcantarilla debe de tenerse en -
cuenta los siguientes aspectos.

- Que sea suficiente hidráulicamente.
- Que la colocación de la alcantarilla respecto a la dirección del agua que recibe sea adecuada.
- Que la ubicación de la alcantarilla que de en el fondo de la barranca.

Cuando una alcantarilla no es suficiente hidráulicamente se -
producen almacenamientos de agua, aguas arriba del terraplén, por lo tanto una carga hidráulica y ocasionando en ello filtraciones provocando con esto que disminuya su resistencia al esfuerzo cor -
tante y propiciando así fallas por deslizamientos, en el cuerpo de del terraplén.

En las fotografías siguientes se puede apreciar lo anterior -
mente mencionado, ocurrido en la carretera de Cd. Altamirano -
Zihuatanejo.



Fot. (1).- Destrucción de una alcantarilla por no ser suficiente hidráulicamente (ocurrido en la carretera de CD. Altamirano- Zihuatanejo).

De nueva cuenta es importante mencionar el cuidado que debe tenerse al proyectar una estructura hidráulica y no una estructura para recibir cargas dinámicas.

Foto. (m). - destrucción del cuerpo del terraplén por la insuficiencia hidráulica de una alcantarilla.



Cabe mencionar que muchas veces el ingeniero residente olvida la importancia hidráulica de una alcantarilla, y nadamas se concretan a proyectarlas para que estas resistan las cargas dinámicas.

Quando la alcantarilla no esta bien orientada respecto a la dirección en que le entre el agua, ocasiona que cuando esta llega en grandes cantidades, choca con el cuerpo del terraplén provocando la saturación y una rapida erosión de este. En la siguiente figura se observa que dada la mala orientación que tiene la alcantarilla respecto a la forma en que llega el agua, hubo la necesidad de prolongar ese muro que construyen, dado que el agua chocaba directamente con el cuerpo del terraplén.

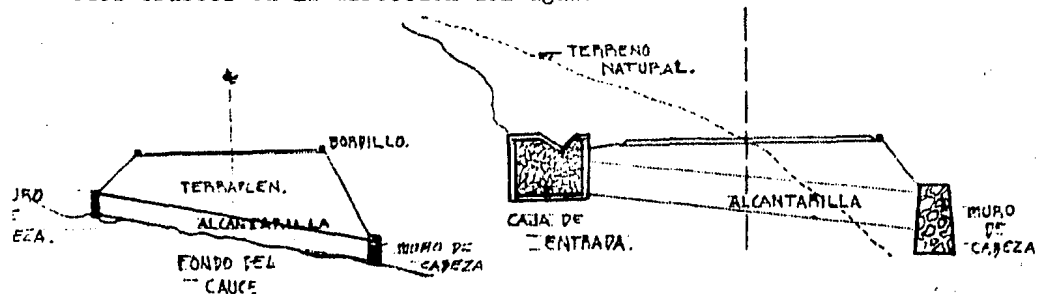
Se puede decir que el problema básico de las alcantarillas es el hidráulico como podemos ver en las fotos anteriores.



Foto. (n),- Construcción de un muro de mampostería para evitar que el agua chocará directamente en el cuerno del terraplén y lo saturará.

En general las alcantarillas se diseñan para que su boca no quede sumergida y se produzca almacenamiento, generalmente esto ocurre cuando no existe una adecuada conservación de las obras, o sea, cuando existe obstrucción ya sea por rocas, sedimentos, ramas, etc .

En lo posible una alcantarilla debe seguir la pendiente que tenía el cauce originalmente, para así evitar en lo posible cambios bruscos en la dirección del agua.



En esta carretera dada la necesidad que existia de hacer cortes muy largos se tuvieron que construir en partes intermedias de estos cortes cajas de entrada como la que se muestra en la siguiente foto

Foto. (9).-En esta carretera se tuvieron que hacer cortes muy largos como el que se observa en esta foto.



Foto. (0).- Instalación de una caja de entrada.



Foto (p).- Construcción
de un muro de cabeza a la
entrada de una alcantarilla
flexible.

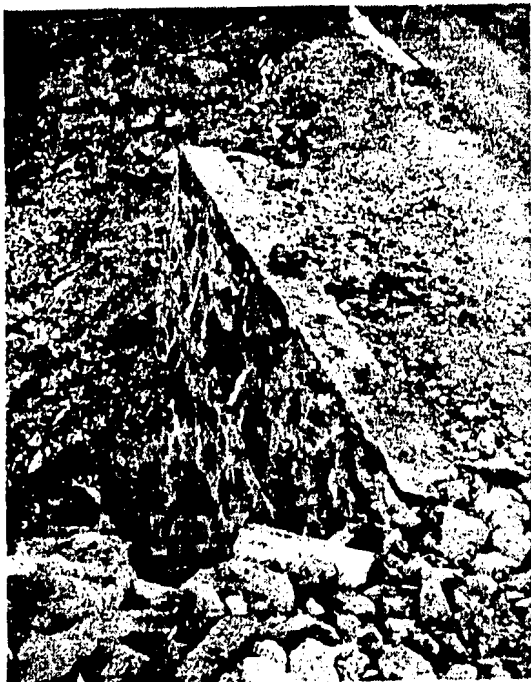


Foto. (q).- Construcción
de un muro de cabeza a la
salida de una alcantarilla
flexible.



La función de estas cajas es la de descongestionar a las cunetas. Generalmente en toda carretera que se contruye existe la necesidad de construir alcantarillas rígidas y flexibles. En esta carretera en particular dadas las condiciones topográficas e hidráulicas que existían se construyeron estos dos tipos de alcantarillas.

Para el diseño de las alcantarillas flexibles y rígidas se consideran las cargas muertas y las cargas vivas; entendiéndose por carga muerta a la capa de tierra que se encuentra arriba de la alcantarilla llamada comúnmente colchón. Las cargas vivas son origen del equipo que tránsito sobre la estructura; generalmente el efecto de la carga viva disminuye a medida que aumenta el espesor del colchón.

La resistencia y el buen funcionamiento de las alcantarillas flexibles va a depender de;

- La alcantarilla debe estar apoyada sobre un suelo homogéneo y de buena calidad en toda su longitud.

- La calidad y normas de colocación del material de relleno lateral y del colchón.

- Que el relleno sea en lo posible inerte al agua, es decir, no susceptible a expansión, agrietamientos, tubificación, etc. y fácil de compactar.

Este tipo de alcantarillas se apoyan en dos muros de cabeza - uno a la entrada y otro a la salida como se puede ver en las siguientes fotos

Estos muros de cabeza tienen dos finalidades: Le sirven de apoyo a la alcantarilla y de protección al terraplen, es decir, evita que este sufra erosión por efecto del agua a la entrada y salida de la alcantarilla.

La forma de colocar el material de relleno lateral y el colchón en alcantarillas flexibles. El relleno lateral debe colocarse en - capas y alternativamente, de modo que vaya creciendo simultaneamente por los dos lados. El colchón se empieza a colocar en el centro de la boveda, extendiéndose en el sentido transversal simultaneamente hacia los lados. El cubrimiento debe hacerse en sentido - longitudinal procediendo del centro hacia los extremos.

El fin que se sigue al colocar el material en esta forma es que la alcantarilla no sufra distorsiones.

Lo fundamental a cuidar en la colocación del material es la - correcta compactación de las capas; en caso contrario pueden presentarse fallas.

Con la compactación se busca incrementar la estabilidad del suelo y aumentar la resistencia al esfuerzo cortante.

Como regla práctica no debe haber un contorno a la estructura con ancho de dos diámetros de la misma, material que no haya sido cuidadosamente compactado. Esto debe hacerse con equipo manual; es frecuente compactar el colchón con equipo pesado antes de que este haya alcanzado el espesor adecuado, pero esto es un error y es origen de una posible falla.

Una vez construida la obra se debe de dar un buen mantenimiento para evitar que se azolve y se presenten almacenamientos aguas - arriba de la alcantarilla.

Mencionaré algunas ventajas y desventajas de este tipo de alcantarillas:

Ventajas.

- Se trabaja con un producto fabricado con normas estrictas.
- Se tiene alta resistencia en comparación a su peso.
- Funciona en suelos de muy baja capacidad de carga.
- Son facil de instalar y manejar.
- Estan disponibles en gran variedad de tamaños.

Desventajas.

- Tienen un alto costo, en comparación a las alcantarillas rígidas.

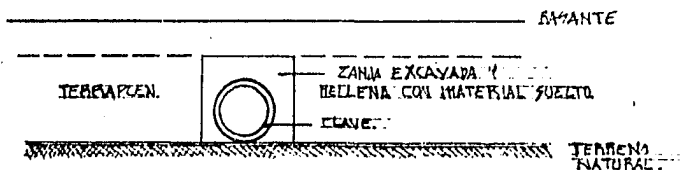
Las alcantarillas rígidas son hechas de mampostería y concreto (tubo de concreto)



Fig. (r).- ins-
tala^on de una al-
cantarilla rí^gida
de tubo de concre-
to.

Para calcular la carga muerta en este tipo de estructuras se clasifican en 4 clases de acuerdo a las condiciones de instalación en Zanja, en Terraplén, en Zanja con Terraplén, en trinchera Imperfecta. Este último es el mas usado; la instalación de esta alcantarilla es como sigue: Primero se coloca el tubo sobre el terreno natural sin utilizar ninguna zanja, despues se coloca el terraplén perfectamente bien compactado al rededor del tubo hasta una distancia de dos veces el diámetro del tubo a cada lado del mismo y hasta una altura de 40 cm. sobre su clave; en seguida se excava una a lo largo del mismo, con un ancho igual al diámetro y hasta una profundidad 10 cm. antes de su clave; esta zanja se rellena con material suelto y compresible y en seguida se sigue con la construcción del terraplén.

Entre más compresible sea el material de relleno mayor será la reducción de la carga muerta que actua sobre el tubo.



EN TRINCHERA IMPERFECTA.

SUBDRENAJE O DRENAJE SUBTERRANEO.

Otro punto importante en la construcción de carreteras es el estudio y necesidad que representa para toda carretera que se va a construir el drenaje subterráneo. Muchas veces la estabilidad de cortes, terraplenes y pavimentos en una carretera se ve amenazada por los flujos de agua existentes en el interior de la masa de suelo.

Para el diseño de un sistema de subdrenaje para una carretera es necesario realizar una correcta exploración geológica y en zonas en que pueda ser probable que se presente estos problemas. Por lo tanto se necesita contar con personal especializado en estudios geológicos para determinar que zonas necesitan de subdrenaje a partir de sus investigaciones.

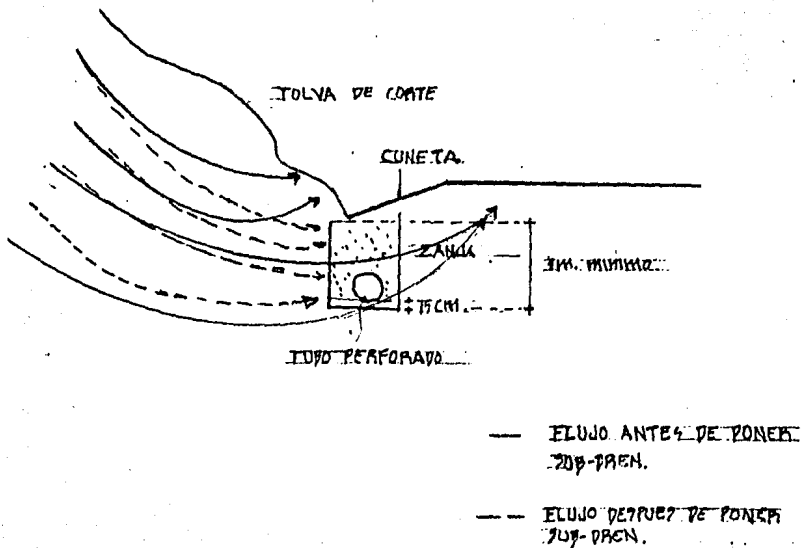
Entre los factores que se toman en cuenta para el diseño se tiene: Esguerramiento regional, Naturaleza del terreno, Capacidad de absorción del terreno, Evidencia que exista agua subterránea, afloramientos, Manantiales, etc.

Pero en general un buen diseño de un subdrenaje se apoya más en la práctica y experiencia de los Ingenieros consultores.

En la carretera de CD. Altamirano- Zihutanejo, en algunos tramos se construyó el subdrenaje llamado "subdrenes de zanja y capas permeables". Este tipo de subdrén se construye en la parte interior de las secciones en balcón, en ambos lados en secciones en corte, y consiste en excavar una zanja en el fondo del talud abajo de la cuneta, provista de un tubo del orden de 15 cm. de diámetro y rellena de material filtrante.

Al tubo se le efectuan algunas perforaciones en el fondo, con el objeto de que el agua entre a este para que sea conducida y - desalojada hacia alguna cañada o alcantarilla. El tubo se coloca sobre una plantilla de material permeable compactada (a veces de - concreto pobre) del orden de 15 cm. de espesor. Su función es el de desviar las aguas que afloran por el talud del corte en la co - rona del camino.

En la siguiente figura se muestra un esquema de este subdrenaje



**SECRETARÍA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS
Y OBRAS PÚBLICAS**

SAHOP

DEPENDENCIA DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES
CENTRO SAHOP CHILPANCIINGO, GRO. UNIDAD DE LABORATORIOS
RESIDENCIA CD. ALTAMIRANO, GEO.

INFORME DE MORTERO HIDRAULICO

OBRA KM. 79.205 - 79.233 ENSAYE N° 2871 - 2875
LOCALIZACION CAMINO. TENASCALTEPEC - TIHUATANEJO TRAMO: FECHA DE RECIBO 14-VII-82
(CIUDAD, CAMINO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.) FECHA DE INFORME 20-VIII-82
CD. ALTAMIRANO, ST. CERRAT

MORTERO DE CEMENTO MARCA Y TIPO MONTERREY PROPORCION 1:5 RESISTENCIA ESPECIFICADA _____ kg/cm²

OBRA	ELEMENTO	ENSAYE	MUESTRA	FECHA DE		ALTURA DE ESPECIMEN cm	SECCION DEL ESPECIMEN cm ²	CARGA DE RUPTURA kg	RESISTENCIA	
				MUESTREO	PRUEBA				kg/cm ²	%
<u>79.205</u>	<u>MURO</u>	<u>2871</u>	<u>1</u>	<u>MISMIOS LABORATORIO</u>					<u>RESIST. PROP.</u>	<u>KG/CM2.</u>
	"	<u>72</u>	<u>3</u>	"	<u>22-VII-82</u>	<u>5.2</u>	<u>26.0</u>	<u>1180</u>	<u>47.4</u>	
<u>79.233</u>	"	<u>73</u>	<u>1</u>	"	"	<u>5.2</u>	<u>26.0</u>	<u>1420</u>	<u>54.6</u>	<u>50.0</u>
			<u>2</u>	<u>MURO DE RETENCION ALT.</u>			<u>26.0</u>	<u>1300</u>	<u>50.0</u>	
		<u>74</u>	<u>3</u>	<u>14-VII-82</u>	<u>21-VII-82</u>	<u>5.0</u>	<u>25.0</u>	<u>1380</u>	<u>55.2</u>	
		<u>75</u>	<u>1</u>	"	"	<u>5.0</u>	<u>25.0</u>	<u>1380</u>	<u>55.2</u>	<u>57.6</u>
		<u>2876</u>	<u>2</u>	"	"	<u>5.0</u>	<u>25.0</u>	<u>1560</u>	<u>62.4</u>	
			<u>3</u>							
			<u>1</u>							
			<u>2</u>							
			<u>3</u>							
			<u>1</u>							
			<u>2</u>							
			<u>3</u>							

OBSERVACIONES VER ENSAYES Nos. 2350 - 2355

EL LABORATORISTA G. JUAN A. ROSALES P. EL JEFE DE LABORATORIO DE CAMPO. CD. ALTAMIRANO, GEO. C. PEDRO GONZALEZ AMARAL. Vo. Bo.

SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS

DEPENDENCIA DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES

CENTRO SAHOP CHILPANJINGO, GRO. UNIDAD DE LABORATORIOS
RESIDENCIA CD. ALTAMIRANO, GRO.

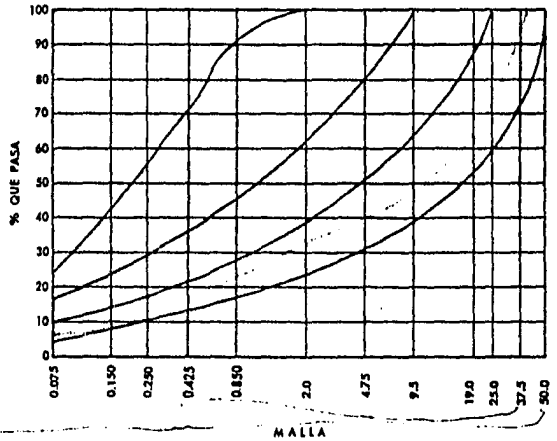
INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA KM. 75+200 CAMINO TEMAGUALTEPEC-ZIHUATA ENSAYE N° 3282
LOCALIZACION TRAMO CD. ALTAMIRANO-EL CE FECHA DE RECIBO 13-V-82
(CUIDAD, CABEZO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.)
DRAL. ORG. DE CAD. UD. ALTAMIRANO, GRO. FECHA DE INFORME 19-VIII-82

DAIOS DEL MUESTREO MATERIAL PARA CAPA DE: SUB-BASE BASE
DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL GRAVA ARENA DE RIO
CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO CAPA TENDIDA
TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO TRITURACION PARCIAL
UBICACION DEL BANCO KM. 31+578 DEBV. 3500 MTS. TRITURADORA KM. 31+900 DEBV. DER. 1900 MTS.

P.E. SECO SUELTO kg/m ³	1760
P.E.S. MAXIMO kg/m ³	2130
HUMEDAD OPTIMA %	7.9
P.E. DEL LUOGAR kg/m ³	
HUMEDAD DEL LUOGAR %	

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



MALLA	% RETENIDO	
	EN 50.0	EN 37.5
50.0		9.8
37.5		100
25.0		73
19.0		63
9.5		49
4.75		40
2.00		34
0.85		25
0.425		17
0.250		12
0.150		8
0.075		7

V.R.S. (ESTANDAR) %	96.2
EXPANSION %	0.0
VALOR CEMENTANTE kg/cm ²	04.9
EQUIVALENTE DE ARENA %	38.8

PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA N°m. 9.5	
ABSORCION %	2.45
DENSIDAD	2.64
DURABILIDAD	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA N°m. 0.425				
LIMITE LIQUIDO %	11	24	EQUIV. HUM. DE CAMPO %	
LIMITE PLASTICO %	11	INAP.	CONTRACCION LINEAL %	1.1
INDICE PLASTICO %	11	11	CLASIFICACION SOP	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES **EL MATERIAL ANALIZADO CUMPLE ESPECIFICACIONES PARA SU EMPLEO EN LA CAPA DE BASE HIDRAULICA.**

EL LABORATORISTA <i>[Firma]</i> C. JUAN A. ROSALES P.	EL JEFE DEL LABORATORIO DE CAMPO (CD. ALTAMIRANO, GRO.) <i>[Firma]</i> C. PEDRO GONZALEZ AMARAL	Vo. Bo.
--	--	---------



SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS

DEPENDENCIA DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALESCENTRO SOP CHILPANCIINGO, GRO.UNIDAD DE LABORATORIOS
RESIDENCIA CD. ALTAMIRANO, GRO.

INFORME DE PRUEBAS EN ARENAS PARA CONCRETO Y/O MORTERO HIDRAULICOS

OBRA <u>KM. 74+110</u>	ENSAYE N° <u>2745</u>
LOCALIZACION <u>CAMINO, TEMASCALTEPEC-ZIHUATANEJO TRAMO:</u>	FECHA DE RECIBO <u>25-VI-82</u>
<small>(CIUDAD, CAMINO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.)</small>	FECHA DE INF. <u>19-VIII-82</u>
<u>CD. ALTAMIRANO EL JEDRAL</u>	

BANCO <u>PANTOJA KM. 30+100 DER. 3000</u>	UBICACION: <u>MATERIAL EMPLEADO EN EL</u>
<u>MTB.</u>	<u>CARROTE L/DER. ALT. CONST. 1.84 M.</u>

PESOS ESPECIFICOS		PESOS ESPECIFICOS DE MATERIAL SATURADO	
P.E. <u>1450</u> kg/m ³	ABSORCION <u>2.52</u> %	FRASCO CHAPMAN <u>2.56</u> g/cm ³	
P.E.C. <u>1625</u> kg/m ³	EQUIVALENTE DE ARENA <u>75.0</u> %	PICNOMETRO _____ g/cm ³	

MATERIA ORGANICA (SIN LAVADO) <u>PASA ESP.</u>	MATERIA ORGANICA (CON LAVADO) _____
--	-------------------------------------

SUBSTANCIAS PERJUDICIALES	PORCENTAJE EN PESO	
	DE LA MUESTRA	ESPECIFICACION
Partículas deleznales		1.0 máx.
Material que pasa malla Núm. 0.075 Para concretos sujetos a desgaste		3.0 máx.
Material que pasa malla Núm. 0.075 Para concretos de cualquier otro tipo	1.0	5.0 máx.
Carbón y lignito Para concretos aparentes		0.5 máx.
Carbón y lignito Para concretos de cualquier otro tipo		1.0 máx.

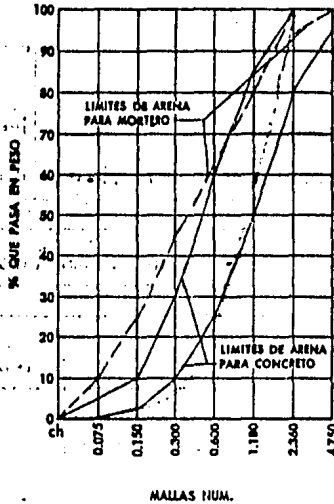
INTEMPERISMO ACCELERADO	% PERDIDA EN PESO	
	DE LA MUESTRA	ESPECIFICACION
Con sulfato de sodio		10% máx.
Con sulfato de magnesio		15% máx.

NOTA: Las determinaciones del contenido de materiales que reaccionan con los álcalis del cemento deberán reportarse por separado.

ANALISIS GRANULOMETRICO

PESO MUESTRA 20.000 kg PESO GRAVA 2.900 kg
 DIFERENCIA 17.100 kg GRAVA 14.9 %

MALLAS	% QUE PASA EN PESO	ESPECIFICACION % RETENIDO
NUM. 4.750	✓	0
" 2.360	100	0 - 5
" 1.180	55	
" 0.600	20	
" 0.300	6	
" 0.150	2	75 MIN.
" 0.075	1	90 MIN.
MODULO DE FINURA:	3.17	1.6 - 2.5



OBSERVACIONES:

VER ENSAYE No. 2780

EL LABORATORISTA <i>[Signature]</i> C. JUAN A. ROSALES P.	EL JEFE DEL LABORATORIO DE CAMPO. C.D. ADRIANILIANO, G.R.O. <i>[Signature]</i> C. PEDRO GONZALEZ ATANAL.	Vo. Bo.
--	---	---------



SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS

DEPENDENCIA DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALESCENTRO SOP CHILPANCINGO, GRO.UNIDAD DE LABORATORIOS
RESIDENCIA CD. ALTAMIRANO, GRO.

INFORME DE PRUEBAS EN GRAVA PARA CONCRETO HIDRAULICO

OBRA	<u>KM. 74+270 - 74+320 CAMINO. TETASQUALEPFO-</u>	ENSAYE N°	<u>1204</u>
LOCALIZACION	<u>ZIHUATANEJO. TRAMO. CD. ALTAMIRANO- EL</u>	FECHA DE RECIBO	<u>24-III-82</u>
	<u>CD. ALTAMIRANO, GRO. ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.)</u>	FECHA DE INF.	<u>25-V-82</u>

BANCO:	<u>PLAGERES DEL ORO KM. 31+578</u>	UBICACION:	<u>MAT. EM. LEADO EN CUNETA</u>
DESV.	<u>DER. 3500 MTS.</u>		<u>L/DER. LOSAS 1-21</u>
MAT.	<u>TRITURADO KM. 31+900 DESV.</u>		
	<u>DER. 1900 MTS.</u>		

PESOS ESPECIFICOS			
P.E.S.	<u>1470</u> kg/m ³	ABSORCION	<u>3.20</u> %
P.E.C.	<u>1680</u> kg/m ³	DENSIDAD APARENTE	<u>2.70</u>
		DESGASTE	_____ %
		ESPECIFICACION	50% máx.

SUBSTANCIAS PERJUDICIALES	PORCENTAJE EN PESO	
	DE LA MUESTRA	ESPECIFICACION
Partículas deleznales		0.25 máx.
Partículas suaves		5.0 máx.
Pedernal como impurezas que se desintegre en los cinco (5) ciclos de la prueba de sanidad o aquel que tenga un peso específico relativo, saturado y superficialmente seco, menos de dos punto treinta y cinco (2.35)		
Para condiciones severas de exposición		1.0 máx.
Para condiciones medias de exposición		5.0 máx.
Material que pasa la malla Núm. 0.075		1.0 máx.
Carbón mineral y lignito para concretos aparentes		0.5 máx.
Carbón mineral y lignito para concretos de cualquier otro tipo		1.0 máx.

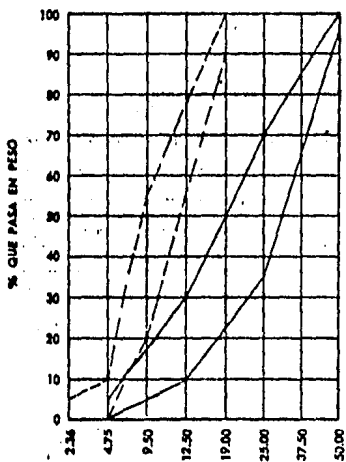
INTEMPERISMO ACELERADO	% PERDIDA EN PESO	
	DE LA MUESTRA	ESPECIFICACION
Con sulfato de sodio	<u>5.3</u>	12% máx.
Con sulfato de magnesio		18% máx.

ANALISIS GRANULOMETRICO

PESO MUESTRA 20.300 kg PESO ARENA 4.100 kg
 DIFERENCIA 16.200 kg ARENA 20.1 %

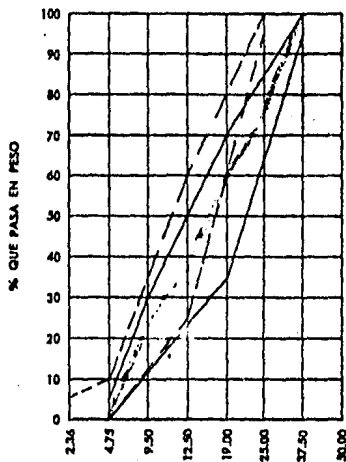
MALLAS	% QUE PASA EN PESO	ESPECIFICACION PARA TAMAÑO MAXIMO DE <u>37.50</u>
NUM. 75.00		
" 50.00		100
" 37.50	100	95 - 100
" 25.00	73	
" 19.00	60	35 - 70
" 12.50	38	
" 9.50		12 - 30
" 4.75	0	0 - 5
" 2.36		

TAMAÑOS MAXIMOS 50.0 y 19.0



MALLAS NUM.

TAMAÑOS MAXIMOS 37.5 y 25.0



MALLAS NUM.

% RET. EN MALLA 37.50 = 19.1

OBSERVACIONES:

VER ENCAJE NUM. 1953

EL LABORATORISTA <u>C. JUAN A. ROSALES P.</u>	EL JEFE DEL LABORATORIO DE CAMPO <u>COM. PANIRANO, GRO.</u> <u>C. PEDRO ROSALES P.</u>	Vo. Bo.
--	--	---------



SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS

DEPENDENCIA DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES

CENTRO SOP CHILPANZINGO, GRO.

UNIDAD DE LABORATORIOS

RESIDENCIA UD. ALTAMIRANO, GRO.

INFORME DE PRUEBAS EN ARENAS PARA CONCRETO Y/O MORTERO HIDRAULICOS

OBRA Km. 73+450 CAMINO, TEMASCALTEPEC-ZIHUATANEJO ENSAYE N° 2904
 LOCALIZACION TRAMO CD. ALTAMIRANO-EL CEDRAL ORG. DE CADENAMIENTO CD. ALTAMIRANO, GRO. FECHA DE RECIBO 27-VII-82
(CANTON, CAMINO, TRAMO, AUTOMOTRIZ, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.) FECHA DE INF. 20-VIII-82

BANCO: PANTOJA Km. 30+100 DESV. DE 3000 MTS. UBICACION: MAT. EMPLEADO EN EL LAVADERO L/DEH.

PESOS ESPECIFICOS		PESOS ESPECIFICOS DE MATERIAL SATURADO	
P.E.S. <u>1470</u> kg/m ³	ABSORCION <u>2.02</u> %	FRASCO CHAPMAN <u>2.56</u> g/cm ³	
P.E.C. <u>1630</u> kg/m ³	EQUIVALENTE DE ARENA <u>78.3</u> %	PICNOMETRO _____ g/cm ³	

MATERIA ORGANICA (SIN LAVADO) PARA ESP. MATERIA ORGANICA (CON LAVADO) _____

SUBSTANCIAS PERJUDICIALES	PORCENTAJE EN PESO	
	DE LA MUESTRA	ESPECIFICACION
Partículas delezables		1.0 máx.
Material que pasa malla Núm. 0.075 Para concretos sujetos a desgaste		3.0 máx.
Material que pasa malla Núm. 0.075 Para concretos de cualquier otro tipo	1.0	5.0 máx.
Carbón y lignito Para concretos aparentes		0.5 máx.
Carbón y lignito Para concretos de cualquier otro tipo		1.0 máx.

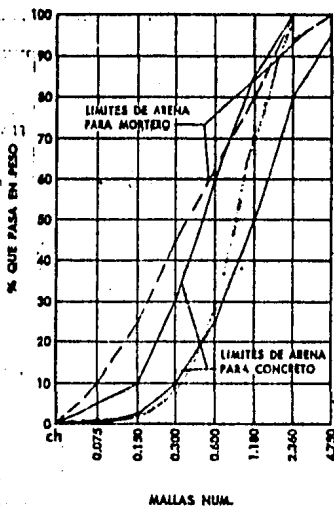
INTEMPERISMO ACELERADO	% PERDIDA EN PESO	
	DE LA MUESTRA	ESPECIFICACION
Con sulfato de sodio		10% máx.
Con sulfato de magnesio		15% máx.

NOTA: Las determinaciones del contenido de materiales que reaccionan con los álcalis del cemento deberán reportarse por separado.

ANALISIS GRANULOMETRICO

PESO MUESTRA 12.300 kg PESO GRAVA 2.470 kg
 DIFERENCIA 9.830 kg GRAVA 20.0 %

M A L L A S	% QUE PASA EN PESO	% RETENIDO <small>ESPECIFICACION</small>
NUM. 4.750	/	0
" 2.360	100	0 - 5
" 1.180	71	
" 0.600	29	
" 0.300	8	
" 0.150	2	75 MIN.
" 0.075	1	90 MIN.
MODULO DE FINURA	2.90	1.6 - 2.5



OBSERVACIONES:

LA ARENA ANALIZADA PUEDE EMPLEARSE EN LA ELABORACION DE MORTERO HIDRAULICO.

EL LABORATORISTA C. JUAN A. ROSALES P.	DE	JEFE DEL LABORATORIO C. PEDRO GONZALEZ AMARAL	Vo. Bo.
--	----	---	---------



SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS

DEPENDENCIA DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES

CENTRO SOP CHILPANCIÑO, GRO.

UNIDAD DE LABORATORIOS
RESIDENCIA CD. ALTAMIRANO, GRO.

INFORME DE PRUEBAS EN ARENAS PARA CONCRETO Y/O MORTERO HIDRAULICOS

OMA Km. 79+205 = 79+233	ENSAYE N° 2877
LOCALIZACION CAMINO, TEMASCALTEPEC-ZIHUATANEJO TRAMO: <small>(CIUDAD, CAMINO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DEL ESTABLECIMIENTO, ETC.)</small>	FECHA DE RECIBO 14-VII-82
CD. ALTAMIRANO-EL CEDRAL	FECHA DE INF. 20-VIII-82

BANCO: PANTOJA KM. 30+100 DER. 3000 MTS.	UBICACION: MATERIAL EMPLEADO EN EL MURO
	LE RETENCION L/LM. ALT. CONST. 3.20 MTS.

PESOS ESPECIFICOS		PESOS ESPECIFICOS DE MATERIAL SATURADO	
P.E.S. 1410 kg/m ³	ABSORCION 1.45 %	FRASCO CHAPMAN 2.50 g/cm ³	
P.E.C. 1620 kg/m ³	EQUIVALENTE DE ARENA 64.0 %	PICNOMETRO	g/cm ³

MATERIA ORGANICA (SIN LAVADO) PASA ESP.	MATERIA ORGANICA (CON LAVADO)
---	-------------------------------

SUBSTANCIAS PERJUDICIALES	PORCENTAJE EN PESO	
	DE LA MUESTRA	ESPECIFICACION
Partículas deleznales		1.0 máx.
Material que pasa malla Núm. 0.075 Para concretos sujetos a desgaste		3.0 máx.
Material que pasa malla Núm. 0.075 Para concretos de cualquier otro tipo	1.0	5.0 máx.
Carbón y lignito Para concretos aparentes		0.5 máx.
Carbón y lignito Para concretos de cualquier otro tipo		1.0 máx.

INTEMPERISMO ACELERADO	% PERDIDA EN PESO	
	DE LA MUESTRA	ESPECIFICACION
Con sulfato de sodio		10% máx.
Con sulfato de magnesio		15% máx.

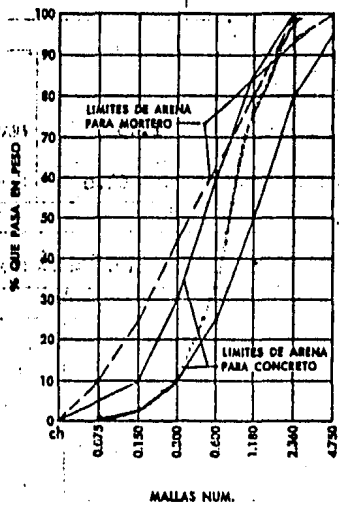
NOTA: Los determinaciones del contenido de materiales que reaccionan con los álcalis del cemento deberán reportarse por separado.

FORMA 11-01-RC12

ANALISIS GRANULOMETRICO

PESO MUESTRA 18.900 kg **PESO GRAVA** 2.020 kg
DIFERENCIA 16.880 kg **GRAVA** 11.0 %

MALLAS	% QUE PASA EN PESO	ESPECIFICACION % ESTABLECIDO
NUM. 4.750	/	0
" 2.340	100	0 - 5
" 1.180	76	-
" 0.600	34	-
" 0.300	11	-
" 0.150	3	75 MIN.
" 0.075	1	90 MIN.
MODULO DE FINURA:	2.76	1.6 - 2.5



OBSERVACIONES:

VER ENSAYE No. 2911

EL LABORATORISTA <i>[Signature]</i> C. JUAN A. ROSALES P.	DE CAMPO DEL LABORATORIO <i>[Signature]</i> C. PIERO GONZALEZ AMARAL.	No. Bo.
--	--	---------

FALLAS Y DESLIZAMIENTOS PRESENTADOS EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES, METODOS Y ESTRUCTURAS PARA CORREGIR Y PREVENIR ESTE TIPO DE FALLAS.

Muchas veces el Ingeniero que se dedica a la construcción de carreteras se enfrenta a problemas relacionados con la estabilidad de taludes, ya sean estos taludes naturales o taludes artificiales.

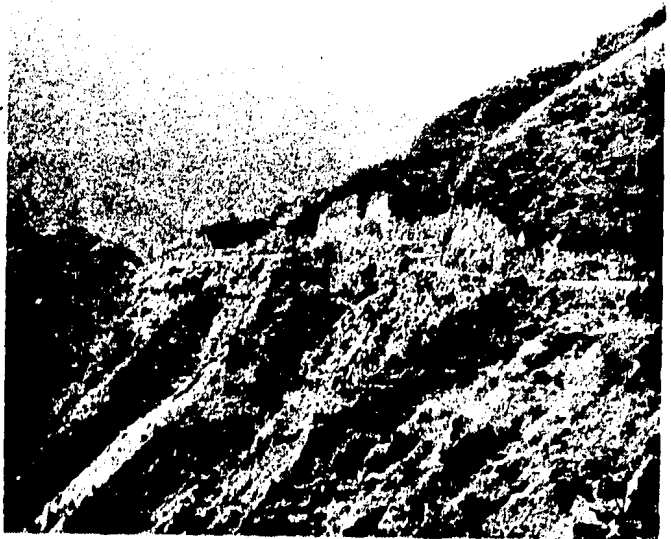
Actualmente el Ingeniero cuenta con varios métodos para resolver o corregir y prevenir problemas relacionados con la estabilidad de taludes. Todos los métodos que se venen se han probado algunos con mayor éxito que otros. Pero el Ingeniero que se enfrenta a estos problemas no debe limitarse nadamas a estos métodos; para su caso particular el tiene un conocimiento amplio e información necesaria para poder resolver su problema.

Los taludes son las estructuras mas complejas de una carretera ya que a diferentes inclinaciones, corresponden diferentes masas de tierra a mover; y por tanto diferentes costos.

Los taludes se proyectan y construyen generalmente viendo solo el aspecto económico, lo cual representa graves problemas.

Dado que en esta carretera el 70% se construyo en terreno montañoso como se puede ver en la siguiente foto (a).

Foto (a).- Se observa en este foto que los cortes en esta carretera son muy altos.



indica que quizás el 80% del costo total de la obra corresponde al movimiento de tierras. Por lo cual cualquier cambio en la inclinación de los cortes tendría gran influencia en el costo total de la obra.

La heterogeneidad de las formaciones involucradas hizo difícil cualquier estudio que se deseara intentar, por lo que un porcentaje elevado de los cortes de este camino se proyectaron en base a criterios de campo. Además de que no es posible proporcionar algunas reglas generales que permitan establecer cual es la inclinación más adecuada del talud del corte, cada caso es diferente y debe afrontarse en forma individual.

Generalmente la inclinación de los cortes se proyecta en base a su altura y un conjunto de valores C y ϕ (Cohesión y Angulo de fricción) los cuales se obtienen por medio de pruebas de laboratorio y de campo. Además se consideran las políticas generales establecidas por la institución que proyecta.

En toda carretera se busca minimizar el costo de movimiento de tierras, esto implica que se estudie cual es la inclinación más adecuada de los taludes de los cortes. Esta carretera en particular se proyectó con taludes muy escarpados tratando de obtener un supuesto bajo costo, después de corregidos todos sus problemas, sobre todo en épocas de lluvias, que se presentan varios derrumbes es posible resulte de un costo más elevado que si se hubieran proyectado con un criterio más conservador y ello sin contar con los trastornos y dilaciones que las correcciones y reconstrucciones implican.

Los factores que influyen para la estabilidad de un talud son: la topografía de los alrededores, la geometría del talud, la estratificación, propiedades mecánicas de los suelos que lo forman, estado de esfuerzos actuantes, factores climáticos, agua superficial y agua subterránea.

El nivel freático del agua y en general la presencia del agua en los materiales y en las proximidades de la superficie de falla desempeñan un papel fundamental en la estabilidad de los talu -

des.

Dentro de los taludes artificiales existen diferencias entre los terraplenes y cortes. Es decir los terraplenes constituyen una estructura que se construye con materiales relativamente controlados, mientras que esto en los cortes no es posible.

Para el análisis y calculo de la estabilidad de un talud existen métodos teóricos, los cuales se aplican de acuerdo a las condiciones a las que estará sometida la obra durante su vida útil.

Estos métodos sirven para que el ingeniero conozca si el talud que trata es estable o no, en la etapa de proyecto y pueda hacer la revisión en cuanto el talud ya este construido. Todos estos métodos suponen que el material es homogéneo; estratificación, disposición y modo de actuar de los agentes naturales que muy pocas veces se encuentran en las obras.

No todas las fallas que existen pueden representarse por un modelo matemático que pueda servir de base a un modo de calculo.

Entre las mas peligrosas que no se pueden representar son las fallas por flujos de agua internos y fallas por erosión, las cuales no pueden analizarse numéricamente por que tienen variedad de ocurrencia y complejidad.

La mayoría de las fallas de los taludes ocurren en épocas de lluvias y tienen lugar en estrecha conexión con el régimen de filtraciones y con el establecimiento de los regimenes subterráneos

El departamento de geotecnia de la S.C.T ha elaborado una tabla donde se indica de acuerdo a la altura del talud las recomendaciones que deben hacerse para cortes practicados en muy diversos materiales.

Las fallas que mas se han presentado en esta carretera son: fallas de flujo de lodos, fallas rotacionales, fallas por erosión, derrumbes, caídos, fallas por volteo, fallas por agrietamiento, fallas por tubificación.

Las fallas por flujo de lodos se efectua en las laderas naturales, sus movimientos son rápidos de una parte de la ladera natural

ocurre cuando el contenido de agua es muy alto en los materiales.

Una de las fallas que mas se presento en los cortes y terraplenes en esta carretera fue la falla rotacional.

En la sig. foto (b) se puede ver la magnitud de este tipo de falas ocurridas en esta obra.

Este tipo de fallas se desarrollan sobre una superficie curva, en el interior del cuerpo del talud, osea en la superficie de falla se desarrollan esfuerzos cortantes que sobrepasan la resistencia del material originando el deslizamiento del talud. En estas fallas sus movimientos son rapidos o practicamente instantaneos.

La forma de saber que se esta desarrollando una falla de este tipo es cuando en la corona se forman grietas.

En muchos tramos de terraplén de esta obra se estan manifestando grietas, es decir, la relacion esfuerzo deformación en la superficie de falla esta evolucionando desfavorablemente.

En los cortes esta falla generalmente se presento por los



Foto (b).- En esta foto se puede ver que un tramo de carretera fue destruido por una falla rotacional de cuerpo de talud. Tambien se puede apreciar la aparición de grietas en la corona indicando que se esta desarrollando una falla de este tipo.

perfiles estatigráficos desfavorables. Esto indica que ese corte no debería de haberse hecho por ese lado de la montaña. Estos son errores que se cometen por falta de información de la inclinación de los perfiles estatigráficos.

Las fallas rotacionales pueden ser de cuerpo de talud o de base. Las de cuerpo de talud, la superficie de falla se desarrolla en el cuerpo del terraplén; y en la fallas rotacionales de base, la superficie de falla se origina en el suelo de cimentación, esto ocurre cuando este es blando.

Las fallas rotacionales ocurren en suelos cuyo comportamiento es básicamente regido por su fracción arcillosa.

Las fallas por erosión o fallas por deformación de hombros. Estas ocurren en todas las carreteras; son fallas que no se pueden calcular numéricamente, ni controlar fácilmente.

Estas no están relacionadas con la resistencia del esfuerzo cortante del suelo, son frecuentes y causan mucho daño a los cortes y terraplenes. (ver foto (c)).

Las fallas por erosión en los cortes y terraplenes se producen por el ataque superficial de los agentes del intemperismo como son el agua de lluvia, el viento, el calor etc. Esta falla se manifiesta por la aparición de canalización y socavones en el plano del talud.



Foto (c).- Falla por erosión.

Esta falla puede ser la causa para que se produzca otra de tipo rotacional, es decir, es frecuente ver que en carreteras el ataque de los agentes erosivos sobre el cuerpo y pie del talud haciendo que pierda material y dando origen a que se presente una falla rotacional.

Estas fallas varían de un lado a otro, ya que existen diferentes climas, intensidad de lluvias, intensidad de calor, etc.

Cabe mencionar que muchos tramos de esta carretera siguen la trayectoria del río, y es probable que al paso del tiempo el agua del río provoque socavación en el pie del talud sobre todo en épocas de lluvias; dando origen a una serie de fallas de tipo rotacional; se puede decir, que esto es contraproducente, por que habrá necesidad de construir estos tramos introduciéndose más sobre el terreno natural haciendo que se incremente el costo de mantenimiento de la obra.

DERRUMBES.

Estas fallas se presentan en los cortes de una carretera y más cuando son tan escarpados como es el caso que nos ocupa.

Estas fallas son desprendimientos locales de pequeños o grandes volúmenes de tierra o roca.

En las fotos (d) y (e) se muestra la magnitud de los derrumbes que se han presentado en esta carretera.

Se puede ver en estas fotos que los derrumbes son de grandes macizos rocosos, provocando la caída de estos daño a la carpeta asfáltica, obras de protección, destrucción de anuncios, obstrucciones de la cuneta, esto último ocasionando que en épocas de lluvias el agua circule por la carpeta asfáltica creando baches y a veces destrucción total de la carpeta en ese tramo (ver foto (f)).

Se puede ver en la foto (g) que por causa del desprendimiento de grandes rocas destruyó parte de la carpeta asfáltica y hubo la necesidad de que se reparará con una capa de concreto.

Es necesario que cuando se diseñe, se tenga cuidado para evitar estos errores.



Foto (d).- Derrumbe de macizos rocosos. Se puede ver que la caída de estas rocas impiden en muchas ocasiones el paso de vehículos.



Foto (e).- Derrumbe de rocas en la carretera de Cd. Altamirano -Zihuatanejo.

Foto (f).- Se observa que la obstrucción de las cunetas hace que el agua circule por la carpeta asfáltica, haciendo que esta se destruya.



CAIDOS .- Estas fallas son asociadas a cortes muy escarpados; estas se originan por el ataque de los agentes mecánicos, intemperizando la roca y ocasionando que caiga. Esto provoca que se obstaculicen las cunetas y que constantemente necesiten de mantenimiento.

Foto (g).- En estas fotografías se muestra que la caída de grandes macizos rocosos dañaron la carpeta asfáltica y hubo necesidad de que se reparara por medio de una capa de concreto.



En las fotos (h) y (i) se puede ver que los caídos provocan la obstrucción de las cunetas y a veces impiden el paso de vehículos. (11)

Foto (h).- Limpia de cunetas por la obstrucción de caídos.

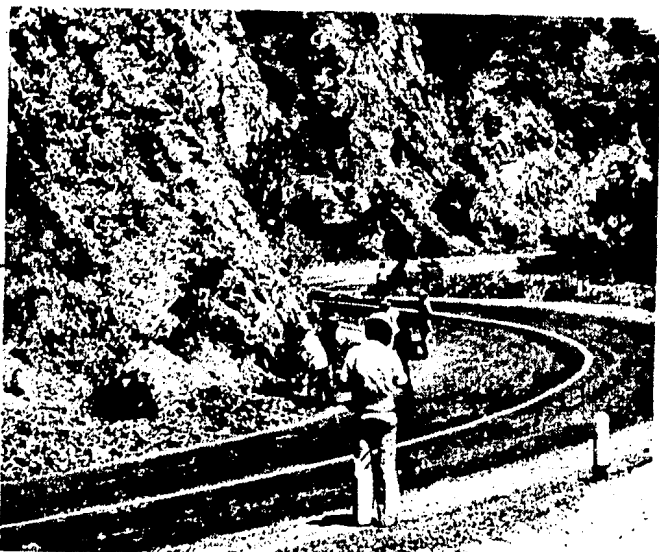
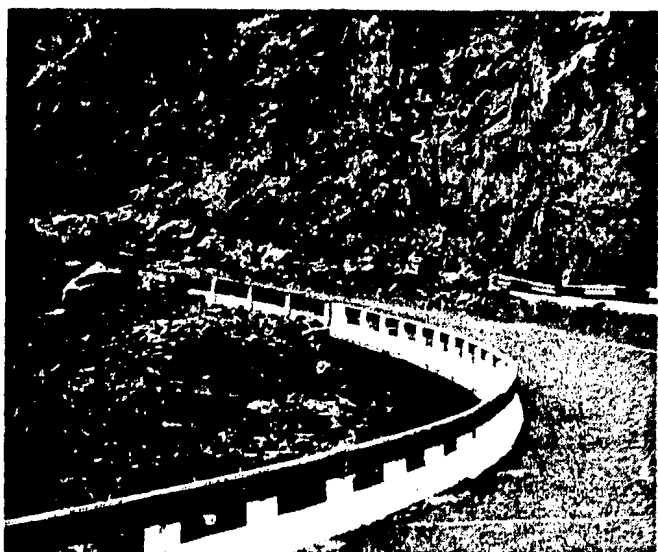


Foto (i).- Caídos ocurridos en la carretera de Cd. Altamirano-Zihuatanejo.



En algunos tramos de esta carretera se presentan algunas fallas por volteo. Estas se originan en taludes en que los planos de debilidad tienen hechados muy grandes o donde se presentan rocas estratificadas esto lo podemos ver en la sig. foto (j).

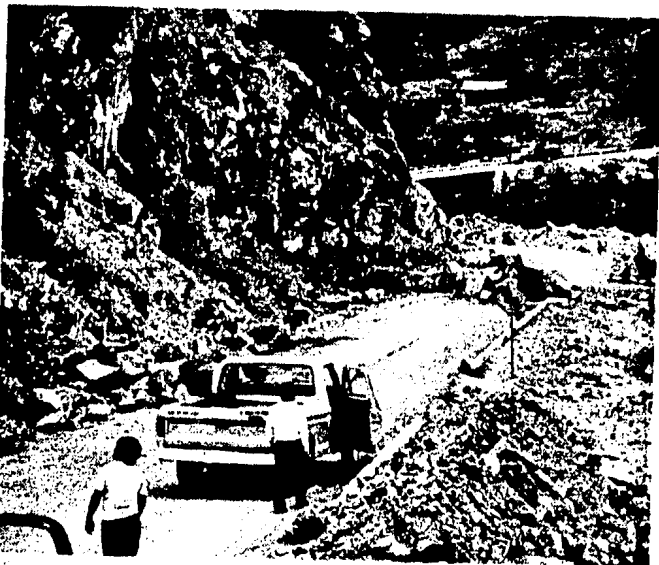


Foto (j).- Falla por volteo de roca muy estratificada.

Fallas por Agrietamiento.- Estas fallas se observaron en pocos tramos de esta carretera. Son grietas que se presentan longitudinal y transversal al eje de la carretera.

Las grietas longitudinales (foto (k)) se debe por el diferente grado de secado de los materiales de los hombros y parte central del terraplén. Las grietas transversales se debe al asentamientos diferenciales; generalmente estas se presentan en zonas de transición, estas últimas son las que con menor frecuencia se manifestaron en esta carretera.

Una de las causas por las que se puede presentar o no las grietas sobre en terraplén es la compactación que se le aplique al suelo con que se forma el terraplén. Es común que los terraplén agrietados se hayan compactado con un contenido de agua menor a la humedad óptima de campo.

Foto (k).- Se muestra la aparición de grietas longitudinales en el hombro del terraplén de la carretera Cd. Altamirano-Zihuatenejo.



La falla que mas perjudico a varios tramos de esta carretera se presento cuando en uno de los lados del terraplén hubo almacenamiento de agua, formado por la insuficiencia hidráulica de las alcantarillas. Este fenomeno se inicia cuando se establece un flujo através del terraplén, haciendo que las partículas sean removidas y vayan formando tubificaciones, cuyo diámetro va creciendo constantemente, hasta que se presenta el colapso del terraplén como se puede ver en las fotos (l), (m) y (n).

La tubificación es uno de los factores que debe considerarse para la estabilidad de los terraplenes.

Un factor que contribuye a su formación es la diferente compactación que se le aplique al terraplén; generalmente esta insuficiencia es común sobre la vecindad de muros o superficies rígidas tales como las alcantarillas.

Tomando en cuenta que las alcantarillas es común que en épocas de lluvias se presenten tirantes de agua de altura considerable y coincide con lugares a los cuales es difícil de compactar correctamente: se puede decir que constituyen puntos críticos los



Foto (l).- Palla por tubificación ocurrida en la carretera de Cd. Altamirano- Zihuatanejo.



Foto (m).- Palla por tubificación.

Foto (n) Falla por
tubificación.



los cuales los podemos confirmar viendo las figuras anteriores.

Se debe tener cuidado que en las cercanías de las alcantarillas no se utilicen materiales susceptibles a la tubificación.

Los suelos mas susceptibles a la tubificación son los friccio-
nantes finos permeables sin cementación con índice plástico menor
de 10%, y los suelos que resisten mas a la tubificación son las -
arcillas muy plásticas con índice plástico mayor al 15%.

**MÉTODOS Y ESTRUCTURAS QUE SIRVEN PARA CORREGIR Y PREVENIR
FALLAS DE TALUDES.**

Las deformaciones, agrietamientos, manifestaciones del regimen
del flujo interno de las aguas entre otros son signos por medio de
los cuales se puede identificar las posibles fallas de los taludes
en el campo.

Para poder tomar las medidas necesarias para su control, se -
menciona antes que se cuenta con métodos teóricos para conocer si
el talud o ladera en estudio es estable o no. Se puede pensar que

un talud calculado, al conocer su factor de seguridad se tendría una medida cuantitativa inmediata de su condición. Pero en una carretera sobre todo en los cortes los taludes son difícil de calcular, ya que estos están formados por materiales que no son homogéneos. Esta es una de las diferencias que el Ingeniero que se dedica a la construcción de carreteras debe tener muy en cuenta.

También se menciona que la estabilidad de los taludes depende de una serie de factores. Sin embargo es claro que en la gran mayoría de los casos será muy difícil prever la existencia de futuros deslizamientos o fallas, y el Ingeniero deberá limitarse a extremar sus precauciones en aquellos lugares en que sean susceptibles a fallas como son: cortes sobre rocas muy fragmentadas, cortes sobre echados desfavorables, laderas o taludes en cuyo pie existen causas de erosión, etc.

Toda falla o deslizamiento se debe primero identificar para poder así aplicar el método de cálculo más adecuado.

Las fallas pueden prevenirse mejor en base a un adecuado diseño, más realista y la posibilidad de este descansa mucho en una exploración adecuada; sobre todo cuando la carretera cruce por zonas exista la posibilidad de que se presenten fallas.

La instrumentación de campo debe verse como auxiliar importante de la detección y aun de la prevención de fallas.

Mucho de lo que se puede hacer para prevenir fallas en una carretera está ligado al cambio en el trazo geométrico de la propia carretera.

Un trabajo conjunto de topógrafos y especialistas en geotecnia puede lograr mucho en estos aspectos, manejando simplemente los alineamientos verticales y las pendientes de la vía, sin modificar alineamientos horizontales.

Algunas fallas se pueden prevenir con algunas consideraciones básicas por ejemplo; en cortes siempre se debe procurar que al menos el pie del talud permanezca tan cargado como sea posible; la descarga suele disminuir la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos y rocas. Otra regla que es práctica y se debe considerar

para evitar fallas en taludes es que cuando menor sea el volumen - de la excavación para un corte y menos tendidos sus taludes menor será la cantidad de agua que la estructura reciba en una lluvia.

Ademas para atacar un corte este debe hacerse en estratos prac - ticamente en toda su longitud, pues asi se abate de manera unifor - me el nivel del agua en el subsuelo y no se crean grandes fuentes no drenadas; esto generalmente da buenos resultados.

Los métodos para mejorar la estabilidad de un talud tratan de: evitar la zona de falla, reducir las fuerzas motoras o actuantes, aumentar las fuerzas resistentes; estos son:

(1)= Evitar la zona de falla.

(2)= Disminuir las fuerzas actuantes o motoras.

(3)= Aumentar las fuerzas resistentes.

Método de elución sirve para (1)

Método de excavación sirve para (1)

Abatimiento de taludes

-en terraplenes sirve para (3)

- en cortes sirve para (2)

Empleo de bermas

- en terraplenes sirve para (3)

- en cortes sirve para (2)

Escalonamiento en cortes sirve para (2)

Empleo de materiales ligeros en terraplenes sirve para (3)

La consolidación previa de los suelos compresibles (3)

Empleo de estructuras de retención sirve para (3)

Empleo de pilotes sirve para (3)

Empleo de contrapesos al pie del talud sirve para (3)

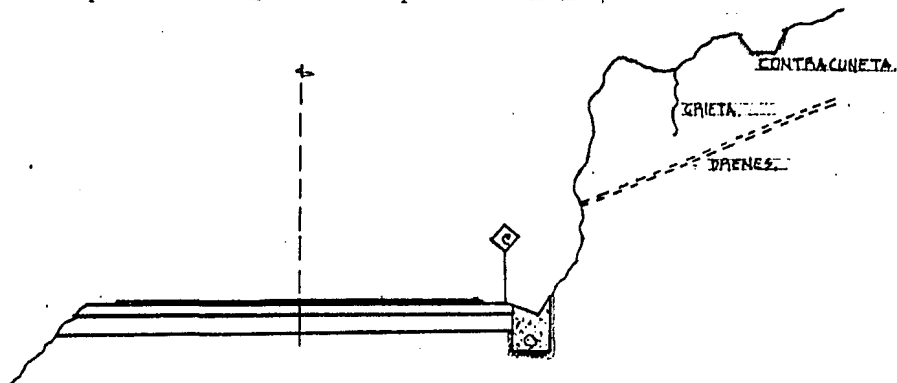
Anclas sirve para (3)

Uso de explosivos sirve para (3)

Empleo de vegetación sirve para (3)

El evitar la zona de falla se logra haciendo cambios en el - lineamiento de la carretera sea horizontal o vertical o la remo - ción total de los materiales inestables.

El disminuir las fuerzas actuantes se refiere al quitar peso. Esto se logra disminuyendo la altura del talud o bien quitar peso en algunas zonas. Para esta solución se debe tener cuidado de que no existan presiones de agua, ya que entonces esta solución puede ser contraproducente, osea que si existe una corriente de agua en el interior del talud, al quitar peso esto provocaría que el deslizamiento se presentara con mayor facilidad. Otra solución que existe para disminuir las fuerzas actuantes es evitando presiones hidrostáticas, esto se logra canalizando el agua superficial evitando que penetre en las grietas originadas en el talud; tambien se pueden instalar drenes que liberen la presión hidrostática



En esta figura se muestra las obras de arte de cuneta y contracuneta para canalizar el agua y evitar que esta se infiltre en las grietas que se originan en el talud.

El aumentar las fuerzas resistentes se logra ya sea por subdrenes que aumenten la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, por la construcción de estructuras de retención, como son los contrafuertes, muros de retención o por la colocación de anclas.

Generalmente en esta carretera, en muchos tramos hubo la necesidad de utilizar muros de retención, para aumentar las fuerzas

resistentes en el talud. Estos muros dada la facilidad que existe de obtener roca se construyeron de mampostería.

Estas estructuras se construyeron para prevenir las posibles - deslizamientos del talud en zonas que eran de tomar. De hecho su - principal campo estuvo en la prevención.

En muchos casos esta solución ha sido desecionante ya que no se tiene el debido cuidado en la proyección y construcción.

Estas estructuras para que funciones adecuadamente deben de con- tener a la superficie de falla formada o por formarse, deben de - dotarse de drenaje para que la estructura no este sujeta al empuje hidrostático, que como ya se menciona, es uno de los mas perjudi - ciales.

El drenaje de los muros de retención se debe de considerar una precaución obligada.

Se puede ver que estos muros no hubo la necesidad de dotarlos de drenaje ya que se construyeron sobre un material resistente, - ademas de que la zona o longitud que alcanza el muro esta imper - meabilizada en todo lo largo por la capa asfáltica; con esto se

Foto. (o).- Muro de retención en la carretera Cd. Altamirano- Zihuatanejo.



impide que el agua se infiltre y provoque el llamado empuje hidrostático sobre el muro.

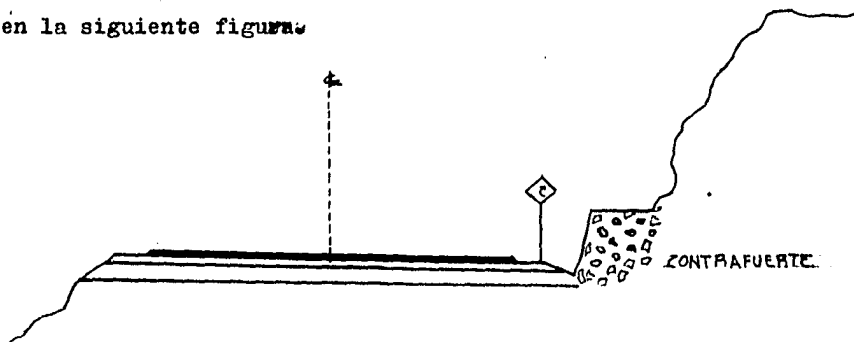
Estos muros por lo general en esta carretera se utilizaron al pie de los taludes del terraplén que no podían ligarse.

Convenientemente con el terreno de cimentación, sobre todo en estas zonas en que las laderas son muy inclinadas; es decir, en el confinamiento de terraplenes, porque no se disponía de espacio para su derrame y por que tales derrames resultaban demasiados largos, angostos e inseguros y difíciles de construir como en las secciones en balcón.

También en algunos tramos se construyeron al pie de los cortes, en materiales cuya resistencia era predominante o puramente cohesiva, ya que la estabilidad de un talud formado por estos materiales es una función de su altura.

La ventaja por la que se utilizaron estas estructuras es que ocupan poco espacio y no era posible pensar en abatir el talud.

También para incrementar las fuerzas resistentes del talud se utilizaron contrafuertes. Estas estructuras son de concreto o mampostería y se colocan en la base del talud tal como se muestra en la siguiente figura.



Se muestra la colocación de un contrafuerte para incrementar la estabilidad del talud.

Para evitar que los derrames de rocas pequeñas (caídas) caigan y obstaculicen la cuneta se construyeron muros de concreto y de piedra sobrepuesta y de mampostería.

Foto. (p).- Muro de piedra sobrepuesta construido sobre la carretera de Cd. Altamirano- Zihutanejo.

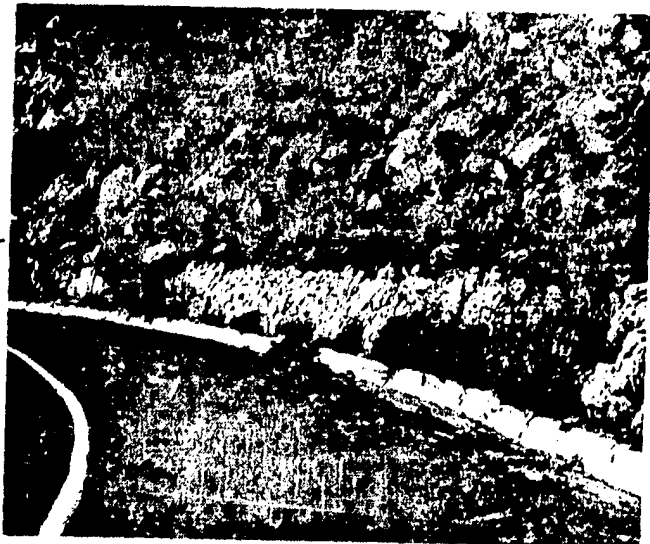


Foto. (q).- En esta foto podemos ver que en este tramo existe la necesidad de construir un muro de mampostería, concreto o de piedra sobrepuesta para evitar que los caídos obstaculicen la cuneta y puedan dañar la carpeta asfáltica.

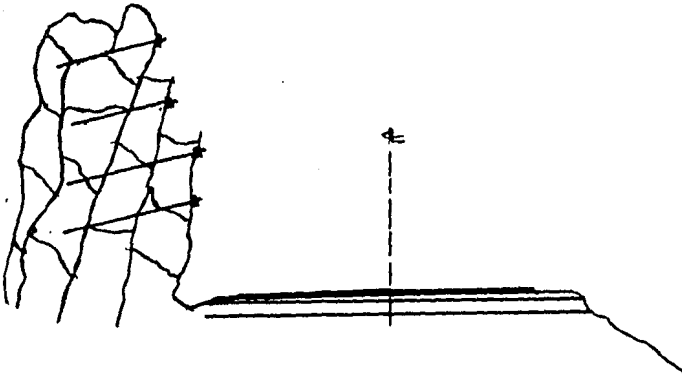


Otra forma de evitar caídos es colocando sobre los cortes mallas de acero para retener los caídos. Pero como en esta carretera - existen varios tramos con este problema, se incrementaría en un - buen porcentaje el valor de la obra.

Otro método que se pudieron haber utilizado con mayor facilidad para incrementar la estabilidad de los taludes, son métodos de anclaje, métodos de recubrimiento, abatimiento de taludes, escalonamiento de taludes.

Los anclajes son técnicas que se utilizan para estabilizar masas de roca, además de que sirven para estabilizar taludes formados por suelos cohesivos y friccionantes. La posición y dirección - dependerán de las condiciones de cada caso que se estudie.

Los anclajes suelen consistir en barras de acero unidas a muerros y solidamente ligados a la estructura de retención.



Los métodos incrementan la estabilidad del talud, a base de proteger los materiales contra efectos de erosión e intemperismo.

Este recubrimiento se logra por medio de concreto lanzado, en - cortes y de riegos asfálticos en los hombros del terraplén. Estos últimos son los que en algunos tramos de terraplén de esta carretera hubo la necesidad de colocar en los hombros.

En la foto (r).-se muestra la forma de hacer el recubrimiento con concreto lanzado, sobre un corte. Se puede ver que para dar -

Foto. (r).- Recubrimiento de un talud con concreto lanzado.

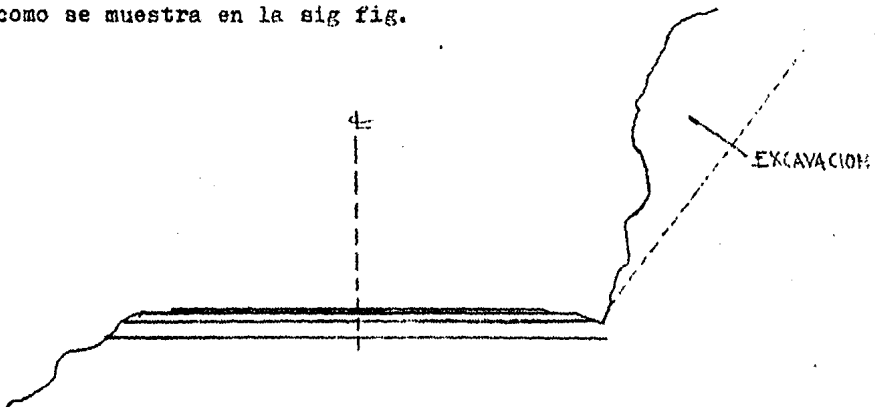


una mayor resistencia al concreto lanzado se coloca una malla.

Se debe tener cuidado, que los taludes sobre los que se hace el recubrimiento, no existan filtraciones de agua ya que entonces este método sería inadecuado.

El abatimiento de taludes . Este es un método correctivo; en esta carretera es te método se pudo haber aplicado sobre los cortes

El abatimiento en un corte se logra por medio de excavación tal como se muestra en la sig fig.



El abatimiento en un corte, tiende hacer que la superficie de falla se desarrolle en zonas mas profundas del mismo lo cual es -

benéfico pues en ella el suelo tendrá en general una resistencia mayor.

El abatimiento de un talud debe hacerse con técnicas de construcción adecuadas, es decir, tanto en terraplenes como en cortes el abatimiento de un talud debe ser objeto de un proyecto previo que incluya el correspondiente cálculo y construcción.

El escalonamiento se efectúa de acuerdo al material en el cual se efectúa el corte. Este tiene la función es igual que abatir el talud.

El escalonamiento tiene las siguientes ventajas, proteger al corte contra la erosión del agua superficial, al reducir su velocidad y detiene pequeños derrumbes y caídos.

No existe regla para proyectar el escalonamiento de un corte y este debe ser propuesto por cada caso particular.

Es común que la huella de los escalones disminuya hacia arriba lo mismo que su peralte.

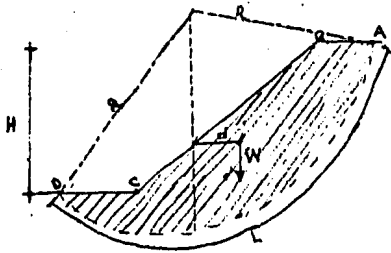
ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES

Este tipo de análisis siguen tres pasos fundamentales:

- Se establece una hipótesis sobre el mecanismo de la falla que se producirá (fuerzas motoras).
- Se adopta una ley de resistencia para el suelo; con base en esta ley se podrán analizar las fuerzas resistentes disponibles.
- Se establece algún procedimiento matemático de confrontación para definir si el mecanismo de falla propuesto podrá ocurrir o no bajo la acción de las fuerzas motoras, venciendo el efecto de las fuerzas resistentes.

Actualmente suele denominarse método sueco a cualquier procedimiento de cálculo de estabilidad de taludes que haga uso de la hipótesis de falla circular.

Cuando la ley de resistencia es ϕ - c (suelos puramente cohesivos)



El deslizamiento lo tiende a producir (fzcas actuantes), el peso (W) , el área (A,B,C,D), mas cualquier sobre carga que actua en la corona del talud.

El peso W se calcula: $W = \gamma_m \times \text{Area} \times \text{Espesor unitario normal}$.

$$M_{\text{motor}} = \sum W \times d$$

$$M_{\text{resistente}} = C_u L R$$

F_s = Factor de seguridad.

$$F_s = \frac{M_r}{M_m} = \frac{C_u L R}{\sum W d}$$

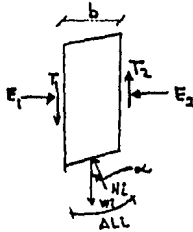
$F_s > 1$ es condición para que no exista deslizamiento.

Cuando la ley de resistencia es ; $S = C_u + \sigma \tan \phi$
E

Empleando el método sueco a base de las dovelas:



Aislando una dovela por ejemplo la No 3 y trabajando su diagrama de cuerpo libre se tiene:



1.- Las fuerzas E_1 y E_2 , así como T_1 y T_2 se consideran iguales por lo tanto se contra restan y no tienen ningún efecto sobre la dovela.

2.- Se halla el área de la dovela y se multiplica por el peso específico del material constituyente para hallar el peso total de la dovela. En dado caso que parte de la dovela este saturado; para el análisis de la estabilidad se considerará el γ saturado, para esta parte y el γ material para la parte no saturada de dicha dovela.

3.- Para poder trabajar con esfuerzos efectivos el peso total W_i se le resta la fuerza debida a la presión de poro "u", es decir;

$$\bar{W}_i = W_i - u b$$

Donde $u = \gamma_w \Delta H$ $b =$ ancho de la dovela.

4.- El calculo de la normal $N_i = \bar{W}_i \cos \alpha$ para un material en el cual esta saturado.

Como por ejemplo, la dovela No 2 de la fig anterior;



5.- Se calcula; $\sigma_c = \frac{N_i}{ALL}$ $\sigma_c =$ presión normal actuando en el área ALL.

6.- con el valor de i se entra a la gráfica de la ley de resistencia del suelo dado por;

$$S_i = C + \sigma_c \tan \phi$$

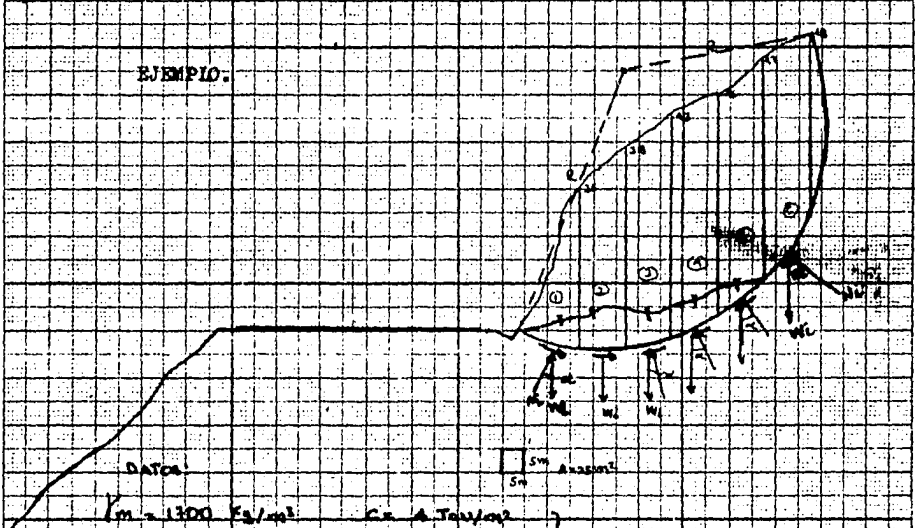
- 7.- Se obtiene el producto $S_i \Delta L_i$
- 8.- El momento resistente es igual a $\sum R S_i \Delta L_i$, como $R = \text{cte.}$ se puede escribir: $M_r = R \sum S_i \Delta L_i$
- 9.- Se calcula $T_i = \bar{w}_i \text{ Sen} \alpha$
- 10.- Se obtiene el momento motor que es igual a $\sum R T_i$ pero $R = \text{cte.}$ entonces $M_m = R \sum T_i$ (T_i con su signo correspondiente).
- 11.- Se define el factor de seguridad "Fs" igual a :

$$F_s = \frac{M_r}{M_m} = \frac{R \sum S_i \Delta L_i}{R \sum T_i} = \frac{\sum S_i \Delta L_i}{\sum T_i}$$

$$F_s = \frac{\sum S_i \Delta L_i}{|\sum T_i|}$$

Donde se debe de verificar $F_s > 1.5$

EJEMPLO:



$\gamma_m = 1700 \text{ Kg/m}^3$ $C_u = 1.56 \text{ Ton/m}^2$
 $\gamma_w = 1000 \text{ Kg/m}^3$ $\phi = 32^\circ$

DATOS QUE SE OBTUVIERON
 EN LABORATORIO

DISTANCIAS K_{SAT}

V_{s1}	arena	$W_u = e \cdot K_u$	si superamos una porosidad $n < 0.20$
V_{s2}	siliceo	$W_s = S_s \cdot K_s$	la porosidad se define

$$n = \frac{e}{1+e}$$

$$V_{s1} = V_{s1} + V_{s2} \cdot e \cdot (1) = 1.25 \text{ m}^3 \quad n(1+e) = e$$

$$W_u = W_u + W_s \cdot e \cdot K_u + S_s \cdot K_w \quad n + n \cdot e = e$$

$$W_u = e \cdot K_u = 0.25 \times 1000 = 250 \text{ kg} \quad n \cdot e = n \cdot e$$

para $K_{SAT} = \frac{W_u + W_w}{V_{s1}}$ $0.20 = e \cdot (1 - 0.20)$

$$K_s = \frac{W_s}{V_s} \rightarrow V_s = 1 \text{ m}^3 \quad 2 = \frac{0.20}{1 - 0.20} = 0.25$$

$$W_s = K_s = 1700 \text{ Kg}$$

$$K_{SAT} = \frac{1700 + 250}{1.25} = 1560 \text{ Kg/m}^3 = 1.56 \text{ Ton/m}^2$$

DOVELA	ANCHO m	ALTO m	AREA m ²	VL Ton	AV m	AV Ton	AV Ton	VL Ton	α	cos α	VL Ton	AL m	AZ Ton	SL Ton	SLAL Ton-m	Sen α	TL Ton-m
1	14	17.5	245 m ²	437.6	5	5	70	367.6	30	0.8660	318.34	14	22.73	18.20	289.8	0.5	183.8
2	10	36.5	365 m ²	644.8	9	9	90	554.8	4	0.9975	553.45	11	50.31	35.43	387.73	0.0697	38.67
3	10	40.5	405 m ²	752.9	5	5	50	702.9	-22	-0.9271	-651.97	11	-59.22	-33.00	-363	-0.3746	-263.23
4	10	44.5	445 m ²	800.1	6	6	60	740.1	-19	-0.9455	-699.84	11	-63.62	-35.75	-393.25	-0.3255	-240.9
5	10	46.5	465 m ²	826.1	4	4	40	786.1	-45	-0.7071	-555.85	13	-42.75	-26.71	-347.23	-0.7071	-555.4
6	10	48.5	485 m ²	707.2	0	0	0	707.2	-67	-0.3907	-276.30	18	-15.35	-5.57	-100.62	-0.9205	-650.77

$$\Sigma = -358.33 \quad \Sigma = -1488.51$$

DOV AV AREA.

$$1 \quad \frac{0+35}{2} = 17.5$$

$$2 \quad \frac{35+37}{2} = 36.5$$

$$VL = K_{AV}A + K_{AV}A \\ = 170 \times 17.5 + 156 \times 36 = 9746$$

$$FS = \frac{\Sigma SLAL_i}{\Sigma TL_i} = \frac{-358.33}{-1488.53} = 0.24$$

$FS = 0.24 < 1.5$ EXISTE LA POSIBILIDAD DE QUE SE PRESENTE EL DESLIZAMIENTO.

EQUIPO DE COMPACTACION QUE SE UTILIZO EN LAS --
DIFERENTES CAPAS QUE INTEGRAN AL TERRAPLEN.

La compactación de un suelo, es el proceso mecánico mediante el cual se busca mejorar las características de este como son: la resistencia al esfuerzo cortante, la compresibilidad, la relación esfuerzo-deformación, permeabilidad y flexibilidad; siendo estas dos últimas de menor importancia que las otras.

Con la compactación se busca obtener un suelo bien estructurado que posea y mantenga un comportamiento mecánico adecuado durante toda su vida útil. Además se logra que la estructura sea más resistente ante el ataque de los agentes erosivos como son: el agua, viento, calor, etc.

La importancia de compactar los suelos se basa en el aumento de resistencia y disminución de capacidad de deformación que se obtiene al sujetar al suelo a técnicas convenientes que aumenten su peso volumétrico, disminuyendo sus vacíos.

Las técnicas de compactación se utilizaron en esta carretera en el cuerpo de terraplen, en la sub-rasante, en la base, carpeta asfáltica; además en algunos tramos para la cimentación de la obra.

Actualmente los equipos de compactación de campo han tenido gran desarrollo, y el Ingeniero que se dedica a la construcción de carreteras cuenta con diferentes equipos de compactación con los cuales puede hacer la combinación que él requiera para obtener a costos adecuados los requisitos de calidad, impuestos por el proyecto.

El establecimiento de una prueba simple de compactación en el laboratorio cubre principalmente dos finalidades.

- Disponer de muestras de suelos compactadas teóricamente con las condiciones de campo.

- Poder controlar los trabajos de campo con el fin de tener seguridad que el equipo usado está trabajando efectivamente en las condiciones previas en el proyecto.

Como los procesos de compactación de campo cuestan tiempo de

ejecución estos deben estar ligados a un control de calidad, el cual se lleva por medio de pruebas de compactación en el laboratorio. El objeto de estas pruebas es medir las características del suelo que se halla compactado con el fin de verificar si se lograron los fines propuestos. En un principio con base en la Proctor y después en una serie de pruebas más o menos cercanas a la primera, estas últimas se desarrollaron con el fin de lograr mayor acercamiento a los procesos de compactación de campo.

Quando se va a realizar un proceso de compactación; de los suelos que se van a utilizar se recaban muestras de 40 a 50 Kg. para que sean lo más representativas, las cuales se llevan al laboratorio y se sujetan a distintas condiciones de compactación (distintas pruebas); se escojen las muestras y la prueba de compactación que represente mejor el proceso de compactación de campo, o sea, con las muestras y la prueba con la que se logre económicamente con el equipo de campo existente; con el equipo de campo que se vaya a usarse se reproducen las condiciones adoptadas por el proyecto. Esto suele hacerse construyendo en el campo un terraplén de prueba con el suelo a usar, en el que se ve el número de veces que deba pasar el equipo y el espesor de las capas. Finalmente una vez iniciada la construcción se verifica la compactación lograda tomando al azar muestras del suelo compactado en la carretera y se comprueba si se están satisfaciendo los requerimientos del proyecto.

Por tanto, en un proyecto específico suelen fijarse los requisitos de compactación estableciendo un cierto peso volumétrico seco óptimo, que se obtiene de la prueba de laboratorio, la cual se toma en base al equipo de campo con el cual se iban a reproducir las condiciones adoptadas en el laboratorio.

En el proceso de compactación de campo; este peso volumétrico se debe alcanzar con el equipo que se utilice; es decir, se están reproduciendo con el equipo de campo las condiciones de compactación adoptadas en la realización de la prueba de laboratorio.

Teóricamente el material debe compactarse con una humedad óptima, pero como el material que se extrae de los bancos tiene un cierto contenido de humedad natural, en ocasiones habra necesidad de añadir agua al material en el banco, en tanto en otras veces será preciso secarlo. Sin embargo las condiciones de clima pueden imponer restricciones muy serias respecto a la humedad del suelo por compactar: en tales casos la prueba de laboratorio que mas se ajuste a las condiciones de compactación de campo debe considerar tales restricciones.

Factores que influyen en la compactación.

Los resultados o propiedades mecánicas de los suelos que se obtengan de un proceso de compactación van a depender de varios factores, cada uno de los cuales cae dentro de estas tres afirmaciones.

- La forma de compactar el suelo.
- El tipo de suelo que se compacta.
- Las condiciones que prevalecen en el suelo en el momento que se compacta.

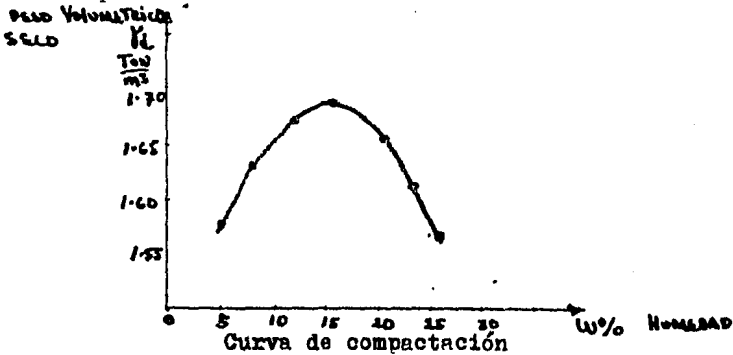
Es lógico pensar que si un mismo suelo se compacta de distintas formas, en cada caso se obtendrán resultados diferentes. Por otra parte si a varios suelos se les aplica una misma forma de compactación, y además si de una a otra se varían ciertas condiciones, en cada una de ellas se obtendrán resultados distintos.

Entre los factores que rigen el proceso de compactación están:

- El contenido de agua del suelo antes de iniciarse el proceso de compactación.
- La energía específica empleada en el proceso.
- La naturaleza del suelo.
- La temperatura.
- La recompactación.
- El método de compactación.
- Otras variables.
 - No de capas que se compactan
 - El espesor de las capas.

Los tres primeros son los que mas influyen en el proceso de compactación.

Proctor observó que al ir incrementando el contenido de agua, - al hacer la prueba de laboratorio se obtienen mas altos pesos - específicos secos y por tanto mejores compactaciones en el suelo, pero esa tendencia no se mantenía indefinidamente, sino que al pasar la humedad de un cierto valor, los pesos específicos secos obtenidos disminuyen, resultando peores compactaciones en la muestra ; es decir, con un cierto procedimiento de compactación (como el que se sigue en la prueba proctor) y juntando estos dos valores - básicos (peso específico seco, contenido de agua), pudo representar la marcha del proceso de compactación por medio de una gráfica (costumbre que actualmente se sigue) en la que se haga ver el - cambio de peso volumétrico seco al compactar al suelo con diversos contenidos de agua, utilizando varios especímenes del mismo suelo cada uno de los cuales proporciona un punto de la curva llamada - esta " curva de compactación ". En esta curva existe un punto que corresponde a la humedad óptima que produce el máximo peso volumétrico seco que puede lograrse con un determinado procedimiento de compactación; es decir, la humedad óptima representa el contenido de agua con el cual el procedimiento de compactación que se esta usando produce la máxima eficiencia.



La energía empleada en el proceso mecánico. Se entiende por energía específica a la energía de compactación suministrada al suelo por unidad de volumen durante el proceso mecánico que se trate. Esta es una de las variables que mayor influencia ejerce en el proceso de compactación de un suelo.

La energía específica se valua en una prueba de laboratorio de acuerdo al tipo de compactación que se le de al suelo.

En el caso de una compactación por impactos (pruebas dinamicas) se evalua con la expresión.

$$E_e = \frac{Nn Wh}{V} \quad (A)$$

Donde:

E_e = Energía específica

N = Numero de golpes del pisón compactador por cada una de las capas en que se acomoda el suelo en el molde de compactación.

n = Número de capas que se dispone hasta llenar el molde.

W = Peso del pisón compactador.

h = Altura de caída del pisón al aplicar los impactos al suelo.

V = Volumen total del molde de compactación igual al volumen total del suelo compactado.

Cuando la compactación del suelo se hace con aplicación de presión estática (pruebas estaticas) se evalua de acuerdo al tamaño del molde, el número de capas en que se dispone el suelo, la presión que se aplique y el tiempo de aplicación.

Cuando en las pruebas de laboratorio se realice la compactación de un suelo por amasado (pruebas por amasado). En este caso la evaluación de la energía específica es mas compleje pues cada capa de suelo dentro del molde se compacta mediante cierto número de aplicaciones de carga con un pisón que produce presiones que varian gradualmente desde cero hasta un valor máximo y luego se invierte

el proceso de la descarga.

Sea cual fuere el procedimiento de compactación que se siga la curva de compactación será parecida a la de la figura anterior.

Esta curva se puede construir a partir de la pareja de valores $f_m - w$ y la curva $f_d - w$ puede dibujarse a partir de los valores anteriores aplicando la fórmula. (B).

$$d = \frac{f_m}{1+w} \dots \dots (B)$$

En toda carretera y particularmente en esta la compactación - lograda se mide bajo el concepto de grado de compactación.

Como consecuencia de los problemas que en el campo se presentan para compactar un suelo, es común que el peso volumétrico obtenido en el campo no sea igual al peso volumétrico seco máximo obtenido con la prueba de laboratorio que mejor representa el proceso de - compactación que se va a seguir con el equipo de campo con que se cuenta. Por lo cual es necesario manejar el concepto de grado de compactación.

En paginas siguientes de este capitulo se presentan algunos informes de los grados de compactación alcanzados en las diferentes capas que forman esta carretera; así como los espesores de estos.

El grado de compactación de un suelo compactado en una obra es la relación en porcentaje entre el peso volumétrico obtenido con el equipo de campo que se utilizó y el peso volumétrico seco máximo obtenido con la prueba de laboratorio que mejor represento el proceso de compactación de campo.

$$G_c (\%) = \frac{f_d \text{ campo}}{f_d \text{ MAX LAB.}} \times 100 \dots \dots (C)$$

Este concepto de grado de compactación es el método mas usual de llevar el control de los trabajos de compactación logrados en el campo.

LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES tiene la norma de compactar el cuerpo de las terracerias a menos de 90% en ningun caso y exige per lo general el 95% en una porción superior de los terraplenes y el 100% en la capa sub-rasante y en las diversas capas del pavimento. Estos grados de compactación se refieren a las pruebas de compactación de laboratorio que especialmente utiliza la S.C.T. (Proctor S.C.T. y Porter S.C.T.).

Cabe mencionar que el seguir este método de trabajo ocasiona interrupciones en la secuencia de los trabajos de campo, ya que , para cuando se verifique si el "Gc" alcanzado por el proyectista en una determinada capa es el especificado por el proyecto, probablemente ya se hayan, compactado otras capas sobre la capa que apenas se verifica. Esto es por que para determinar el "Gc" es necesario calcular el W (%) de la muestra de suelo que se haya extraido de dicha capa; esta determinación si se siguen los métodos tradicionales, exige un periodo de secado al horno de 18 a 24 hr. esto hace que se tarde la verificación.

Equipo empleado para la compactación de la carretera Cd. Altamirano- Zihuatanejo.

Los Ingenieros que tuvieron a cargo la compactación de esta carretera, para decidir que equipo deberian emplear necesitaron conocer las características de los suelos por utilizar; asi como tambien las condiciones estructurales que se deseaban obtener.

Las condiciones mas importantes que se consideraron antes de elegir el equipo de compactación en esta obra son: el tipo de suelo que se iba a compactar, tamaño e importancia de la carretera, especificaciones de compactación fijadas por el proyecto, tiempo disponible para ejecutar el trabajo y el equipo con que se cuenta actualmente en México.

Los principios o factores que gobiernan la compactación de los suelos en el campo, son los mismos que gobiernan la compactación de las muestras en el laboratorio; asi los pesos volumétricos:

obtenidos en el campo resultan ser fundamentalmente función del tipo de suelo, del contenido de agua usado, y de la energía específica aplicada por el equipo de campo que se utilice, la cual depende del tipo y peso del equipo y del número de pasadas que se aplique. En las primeras pasadas la compactación crece muy rápidamente, pero cuando el equipo ha pasado varias veces, el efecto de una pasada posterior disminuye que al grado que económicamente se llega un momento en que ya no compensa que el equipo pase mas veces sobre el suelo.

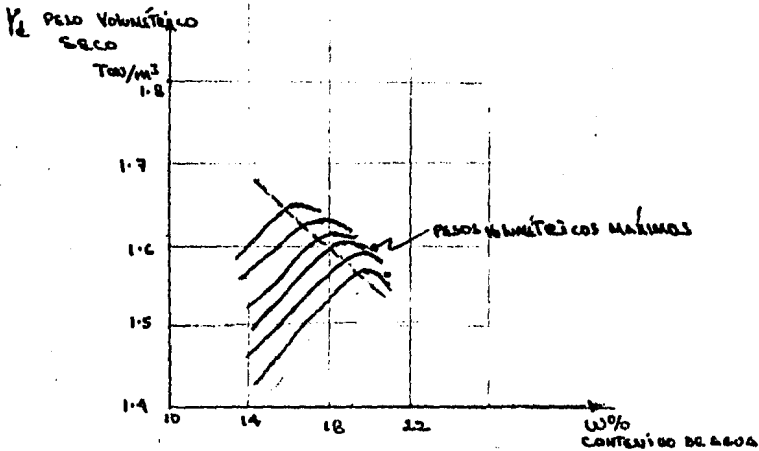
En la practica se ha encontrado que el número económico de pasadas esta entre 5 a 10 según los casos.

El número de pasadas necesario para obtener un cierto peso volumétrico de proyecto, es función del equipo de campo usado; un equipo pesado logrará mas pronto el mismo efecto que otro mas ligero.

Actualmente la tendencia es usar equipos de compactación pesados a fin de reducir el número de pasadas sobre el material.

Ya se menciona que la energía de compactación que requiere un suelo para ser compactado, se puede aplicar: por amesado, por presión, por impacto y por vibración o una combinación de estas.

Con el uso de un mismo equipo todo incremento en la energía de compactación hace que aumente el peso volumétrico seco máximo y disminuya el contenido de agua óptimo. Esto se puede ver en la siguiente figura; en ella se ilustra el efecto de la energía de compactación y del contenido de agua del suelo en un proceso de compactación, realizado con cualquier equipo de compactación de campo. La forma de las curvas obtenidas para energías de compactación crecientes, es general para cualquier tipo de rodillo o compactador.



El equipo que se utilizó en la compactación de cada una de las capas que forman la sección estructural de esta carretera son: rodillo pata de cabra (autopropulsado, remolcado y remolcado con equipo vibratorio), rodillo liso (autopropulsado, remolcado y - remolcado con equipo vibratorio), rodillo neumático autopropulsado (ligero), y compactadores compuestos de rodillos lisos y - neumáticos (duopactors).

Cada uno de estos equipos interviene en cada una de las capas que forman las secciones estructurales típicas de esta carretera. por ejemplo sea la sección estructural típica de terraplén.

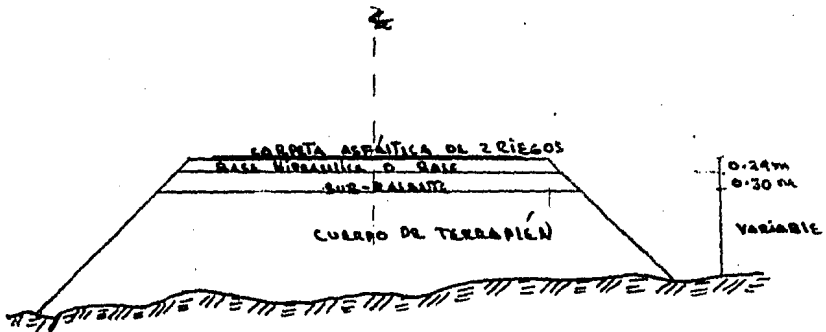




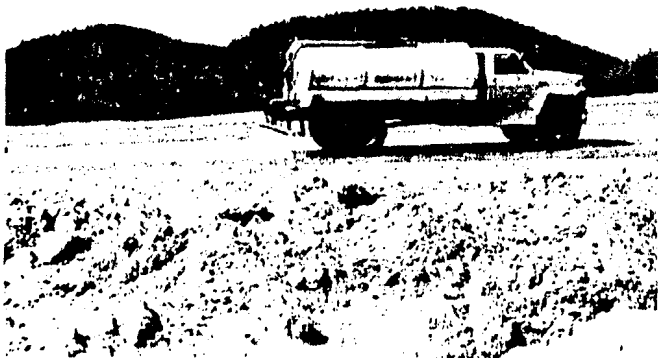
Foto (a).- En esta fotografía se muestra las diferentes capas que integran a la sección estructural típica de terraplén.

El cuerpo de terraplén esta formado por varias capas, cada una de las cuales esta formada por diferentes materiales. En esta zona los materiales que mas predominan son los arcillosos.

Generalmente el equipo que se utiliza para la compactación de sus capas es: rodillos pata de cabra, neumáticos (autopropulsados y remolcados). Tambien se emplea la compactación mixta, es decir, se utiliza el rodillo liso y rodillo pata de cabra con equipo vibratorio y en la terminación de la superficie superior del cuerpo de terraplén se usa el rodillo liso.

La ventaja por la cual se utiliza el rodillo pata de cabra y rodillo liso con equipo vibratorio, es por que con ellos se compactan capas con espesores más grandes que las capas que se compactan con rodillo pata de cabra y lisos sin el equipo vibratorio, esto hace que se avance y se economice en los procesos de compactación.

Foto (b).- En esta fotografia se muestra la forma de adicionar agua al material.



En la capa sub-rasante o sub-base. Esta capa se forma generalmente por suelos granulares con pocos finos. Para la compactación de esta se utiliza el rodillo liso sean estos autopropulsados o remolcados. Este equipo en esta capa se utiliza para el acabado de la superficie superior de esta capa. También para la compactación de esta capa se utilizan los rodillos neumáticos remolcados y autopropulsados, la compactación por métodos mixtos, es decir, el rodillo liso con equipo vibratorio y la combinación del rodillo liso con rodillo neumático.

En la base. Esta capa esta formada por suelos granulares limpios intervienen en la compactación de esta los rodillos lisos, los rodillos lisos con equipo vibratorio y pocas veces se utilizan los rodillos neumáticos.

Se mencionan a continuación algunas características importantes que hay que considerar en la eficiencia de los equipos que se utilizan en la compactación de los suelos.

Rodillo pata de cabra. El rodillo pata de cabra tiene como característica fundamental compactar el suelo de abajo hacia arriba, ejerciendo un efecto de amasado en el mismo, por medio de unos

Foto (c).- En esta se muestra la terminación de la capa sub-rasante.



Foto (d).- Se muestra la terminación de la base

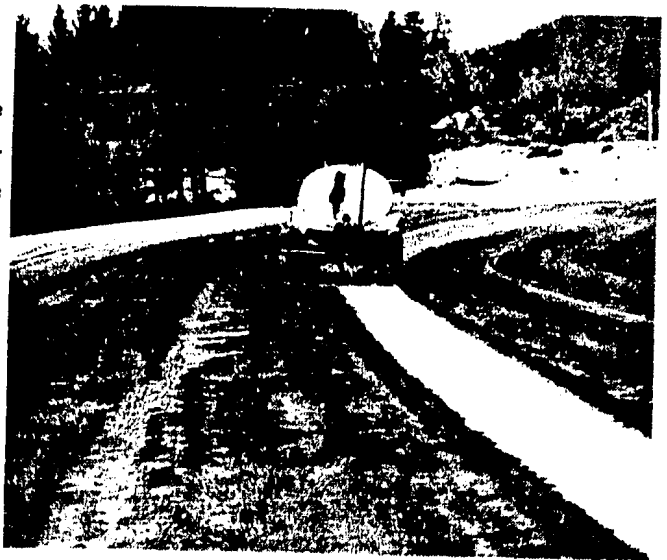
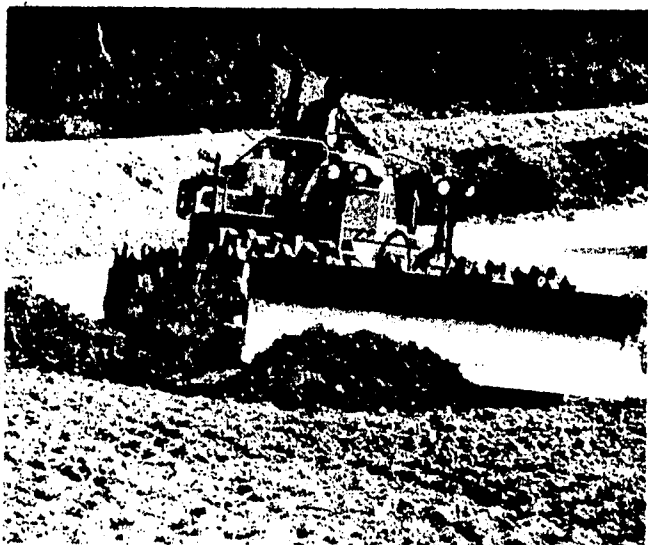
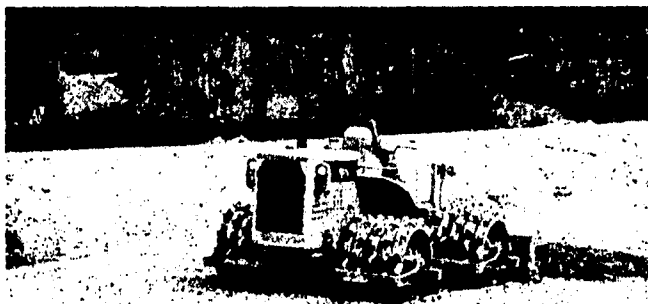


Foto (e).- En esta foto se muestra el rodillo pata de cabra autopropulsado. Tiene una forma de pata avisonadora, especialmente diseñada para trabajar a velocidades hasta de 24.1 Km/hr.



vastagos de 20 a 25 Cm. de longitud fijados al tambor metálico y espaciados entre sí 15 a 25 Cm. de longitud.

Foto (f).- rodillo pata de cabra. Se puede ver el efecto de amasado que ejerce este equino sobre el material que compacta.



Estos equipos se utilizan para compactar suelos arcillosos (arcillas, arcillas limosas, mezcla grava-arena-arcilla) ya que estos suelos al ser sometidos aun proceso de compactación forman grumos los cuales pueden desintegrarse facilmente si se compactan con estos equipos.

En un proceso de compactación realizado con este equipo en las primeras pasadas los vástagos y parte del tambor penetran en el suelo lo que permite que la mayor resistencia se ejerza en las capas inferiores y por tanto estas adquieren una mayor resistencia; esto hace que conforme aumente el número de pasadas, el tambor y los vástagos penetren cada vez menos en el suelo, hasta llegar un momento en que el rodillo camine sobre el suelo, pero sin que haya contacto entre este y el tambor; considerendose esto anteriormente como un límite para el control de la compactación de la capa.

El inconveniente de esto; es que si se compactan suelos con contenidos de agua elevados o si se usan rodillos pesados puede suceder que el tambor no deje de estar en contacto con el suelo, aunque el número de pasadas se incremente de manera arbitraria. Lo anterior hace que se considere adecuada la operación cuando el vástago penetra entre un 20 a 50% de su longitud, lo que depende de la plásticidad del suelo, es decir, si se compacta un suelo con alto grado de plásticidad (arcillas blandas), es necesario que se busque que la penetración de los vástagos sean menores para evitar que se adhieran cantidades considerables de suelo y esto provoque que disminuya el rendimiento del equipo.

Una característica importante en la compactación de los suelos con este equipo, es que se obtiene una buena liga entre las capas compactadas, esto se logra, por que toda capa que se compacta con este equipo en la superficie de esta queda aproximadamente una capa de suelo suelto de 6 Cm. de espesor, la cual se compacta bajo la siguiente capa que se tiende.

Es recomendable que para que exista una buena liga entre las

capas el espesor de estas no debe ser mucho mayor que la longitud de los vástagos. y por tanto el espesor máximo de las capas que se pueden compactar bien con este equipo son de 30 Cm.

La presión que ejerce estos compactadores sobre la capa de suelo que se compacta, es máxima cuando el vástago esta totalmente vertical y en su máxima penetración. Apartir de ese momento la presión va disminuyendo hasta que el vástago sale. Esta se calcula con la expresión

$$\text{Presión de contacto} = \frac{W \text{ total del rodillo}}{\text{No. Vástagos por hilera} \times \text{Área de apoyo de cada vástago}} \quad (D)$$

El rendimiento del rodillo pata de cabra va a depender de las siguientes consideraciones:

- Debe existir una separación mínima de vástago, para que se conserve limpio el rodillo en su recorrido.
- La forma de operar el equipo, es decir, si los vástagos penetran en los mismos agujeros durante varias pasadas sucesivas, el rendimiento del equipo se reduce; para esto el operador debe procurar hacer un pequeño cambio en el recorrido.
- La velocidad de operación del equipo, si se aumenta la velocidad aumenta el rendimiento.
- La forma de la punta de los vástagos.
- Tamaño de sección recta de los vástagos.

Para un determinado equipo con características determinadas el rendimiento se calcula con la siguiente expresión.

$$Re = \frac{a \cdot h \cdot v}{10 \cdot n} \quad (E)$$

Donde:

Re = Rendimiento del compactador en m³/hr.

a = Ancho del rodillo en Cm.

h = Espesor de la capa compactada en Cm.

v = Velocidad del rodillo en Km/hr.

n = Número de pasadas del equipo por el mismo lugar.

Rodillos neumáticos. Estos equipos proporcionan en la capa que se compacta con ellos un cierto efecto de amasado, pero en menor escala que los rodillos pata de cabra. El acabado superficial de las capas compactadas con estos equipos suelen tener la rugosidad suficiente para garantizar una buena liga con la capa superior pero menor a la que se obtiene con los rodillos pata de cabra.

Estos rodillos suelen disponerse en uno o dos ejes sobre los que existe una plataforma de depósito.

Los rodillos neumáticos se usan principalmente en suelos arenosos con fino poco plásticos, en limos poco plásticos, es decir, son suelos en los cuales no se forman grumos, cuya disgregación requiera grandes concentraciones de presión como las que produce el rodillo pata de cabra.

Ventajas entre usar el rodillo pata de cabra y usar el rodillo neumático.

Una de las ventajas de usar los rodillos neumáticos con respecto a los rodillos pata de cabra; es que se pueden compactar capas mas gruesas y a mayor velocidad. Esto hace que al emplear estos rodillos en un proceso de compactación se pueda emplear material grueso de mayor tamaño.

En suelos residuales, el rodillo pata de cabra, logra mayor uniformidad y es mas eficiente que el rodillo neumático, debido a que la concentración de presión que producen sus patas, permite desintegrar fragmentos de roca intemperizada.

El rodillo pata de cabra logra una mejor unión entre capas sucesivas que la que produce los rodillos neumáticos.

Efectos en rodillos pata de cabra.

El efecto de la presión no influye en un proceso de compactación con este equipo: es decir, el grado de compactación requerido por el proyecto no varia mucho para un mismo número de pasadas si

se incrementa la presión de un proceso de compactación a otro.

- El efecto del área de contacto.

Para un determinado número de pasadas, entre más grande es el área de contacto mayor serán los pesos volumétricos máximos y menor los contenidos de agua requeridos para obtener dichos pesos; para ese mismo determinado número de pasadas.

ejemplo.

Si N pasadas = 12 y $A_c = 43.7 \text{ Cm}^2$ entonces $\rho_d \text{ max.} = 1.69 \text{ T/m}$
y $w = 17.1\%$

Si N pasadas = 12 y $A_c = 87.50 \text{ Cm}^2$ entonces $\rho_d \text{ max.} = 1.72$
 t/m y $w = 16.5\%$

Si N pasadas = 12 y $A_c = 131.25 \text{ Cm}^2$ entonces $\rho_d \text{ máx.} = 1.78$
 t/m y $w = 15.1\%$

De lo anterior nace la necesidad de hacer en los rodillos modernos lo más grande posible el área de la sección resta de los vástagos para lograr la máxima productividad.

- El efecto de la velocidad de operación.

Para una determinada velocidad de operación, conforme se va aumentando el número de pasadas menor es el rendimiento que se obtiene por pasada.

Si $V_{op.} = 5 \text{ Km/hr.}$

Primera pasada	\Rightarrow	$Re = 4000 \text{ m}^3$	compact./hr
segunda pasada	\Rightarrow	$Re = 2000 \text{ m}^3$	"
tercera pasada	\Rightarrow	$Re = 1500 \text{ m}^3$	"

Efectos en rodillos neumáticos.

- Efecto de la presión de inflado de las llantas.

En un proceso de compactación con este equipo, la presión de inflado de las llantas desempeña un papel importante en el proceso

de compactación, es decir, el peso volumétrico seco máximo requerido para una humedad de compactación dada, se obtendrá con menor número de pasadas, si se incrementa la presión de inflado; no obstante es poco recomendable aumentar la presión de inflado, sin incrementar en la misma proporción la carga por rueda, pues ello reduciría el área de contacto. Por tanto la superficie de contacto de la llanta depende del peso del rodillo y de la presión de inflado.

También la humedad de compactación ejerce una gran influencia en la eficiencia del equipo, al grado de que con un cierto contenido de agua es posible alcanzar un peso volumétrico que con otra humedad no podría lograrse prácticamente con ningún número de pasadas concebible.

Ello hace ver que la elección de la humedad de compactación en el campo no puede ser igual a la óptima de alguna prueba de laboratorio de control. Por lo cual la humedad conveniente para trabajar con un cierto equipo en determinado suelo no tiene por que ser igual a la humedad óptima obtenida de la prueba de laboratorio que se vaya a usar para controlar los trabajos de compactación, la razón principal es que las energías de compactación son distintas en ambos casos.

En todo proceso de compactación efectuado con rodillo pata de cabra o neumático el grado de compactación disminuye conforme se aleja de la superficie de la capa de suelo compactada.

Rodillos lisos. Estos equipos pueden ser remolcados o autopropulsados, estos últimos pueden ser de dos o tres ejes. Los de dos ejes; un rodillo en cada eje; los de tres ejes, con el eje de en medio con equipo vibratorio, para ser utilizado este eje en el suelo que se requiera.

Este rodillo se utiliza para compactar las capas o superficies superiores; es decir, se utiliza para el acabado o terminación de cada una de las capas que integra la sección estructural de la carretera. Además se utilizan en la compactación de las capas

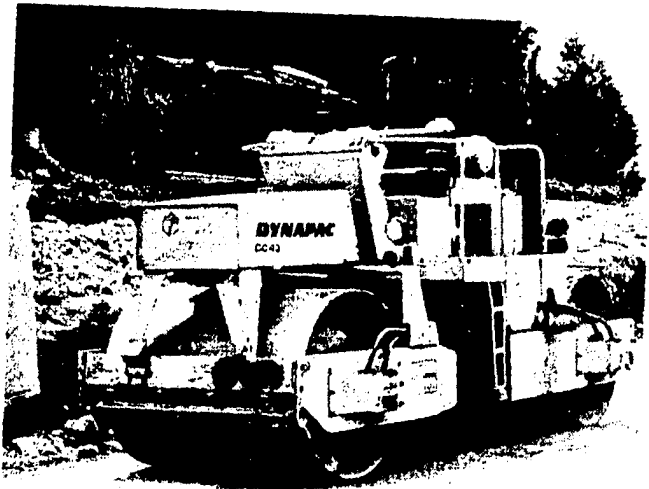
asfálticas.

Estos equipos se utilizan en materiales que no necesitan de concentración de presión.

El espesor suelto de la capa de suelo que se puede compactar - bien con este equipo varia de 10 a 20 Cm.

Las características principales de este equipo es su disposición , diámetro, ancho y peso total. El diámetro es una de las características con las cuales este equipo aumenta mucho su eficiencia.

Foto (g).-
Rodillo liso de
dos ruedas.



La eficiencia se calcula con la expresión (E).

El efecto en este equipo es: la presión que se aplica con este equipo sobre la capa de suelo es mayor en la superficie y disminuye conforme se aleja de esta.

Compactación Mixta.

Actualmente se han desarrollado equipos en los que se busca - combinar los efectos de dos o mas sistemas de compactación, a fin de lograr una especialización de las acciones que garanticen un -

resultado óptimo para cada caso particular.

En tales casos se tiene combinación del equipo liso con equipo vibratorio; en estos su eficiencia es mayor en suelos granulares, generalmente se compactan con esta combinación capas de mayor espesor, que las que podrian compactarse con un rodillo liso; el rodillo pata de cabra con equipo vibratorio se recomienda para compactar suelos finos arcillosos.

La combinación de rodillo liso y neumático, es por lo común a base de ruedas con llantas en el eje trasero y un rodillo liso en el delantero, suele ser un equipo autopropulsado y tiene un aditamento que le permite alzar cualquiera de las dos clases de tambores que posee, de manera que puede operar de tres modalidades diferentes.

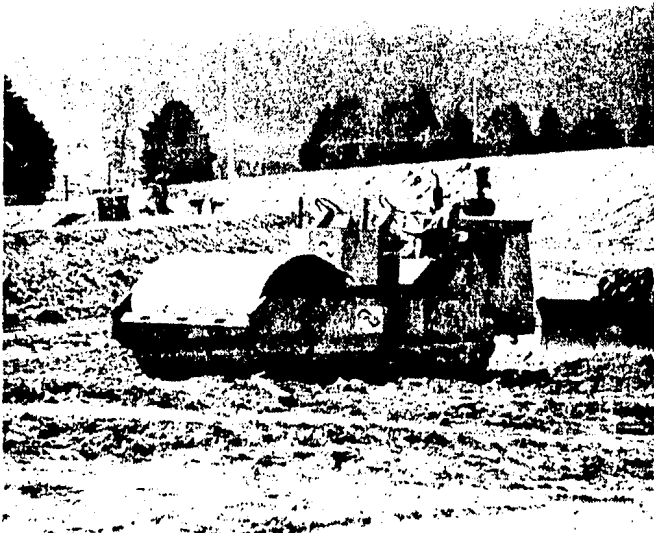


Foto (h).- Rodillo liso con un sólo rodillo al frente

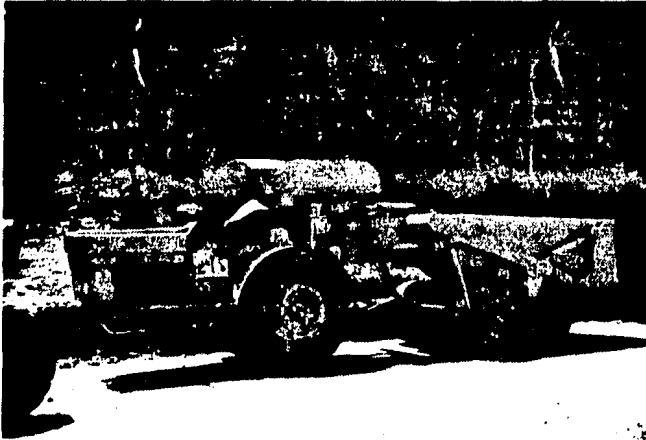


Foto (1).- Equipo de compactación autopropulsado con combina -
ción de rodillo liso y neumáticos. Este posee un aditamento que le
permite levantar cualquiera de sus dos ejes, de manera que puede -
operar en tres modalidades distintas.

Pruebas de laboratorio que se utilizaron para la reconciliación
de datos para el proyecto y para el control de los trabajos de -
compactación de campo efectuados sobre esta carretera.

Actualmente existen muchos métodos para reproducir al menos -
teóricamente en el laboratorio las condiciones dadas de compacta -
ción de campo; todos ellos pensados para estudiar los distintos -
factores que influyen en la compactación de los suelos.

Las pruebas de laboratorio tienen dos usos principales:

- Utilizar estas para compactar los suelos y recabar datos para
el proyecto. En este caso es importante la representatividad
de la prueba con el sentido que se reproduzca en el laborato -
rio un suelo con las mismas propiedades mecánicas que después
se obtendrán al compactar los materiales en el campo; además que en
base a esto se puede planear un adecuado tréñ de trabajo.

- En base a las pruebas de laboratorio, se controlan los trabajos de compactación de campo, además de que la prueba de laboratorio sea la más representativa.

Cabe mencionar que todas las pruebas de laboratorio a utilizar sean las más apropiadas en utilizarse en cada una de los materiales que van a ser utilizados, es decir, por ejemplo si la prueba proctor se utiliza en suelos puramente friccionantes la curva de compactación que se obtenga no es igual a la de la figura anteriormente vista en este capítulo y por tanto no se define un peso específico máximo, ni un contenido de agua óptimo, ya que el procedimiento de compactación que se sigue en esta prueba no es el adecuado, es decir, la acción del pisón no compacta eficientemente la muestra.

Toda prueba de laboratorio debe considerar los factores que influyen en la compactación de los suelos. De entre todos estos para el desarrollo de estas pruebas dos son los que se consideraron.

- La forma de compactar el suelo; es decir, como existen diferentes maneras de compactar los suelos en el campo, es razonable pensar que no es posible tener una sola prueba, con una única técnica estandarizada que pueda representar a todos, por tal motivo se desarrollaron varias pruebas.

- La forma de aplicar la energía de compactación. Dado que en la actualidad se cuenta con diferentes equipos de compactación de campo, cada uno de los cuales proporciona la energía de compactación necesaria en diferentes formas; esto también influyó para que se desarrollaran varias pruebas de laboratorio, entre las cuales tenemos: pruebas dinámicas, pruebas estáticas, pruebas por amasado, pruebas por vibración, etc.

Dentro de las pruebas dinámicas tenemos:

Prueba proctor estándar, prueba proctor modificada, prueba proctor S.C.T.

Ya se menciona que estas pruebas no pueden aplicarse en suelos

friccionantes.

Las muestras en este tipo de pruebas se compactan por capas en el interior de un molde metálico cilíndrico, aplicando a cada una un cierto número de golpes distribuidos uniformemente en toda el área.

Estos se aplican con un pisón de cierto peso que se deja caer libremente desde una altura prefijada.

En todas estas pruebas la energía específica se puede calcular con bastante aproximación con el empleo de la expresión antes vista.

Cada una de estas pruebas se utiliza un tamaño máximo de partícula.

El proceso para obtener la curva de compactación por medio de estas pruebas es: Se toma una primera muestra y se le agrega una cierta cantidad de agua, sometiendo al proceso anterior y calculándose los valores requeridos en la gráfica se obtiene el primer punto de la curva; para obtener un segundo punto, a la muestra a utilizar se le agrega una cantidad de agua pero mayor que la que se le agregó a la primera muestra, y así hasta ver con que cantidad de agua (óptima) se obtiene el peso seco máximo.

La variación de una prueba a otra, se logra, cambiando las dimensiones del molde, el espesor y número de capas, el número de golpes aplicados por capas, el peso y altura de caída del pisón. - ver la tabla (A).

Las pruebas estáticas. Generalmente la prueba de este tipo que utilizan para controlar los trabajos de compactación de campo son las conocidas con el nombre de pruebas Porter. Nuevamente aquí la prueba que utiliza la S.C.T. para controlar los procesos de compactación de campo realizadas sobre suelos friccionantes utilizados en las diferentes capas de esta carretera es la prueba Porter de la S.C.T.

En estas pruebas la muestra se compacta colocándola en un molde cilíndrico de dimensiones especificadas; el suelo se dispone en -

PRUEBA	TRATAMIENTO DEL MATERIAL	MOLDE		PESO DEL PISO Kg	ALTURA DE CAIDA Cm	No DE CAPAS	No GOLPES POR CAPA	REUSO DEL SUELO	ENERGIA CAPA - CÍFICA $E_c = N \cdot H \cdot W$
		DIAMETRO Cm	ÁREA Cm ²						
PROCTOR ESTÁNDAR	CRIBADO POR LA MALLA No 4	10.16	1270	2.5	30.5	3	25	si	4.02
PROCTOR ESTÁNDAR (VARIANTE A)	CRIBADO POR LA MALLA No 4 TRÁS SECA DO AL AIRE.	10.16	1143	2.5	30.5	3	25	si	6.00
PROCTOR MODIFICADO	TRÁS SACAR AL AIRE SE REINTEGRAN GRANOS Y SE CRIBA POR LA MALLA 3/4, REEMPLAZANDO MATERIAL RETENIDO CON IGUAL PESO DEL MATERIAL CONSERVADO - ENTRE LAS MALLAS DE 2/4 y No 4.	15.24	1778	4.53	45.78	5	53	No	27.31
PROCTOR DE LA S.C.T.	SECA DO AL AIRE Y CRIBADO POR LA MALLA No 4	10.16	1143	2.5	30.5	3	30	si	6.65

Tabla (A).- Pruebas dinámicas.

tres capas, acomodandola con 25 golpes de una varilla con punta de bala, lo que no significa una compactación intensa, pues la varilla es ligera y la altura de caída pequeña, no especificada, es la mínima utilizada por el operador, para una operación cómoda. La compactación en si en esta muestra se logra aplicando al conjunto de las tres capas una presión de 140.6 Kg/Cm² la cual se mantiene durante un minuto.

En este tipo de pruebas al material que se va utilizar se le clasifica en mallas.

Para obtener en este caso la curva de compactación a cada espécimen se le agrega diferentes cantidades de agua y se compactan con carga estática.

PRUEBA	TRATAMIENTO DEL MATERIAL	MOLDE		VARIANTE		ALTURA DE CAIDA	Nº CAÍDAS	Nº GOLPES QUE SE NECESITAN PARA APLICAR A LA MUESTRA SOBRE EL MOLDE	FZ A QUE SE APLICA	PRESIÓN Kg/cm ²
		ANCHO CM	ALTO CM	PLAD Kg	LONGITUD CM					
PORTER		15.24	22.86	19	30	—	3	25	36	140.6
PORTER S.C.T	TRAFICAR ESPECIAMENTE PARA LA MARCHA 14	15.24	22.86	19	30	—	3	25	30	166.33

Tabla (B).- Pruebas estáticas.

Pruebas por amasado. Dentro de estas pruebas se encuentra la - conocida con el nombre de "miniatura". Esta prueba es la que mejor representa los efectos producidos en el campo por los rodillos - pata de cabra y neumáticos, con el fin de lograr una muestra con la misma estructuración interna que adquiere el suelo en el campo. Esta prueba sólo se puede aplicar a suelos con tamaño máximo - de 2 mm. , es decir, únicamente a suelos arcillosos.

No se desarrolla el proceso de compactación que se sigue para esta prueba, ya que no se utiliza en el control de los trabajos de compactación de campo que controla la S.C.T.



SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS

CENTRO SAHOP CHILPANCINGO, GRO.
 UNIDAD DE LAB. DE CAMPO
 RESIDENCIA CD. ALTAMIRANO, GRO.

DIRECCION GRAL. DE CARETS. FZDS.
 DEPARTAMENTO DE OBRAS
 LABORATORIO CD. ALTAMIRANO, GRO.

INFORME DE COMPACTACION Y ESPESOR DE CAPA SUBRASANTE

OBRA KN. 79+500 - 80+200 *en capa s/c* ENSAYES N° 1646 - 1669
 LOCALIZACION CAMINO TAMASCALTEPEC-ZIHUATANEJO FECHA DE RECIBO 15-XII-81
(CIUDAD, CAMINO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.)
TRAMO, CD. ALTAMIRANO-EL CEDRAL FECHA DE INFORME 27-IV-82

REPORTE DE CAMPO N° 506 COMPACTACION RECOMPACTACION
 GRADO DE COMPACTACION MINIMO ESPECIFICADO PARA LA CAPA ENSAYADA _____

ENSAYE N°	ESTACION	LADO	ESPESOR DE LA CAPA ENSAYADA	HUMEDAD %		PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³		% DE COMPACTACION
				DEL LUGAR	OPTIMA	DEL LUGAR	MAXIMO	
1646	79+500	I	29	9.3	10.8	2100	2190	96
47	"	C	27	9.5	"	2080	"	95
48	"	D	31	9.8	"	2080	"	95
49	79+600	I	32	8.7	10.6	2115	2200	96
50	"	C	34	9.1	"	2090	"	95
51	"	D	33	10.2	"	2110	"	96
52	79+700	I	45	8.3	8.7	2080	2195	95
53	"	C	31	9.5	"	2100	"	96
54	"	D	30	9.6	"	2100	"	96
55	79+800	I	27	9.8	8.8	2160	2180	99
56	"	C	30	9.8	"	2110	"	97
57	"	D	46	8.1	"	2060	"	94
58	79+900	I	26	7.9	10.0	2060	2170	95
59	"	C	26	7.9	"	2065	"	95
60	"	D	34	10.3	"	2115	"	97
61	80+000	I	29	5.2	9.7	2130	2250	95
62	"	C	38	6.1	"	2160	"	96
63	"	D	23	4.7	"	2180	"	97
64	80+100	I	28	5.0	10.3	2140	2240	96
65	"	C	32	4.7	"	2155	"	96
66	"	D	35	6.8	"	2170	"	97
67	80+200	I	32	5.1	9.0	2100	2210	95
68	"	C	32	9.1	"	2110	"	95
1669	"	D	35	7.9	"	2105	"	95

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EL PORCIENTO DE COMPACTACION OBTENIDO ES ACEPTABLE CON RELACION AL 95% DE PROYECTO.

EL LABORATORISTA <u>C. JUAN A. ROSALES P.</u>	EL JEFE DEL LABORATORIO DE CAMPO <u>C. PEDRO GONZALEZ ANARAL.</u>	Vo. Bo. <u>RESIDENCIA DE CONSTRUCCION</u>
--	--	--

SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS



CENTRO SANOP CHILPANCIÑO, GRO.
 UNIDAD DE LAB. DE CAMPO
 RESIDENCIA CD. ALTAMIRANO, GRO.

DIRECCION GRAL. DE CANTS. FEDS.
 DEPARTAMENTO DE OBRAS
 LABORATORIO CD. ALTAMIRANO, GRO.

INFORME DE COMPACTACION Y ESPESOR DE CAPA SUBRASANTE

OBRA KM. 80+300 - 81+000 ENSAYES N° 1670 - 1693
 LOCALIZACION CANTO, TETASCALTEPEC-ZIHUATANEHO FECHA DE RECIBO 15-XII-81
(CIUDAD, CARINO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.)
TRAMO CD. ALTAMIRANO - ST. GENERAL FECHA DE INFORME 27-IV-82

REPORTE DE CAMPO N° 507 COMPACTACION RECOMPACTACION
 GRADO DE COMPACTACION MINIMO ESPECIFICADO PARA LA CAPA ENSAYADA _____

ENSAYE N°	ESTACION	LADO	ESPESOR DE LA CAPA ENSAYADA	HUMEDAD %		PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³		% DE COMPACTACION
				DEL LUGAR	OPTIMA	DEL LUGAR	MAXIMO	
1670	80+300	I	33	8.9	7.3	2100	2190	96 ✓
71	"	C	29	9.1	"	2130	"	97 ✓
72	"	D	30	7.7	"	2100	"	96 ✓
73	80+400	I	49	7.5	11.3	2115	2185	97 ✓
74	"	C	35	7.1	"	2175	"	100 ✓
75	"	D	35	7.1	"	2165	"	99 ✓
76	80+500	I	44	6.9	10.2	2095	2165	97 ✓
77	"	C	30	6.5	"	2110	"	97 ✓
78	"	D	26	6.2	"	2100	"	97 ✓
79	80+600	I	30	7.1	10.5	2075	2190	95 ✓
80	"	C	29	7.9	"	2085	"	95 ✓
81	"	D	27	7.2	"	2110	"	96 ✓
82	80+700	I	30	6.1	8.5	2090	2185	96 ✓
83	"	C	33	6.0	"	2095	"	96 ✓
84	"	D	36	6.2	"	2080	"	95 ✓
85	80+800	I	29	6.5	11.9	2075	2190	95 ✓
86	"	C	30	6.8	"	2088	"	95 ✓
87	"	D	37	6.2	"	2105	"	96 ✓
88	80+900	I	31	7.5	8.9	2100	2210	95 ✓
89	"	C	35	6.5	"	2140	"	97 ✓
90	"	D	39	7.9	"	2130	"	96 ✓
91	81+000	I	27	7.5	8.3	2180	2225	98 ✓
92	"	C	26	6.9	"	2130	"	96 ✓
1693	"	D	27	7.1	"	2120	"	95 ✓

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EL PORCIENTO DE COMPACTACION OBTENIDO EN LA CAPA ENSAYADA ES ACEPTABLE CON RELACION AL 95% DEL PROYECTO.

SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS
 DIRECCION GENERAL DE CANTONAJES FEDERALES
 LABORATORIO DE OBRAS

EL LABORATORISTA <u>C. JUAN A. ROSALES P.</u>	EL JEFE DEL LABORATORIO DE CAMPO <u>CD. ALTAMIRANO, GRO.</u> <u>C. PEDRO GONZALEZ AMATEL.</u>	52 Vo. Bo. 82 RESIDENCIA DE CONSTRUCCION <u>CD. ALTAMIRANO, GRO.</u>
--	--	--

SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS

CENTRO SAHOP CHILPANCIÑO, GRO. DIRECCION GRAL. DE CARTS. FECS.
 UNIDAD DE LAB. ES CAJED DEPARTAMENTO DE OBRA
 RESIDENCIA C.D. ALTAMIRANO, GRO. LABORATORIO C.D. ALTAMIRANO, GRO.

INFORME DE COMPACTACION Y ESPESOR DE CAPA SUBRASANTE

IN. 81-100 - 81-600 ENSAYES N° 1694 - 1708
 LOCALIZACION CAMINO. TEMASCALTESPEC. ZIHUATANEJO FECHA DE RECIBO 22-XII-81
 (CIUDAD, CAMINO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.) FECHA DE INFORME 27-IV-82
 TRAMO C.D. ALTAMIRANO-EL GENERAL

ANTE DE CAMPO N° 508 COMPACTACION RECOMPACTACION
 NIVEL DE COMPACTACION MINIMO ESPECIFICADO PARA LA CAPA ENSAYADA

ESTACION	LADO	ESPESOR DE LA CAPA ENSAYADA	HUMEDAD %		PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³		% DE COMPACTACION
			DEL LUGAR	OPTIMA	DEL LUGAR	MAXIMO	
81+200	I	28	6.3	9.2	2175	2260	96
"	C	29	6.5	"	2140	"	95
"	D	32	6.5	"	2215	"	98
81+300	I	28	6.2	9.7	2130	2220	96
"	C	32	6.7	"	2110	"	95
"	D	36	5.5	"	2110	"	95
81+400	I	33	6.5	9.0	2110	2210	95
"	C	39	6.9	"	2120	"	96
"	D	32	6.5	"	2120	"	96
81+500	I	28	7.1	9.4	2170	2200	99
"	C	31	7.5	"	2190	"	100
"	D	38	6.9	"	2180	"	99
81+600	I	32	6.5	9.5	2205	2210	100
"	C	31	6.8	"	2170	"	98
"	D	32	6.9	"	2145	"	97

EXPLICACIONES Y RECOMENDACIONES

EL PORCIENTO DE COMPACTACION OBTENIDO ES ACEPTABLE CON RELACION AL 95% DE PROYECTO.

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
 DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS
 C.D. CALLES

EL LABORATORISTA
JOSE A. ROSALES P.

EL JEFE DEL LABORATORIO
 DE CAMPO. C.D. ALTAMIRANO, GRO.
C. ERDIO GONZALEZ ANAVAL.

Vo. Bo.
 RESIDENCIA DE CONSTRUCCION
C.D. ALTAMIRANO, GRO.



SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS

DEPENDENCIA DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES

CENTRO SOP CHILPANCIINGO, GRO.

UNIDAD DE LABORATORIOS
RESIDENCIA CD. ALTAMIRANO, GRO.

INFORME DE COMPACTACION Y ESPESOR DE CAPA SUBRASANTE

OBRA KM. 75+050 - 75+650 1RA. CAPA S/R. ENSAYES N° 94-111
 LOCALIZACION CAMINO. CD. MASCALTEPECO-ZI. UATAREJO FECHA DE RECIBO 13-I-82
 TRAMO. CD. ALTAMIRANO-EL CED. AL. FECHA DE INFORME 10.-III-82

REPORTE DE CAMPO N° 501 COMPACTACION RECOMPACTACION
 GRADO DE COMPACTACION MINIMO ESPECIFICADO PARA LA CAPA ENSAYADA _____

ENSAYE N°	ESTACION	LADO	ESPESOR DE LA CAPA ENSAYADA	HUMEDAD %		PESO ESPECIFICO SECO kg/m³		% DE COMPACTACION
				DEL LUGAR	OPTIMA	DEL LUGAR	MAXIMO	
94	75+100 /	I	32	8.7	10.9	2100	2190	95
95	"	C	40	7.9	"	2080	"	95
96	"	D	29	8.5	"	2120	"	97
97	75+200 /	I	28	7.8	10.7	2110	2180	97
98	"	C	38	8.6	"	2080	"	95
99	"	D	53	7.9	"	2070	"	95
100	75+300 /	I	28	9.1	11.3	2050	2140	96
101	"	C	31	8.7	"	2080	"	97
102	"	D	50	8.5	"	2020	"	94
103	75+400 /	I	41	9.9	12.6	2040	2140	95
104	"	C	32	8.7	"	2050	"	96
105	"	D	37	9.3	"	2040	"	95
106	75+500 /	I	32	7.9	12.0	2040	2120	96
107	"	C	36	8.7	"	2020	"	95
108	"	D	42	9.1	"	2020	"	95
109	75+600 /	I	56	7.9	10.0	2040	2170	94
110	"	C	37	9.9	"	2060	"	95
111	"	D	33	8.7	"	2080	"	96

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EL FORGIENTO DE COMPACTACION OBTENIDO CUMPLE CON EL 95% MINIMO DE PROYECTO.

EL LABORATORISTA D. ANTONIO BASURTO L. EL JEFE DEL LABORATORIO DE CAMPO. CD. ALTAMIRANO, GRO. Vo. Bo. (S)
C. PEDRO GONZALEZ AMAL.

CONCLUSIONES.

Es importante que en la construcción de alcantarillas, el material que se utilice para cubrir estas no sea susceptible a la tubificación, además de que este debe colocarse con las instrucciones que se indican en uno de los capítulos de este trabajo, ya que muchas de estas obras su buen funcionamiento depende de esto.

Cabe mencionar que los estudios Topográficos, Geológicos e Hidráulicos precedentes 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 una alcantarilla son superficiales, es decir, no se consideran factores tales como: intensidad de precipitación, tiempo de concentración, forestación, posibles cambios futuros en el área, etc.

Esto hace que se presente el fracaso de la alcantarilla, tal es el caso que en esta carretera mucho de esto influyo, para que muchas alcantarillas no funcionaran lo suficiente hidráulicamente.

Pero el fracaso de la alcantarilla por pequeña que esta sea trae consigo la interrupción del tránsito y la falta de seguridad para circular sobre la obra.

Esta carretera ya se menciona que se proyecto con taludes muy escarpados, tratando de obtener así un bajo costo, pero después de corregidos todos los problemas y derrumbes que se han presentado, es posible que resulte de un costo mas elevado que si se hubieran proyectado con criterios mas adecuados; ello sin contar con los trastornos y dilataciones que las correcciones y reconstrucciones implican.

Es claro que en la grán mayoría de los casos es difícil prever la existencia de futuros deslizamientos o fallas, pero el Ingeniero debe de tomar todas las precauciones necesarias en aquellos lugares en que sean susceptibles a fallas.

Generalmente cuando se va a construir una obra, se realizan estudios de los efectos tanto directos como indirectos que se presentaran cuando la obra este terminada. En el caso de esta

carretera la evaluación del proyecto debe de haber demostrado que este era bueno, que se justifica por que cumple con los objetivos para los cuales fue pensado; ademas se debe demostrado que el - proyecto fue el mejor de una serie de alternativas presentadas.

En el caso que nos ocupa la justificación del proyecto no ha sido del todo buena, por que no ha cumplido del todo con los objetivos para los cuales fue pensado.

Toda carretera bien proyectada y diseñada, después de ser con - cluida se inicia con un mantenimiento, en el caso de esta obra se nota que su proyecto y diseño en muchos tramos de ella fue erroneo ya que actualmente en ellos existe la necesidad de que sean reconstruidos, es decir, esta obra en lugar de iniciar con un manteni - miento, se iniciara con una reconstrucción. Ademas es lógico que en esta obra la S.C.T. haya invertido varios millones de pesos y en la actualidad no se vea aún la productividad de la obra.

Existe gente que no usa esta carretera por temor a ser asaltados , falta de servicios, vigilancia, etc. Ademas de que se a creado un problema psicológico.

Es necesario que la S.C.T. tome en cuenta estos puntos y tome las medidas necesarias y haga de esta carretera una obra útil.

BIBLIOGRAFIA

TITULO	AUTOR	AÑO
1.- La ingenieria de los suelos - en las vías terrestres carreteras, ferrocarriles y aeropistas (volumen 1)	Alfonso Rico y Hermilo del Casti- llo	1982
2.- La ingenieria de los suelos - en las vías terrestres carreteras, ferrocarriles y aeropistas (volumen 2)	Alfonso Rico y Hermilo del Casti- llo	1982
3.- Mecánica de suelos (tomo I) Fundamentos de la Mecánica de Suelos.	Juárez Badillo - Rico Rodríguez	1981 tercera edición
4.- Mecánica de suelos (tomo III) Flujo de Agua en Suelos.	Juárez Badillo - Rico Rodríguez	1980 quinta edición
5.- Manual de diseño de Obras - Civiles Geotecnia B.3.1 Estabilidad de Taludes	Comisión Federal - de Electricidad	
6.- Manual de Drenaje de Caminos	Salvador Mosqueira	1952