

101  
2 Ecu



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

"DISEÑO Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION EMPLEADOS  
EN EL PAVIMENTO DEL FRACCIONAMIENTO CLUB CAMPES-  
TRE CHILUCA"

T E S I S

Que para obtener el Titulo de  
INGENIERO CIVIL  
P r e s e n t a

FERNANDO LORENZANA RASGADO



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.

"DISEÑO Y PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION EMPLEADOS EN EL  
PAVIMENTO DEL FRACCIONAMIENTO CLUB CAMPESTRE "CHILUCA"

la. ETAPA

I N D I C E

CAPITULO 1.-	INTRODUCCION.	4
1.1.	DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO.	7
CAPITULO 2.-	ESTUDIO GEOTECNICO DE LA ZONA.	11
2.1.	ESTRATIGRAFIA GENERAL.	11
2.2.	ESTUDIO DE MATERIALES PARA SUBRASANTES, PRUEBAS EFECTUADAS Y RESULTADOS OBTENI- DOS.	14
2.3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	15
CAPITULO 3.-	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS DE LOS BANCOS DE MATERIALES.	20
3.1.	BANCOS DE PRETAMOS ANALIZADOS.	21
3.2.	PRUEBAS EFECTUADAS Y RESULTADOS OBTENI- DOS.	21
3.3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	23

CAPITULO 4.-	DISEÑO DEL PAVIMENTO.	25
4.1.	VARIABLES DE DISEÑO.	28
4.2.	FACTORES DE RESISTENCIA DE LOS MATERIALES.	29
4.3.	DISEÑO.	30
	- S.O.P.	30
	- INSTITUTO DE INGENIERIA (UNAM)	31
CAPITULO 5.-	PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION.	35
5.1.	TRATAMIENTO DE LA SUPERFICIE EXISTENTE, CONSTRUCCION DE SUBRASANTES.	35
5.2.	SUB-BASE HIDRAULICA.	38
5.3.	BASE HIDRAULICA.	39
5.4.	RIEGOS ASFALTICOS.	41
	- IMPREGNACION.	41
	- LIGA.	42
5.5.	CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO.	43
5.6.	RIEGO DE SELLO.	44
5.7.	GUARNICIONES Y BANQUETAS.	44

CAPITULO 6.-	CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA	47
6.1.	ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DE MATERIALES	47
-	MATERIAL PARA TERRAPLENES.	47
-	MATERIAL PARA SUBRASANTES.	48
-	MATERIAL PARA SUB-BASES.	49
-	MATERIAL PARA BASES.	50
-	MATERIALES PETREOS PARA CONCRETO ASFALTICO.	52
-	MEZCLA ASFALTICA.	54
6.2.	PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD Y TOLERAN - CIAS.	55
-	PRUEBAS DE MATERIALES DE BANCOS DE PRESTAMOS.	56
-	MEDICIONES EN SUB-BASES Y BASES COM- PACTADAS.	56
-	PRUEBAS EN LA CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO.	60
ANEXO 1	RELACION DE FIGURAS Y TABLAS.	65
ANEXO 2	REFERENCIAS.	110

## CAPITULO 1

### INTRODUCCION

El objeto del presente estudio, es, establecer una metodología para la elaboración de un estudio Geotécnico y Diseño de pavimentos en cualquier tipo de fraccionamiento, ya sea de Interés Social, Residencial, Campestre o Industrial.

Para llevar a cabo lo anterior se ha seleccionado como criterio de diseño, dos métodos: el modificado de la Secretaría de Obras Públicas e Instituto de Ingeniería (UNAM). Tomando en cuenta las especificaciones y normas constructivas que rigen actualmente.

Al conjunto urbano "Club Campestre Chiluca" lo rodea un campo destinado a golf, a tenis y otras actividades recreativas que forman en su conjunto un club deportivo y social cuya superficie constituye un área verde de carácter permanente. La configuración topográfica es -- atractiva y variada en casos agresiva desde la cota -- 2510 a la 2540. Existen bellos bosques principalmente-

de encinas, que motivan un diseño adecuado para su conservación y disfrute.

Las vialidades, ajustadas a la configuración tiene carácter paisajista pues además de ir formando una especie de balcones se integra con las áreas boscosas ya mencionadas.

Debido a la importancia que tiene desde el punto de vista económico un adecuado diseño de los pavimentos, principalmente en este fraccionamiento por su situación geográfica, geológica y topográfica es de vital importancia que tanto el Diseño Arquitectónico como el proyecto de terracerías se apoyen en los resultados que se obtengan del Estudio Geotécnico y Diseño del Pavimento, con el fin de lograr un diseño apropiado acorde con la realidad y por lo consiguiente abatir en un momento dado el costo de construcción.

Para el diseño de los pavimentos de las vialidades en el Fraccionamiento Residencial Campestre "Club de Golf Chiluca" fué necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos: los trabajos de campo, laboratorio y de --

gabinete.

En forma breve se explica a continuación el contenido de cada uno de los capítulos que intervienen en este libro.

En el capítulo 1 y 2 se describen en términos generales el sitio de interés y las conclusiones derivadas del estudio geotécnico que se realizó en los materiales naturales hallados, llevándose a cabo con el fin de determinar las propiedades de calidad y resistencia que se requieren para definir la estructura del pavimento más -- adecuada.

En el capítulo 3 se informa de los materiales de cali - dad especial que se requirió para construir las capas del pavimento, localización y análisis del banco de material, conclusiones y recomendaciones derivadas del - estudio efectuado con estos materiales.

En el capítulo 4 se presentan los valores de los pará - metros empleados en el diseño del pavimento y la es - tructura obtenida para éste.



En el capítulo 5 se establecen los procedimientos generales de construcción que se llevaron a cabo para obtener el funcionamiento más adecuado del pavimento durante su vida útil.

Finalmente en el capítulo 6 se explican las especificaciones generales que se tomaron en cuenta para el buen control de calidad de los materiales, junto con las -- pruebas y mediciones de control que debieran observarse y realizarse durante la construcción.

#### 1.1. DESCRIPCION DE LA ZONA EN ESTUDIO.

El Fraccionamiento Residencial Campestre "Club de Golf Chiluca" se localiza en el Municipio de Atizapán de Zaragoza, Edo. de México en las inmediaciones del cerro denominado "CHILUCA", a 3000 metros aproximadamente al noroeste (NW) de la PRESA MADIN.

Presenta en general una geometría irregular debido principalmente a la morfología de la región, desde el punto

de vista topográfico en la zona donde se desarrollan - las vialidades, existe un porcentaje del 60 % en lo que se refiere a lomeríos suaves y un 40 % en cuanto a lome río fuerte.

El clima típico de la región corresponde al general del Valle de México, esto es, subtropical de altura tipo me xicano, con una precipitación media anual de 650 mm. aproximadamente y una temperatura máxima mensual prome - dio del orden de 18° C.

La superficie total es de 977 520 m<sup>2</sup>., dicho conjunto ur bano contará con un campo de golf, alberca, casa-club y otras zonas recreativas, formando así un Club Deportivo y Social. Las áreas en lo que a uso de la tierra se re fiere son: vendible 638 204.00 m<sup>2</sup>., donación - - 95 894.00 m<sup>2</sup>. y vial 243 422.00 m<sup>2</sup>. aproximadamente.

La lotificación se resolvió mediante 38 manzanas para - dar un total de 1 110 lotes con un área promedio de -- 575.00 m<sup>2</sup>. cada uno. La red vial regional que dá acceso al fraccionamiento son las siguientes: Santa Mónica-Av. López Mateos - Ruíz Cortínez - Jiménez cantú, que --

liga a la avenida Chiluca con Valle Escondido y el Fraccionamiento en estudio, esta vialidad se conecta con la Radial Parque Vía para ingresar al anillo interior de la Metrópoli. Se cuenta además con dos importantes conexiones, la de boulevard del Centro Lomas Verdes-Presa Madín (pasando sobre la cortina), y la de Circuito Ingenieros-Bellavista; iniciándose en Cd. Satélite, ambas se ligan con la Av. Dr. Jorge Jiménez Cantú. Así mismo a plazo mediano se articula un eje vial de gran importancia que tangente al vaso de la presa, se conectará también a la que pasa por la cortina de la misma.

(Fig. A)

La avenida principal Chiluca se diseñó con una sección transversal de 32.00 m. con arroyo de 10.5 m., a desnivel para facilitar los ingresos de las vialidades secundarias, dicha sección contiene banquetas de 3.50 m. y camellón de 4.00 m.

Existe un segundo eje de carácter principal formando un circuito que resuelve las áreas periféricas al campo de golf en los linderos norte y oriente, proporcionando -

acceso a la casa-club, de sección variable entre 22.50 y 26.50 m., con arroyos de 8.25 m., también a desnivel, banquetas de 3.00 m. y camellón variable de 2.00 a -- 4.00 m.

La vialidad secundaria y terciaria tienen secciones congstantes de 14.00 m., arroyo de 10.50 m. y banquetas de - 1.75 m.

Se han previsto vialidades de acceso y conexión a las - propiedades colindantes, que es factible en cualquier - punto, pero expresamente mediante un eje colector de -- 29.00 m. de sección y el circuito norte-oriente mencionado. (fig. B).

## CAPITULO 2

### ESTUDIO GEOTECNICO DE LA ZONA

#### 2.1. ESTRATIGRAFIA GENERAL.

La exploración de la parte superficial del subsuelo en el área que ocuparon las vialidades del fraccionamiento residencial en estudio, se efectuó mediante la excavación de 12 pozos a cielo abierto (PCA), situados en las localizaciones que se muestran en la fig. 1. La clasificación manual y visual en campo y la reclasificación posterior en laboratorio, permitieron definir la estratigrafía del subsuelo que se muestra en los perfiles es tratigráficos de las figuras No. 2 al 13. La clasifica ción de los materiales hallados y la usual para presupuestos, se consignan en la tabla No. 1, donde también se establecen las propiedades de variación volumétrica que se puedan usar para precisar la cuantificación de los volúmenes a mover. De los perfiles estratigráficos, se pueden observar que la parte superficial del subsuelo en la zona de interés es uniforme, encontrándose en

general los siguientes estratos de suelos:

- 1 - Arcilla poco limosa de color café obscuro, de consistencia media, con raíces, porosa, puntos de color blanco, contiene pocos carbonatos y mucha materia orgánica.
- 2 - Arena fina arcilla limosa de color café claro, contiene materia orgánica y carbonatos con poros y puntos negros, fragmentos medianos y chicos de andesita alterada color gris azulado con puntos negros (FMC-SC).
- 3 - Limo areno arcilloso y arena limo arcilloso pumíticos de color café claro a café poco rojizo, de mediana compacidad, poco poroso contiene mucha materia orgánica y muchos carbonatos (OL-SC).
- 4 - Arcilla limosa y limo arcilloso de colores café blancuzco, café claro y café amarillento, con puntos blancos y negros, muy compacta, con pocos carbonatos y mucha materia orgánica (CL-OL-ML).

- 5 - Arena limo arcillosa y arena arcillo limosa de color café claro blancuzco, con puntos negros - muy compacta, contiene mucha materia orgánica y muchos carbonatos (SC, SM)..





### 2.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Del análisis de los datos y resultados obtenidos, tanto en el campo como en el laboratorio, se pueden establecer las siguientes conclusiones al respecto de los materiales hallados en el área de estudio:

- Del perfil estratigráfico del subsuelo, obtenido mediante los sondeos de exploración se puede concluir que en esta zona el subsuelo es uniforme, encontrándose superficialmente un estrato consistente de arcilla poco limosa de color café oscuro enraizada. Subyaciendo al estrato anterior aparece en los pozos a cielo abierto No. 1, 2 y 12 una arena fina arcilla-limosa de color café claro, con fragmentos medianos y chicos de roca andesita alterada de color gris azulosa con puntos negros.

En la zona de los pozos a cielo abierto (PCA) - No. 3 y 9 aparece un estrato consistente de un limo arena-arcillado y arena limo arcillosa pumí

ticos de color café claro y café poco rojizo.

En los PCA No. 4, 7 y 10 se encuentra una arcilla limosa y limo arcilloso de colores café blancuzco, café claro y café amarillento muy compacta.

En la zona de los PCA. No. 5, 6, 8 y 11, aparece un estrato consistente de una arena limo-arcillosa y arena arcillo-limosa de colores café claro y café blancuzco muy compacta.

- En la tabla No. 1 se anotan los datos geotécnicos obtenidos para los materiales naturales hallados, se consigna su clasificación como suelos y la usual para presupuestos, así como sus propiedades de variación volumétrica.
  
- Dada la aceptable calidad obtenida de las pruebas efectuadas en el laboratorio con los materiales hallados en el área del fraccionamiento residencial, según se puede observar en la tabla de la fig No. 19 se concluye que dichos materiales pueden emplearse en la construcción del cuerpo

de terraplén y capa subrasante de los pavimentos requeridos.

- El material cuya calidad no cumpla con las especificaciones para ser usado en la construcción del cuerpo de terraplén ni capa de subrasante; se recomienda emplearlo en la construcción de las zonas verdes y rellenos de lotes del fraccionamiento.
  
- El material que por sus características de calidad y resistencia cumpla con las especificaciones dadas se empleará en la construcción del cuerpo de terraplén como de la capa subrasante; cuando este material se emplee en la construcción de la capa subrasante, se deberán eliminar las partículas mayores de 3" de diámetro mediante una pepena de los mismos.

Se entiende por terracerías como el conjunto de cortes y terraplenes ejecutados entre el terreno de cimentación y la subrasante. La capa superior de las terracerías, constituye la Capa Subrasante sobre la cual se apoya -

directamente el pavimento y en la mayoría de los casos tiene especificaciones de calidad más rígidas que las correspondientes al cuerpo de terraplén.

El terreno de cimentación soporta las cargas que le -- transmiten las capas superiores y es parte integrante - de la estructura de la vialidad o carretera, ya que sus características afectan notablemente al comportamiento de la obra vial.

- En todos los casos y previo al inicio de los tra bajos de construcción de las terracerías de las vialidades, se deberán efectuar los trabajos de limpieza, eliminado vegetación y arbustos exis - tentes dentro del trazo de las vialidades, la eliminación de los arbustos se deberán hacer has ta la raíz.
- El cuerpo de terraplén se deberá de compactar - hasta lograr como mínimo el 90% de Peso Volumé - trico Seco Máximo (PVSM) del material que se tra te.
- La capa subrasante se deberá construir de 20 cm.

de espesor y se deberá compactar como mínimo al 95% del Peso Volumétrico Seco Máximo del material que se trate.

El Peso Volumétrico Seco Máximo (PVSM) o peso proctor, es el máximo valor de una muestra representativa del suelo a compactar que contiene la humedad óptima para llevar a cabo la compactación en forma adecuada, por esto se especifica el porcentaje del peso proctor que debe obtenerse en la construcción del terraplén y la humedad óptima.

### CAPITULO 3

#### ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS DE LOS BANCOS DE MATERIALES.

Para la formación de las capas principales de los pavimentos como la sub-base, se requieren materiales con características de calidad y resistencia difícilmente encontradas en un solo material natural, por esta razón, normalmente es necesario hallar bancos de préstamo, tanto para los materiales finos con propiedades cementantes como para los granulares que proporcionan resistencia a una mezcla de ambos, que debe formarse en las proporciones adecuadas para lograr que en forma económica se satisfagan los requisitos de calidad y resistencia establecidos para las capas del pavimento antes mencionadas.

Por lo anterior, fue necesario localizar y muestrear -- bancos de préstamo de materiales con las características requeridas para ser aprobadas en la construcción de las capas del pavimento.

### 3.1. BANCOS DE PRESTAMO ANALIZADOS.

Los bancos de préstamo, cuyos materiales fueron analizados para conocer sus características físicas y mecánicas y en función de éstas conocer su capacidad para poder integrarlos en las diferentes capas del pavimento, fueron:

Banco "EL POCITO"

Banco "PRESA MADIN"

La localización de estos bancos se muestra en el croquis de las figuras No. 20 y 25, en éstas se establecen también la clasificación de los materiales presentes y el tratamiento que será necesario darles para su utilización en las capas del pavimento que se proyecta.

### 3.2. PRUEBAS EFECTUADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS.

De los materiales hallados en cada banco localizado, no se obtuvieron muestras alteradas; a las muestras del banco "El Pocito" se le analizó en el laboratorio para determinar inicialmente sus límites de consistencia, contracción lineal y granulometría de mallas, con el re

sultado de esta prueba, se procedió a diseñar las proporciones de las mezclas necesarias para obtener materiales que satisfagan las restricciones granulométricas establecidas para los materiales de las sub-bases hidráulicas. Tanto a las mezclas diseñadas exclusivamente con la información granulométrica de los materiales componentes como al material del banco "Presa Madín", se les analizó para determinar su granulometría en mallas, límite de consistencia, contracción lineal, valor relativo de soporte (porter estándar saturado), expansibilidad, valor cementante y equivalente de arena, se determinó también su peso volumétrico suelto, peso volumétrico seco máximo y humedad óptima en prueba de compactación porter. En las figuras No. 21 y 22 se consignan los resultados obtenidos de los ensayos antes descritos, correspondientes al material fino cementante al material granular del banco "El Pocito", respectivamente. En las figuras 23 y 24 se muestran los valores obtenidos para las propiedades de las mezclas diseñadas para las capas de sub-base y base hidráulicas, respectivamente en la figura No. 26; se reportan los resultados correspondientes al material del -



banco "Presa Madín".

### 3.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo con los resultados que se resumen en las figuras No. 23 y 24 se concluye que los materiales del banco "El Pocito" cumplen con los requisitos establecidos para ser usados en las capas de pavimento; para las capas de sub-base deberá formarse una mezcla de 70-30% en volumen de los materiales granular y fino respectivamente.

Para los materiales del banco "Presa Madín", figura No. 26, se concluye que éstos cumplen con los requisitos establecidos para ser usados en las capas del pavimento -- con excepción del valor del límite líquido (LL) que resultó del 37.7% excediendo el valor máximo especificado del 30% para esta propiedad índice de calidad. En virtud de que el material tamizado por la malla No. 40 presenta poca actividad plástica y que en general los materiales finos de la región presentan valores altos del límite líquido (LL) figura No. 19, se considera aceptable

este material; sin embargo deberá presentarse especial -  
atención al control del material en el banco conforme -  
avance la explotación para asegurarse de que este exceso  
no sea mayor del obtenido.

## CAPITULO 4

### DISEÑO DEL PAVIMENTO

Un pavimento puede definirse como la capa o conjunto de capas (carpeta asfáltica, base y sub-base) de materiales apropiados, comprendida (s) entre el nivel superior de las terracerías y la superficie de rodamiento, cuyas -- principales funciones son las de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito. En otras palabras, el pavimento es la super-estructura de la obra -- vial que hace posible el tránsito expedito de los vehículos con la comodidad, seguridad y economía previstos por el proyecto.

De un modo bastante arbitrario y con fines fundamentalmente prácticos, los pavimentos se dividen en flexibles semirígidos y rígidos. Sin embargo la rigidez o flexibilidad que un pavimento exhibe no es fácil de definir -- tan adecuadamente como para permitir una diferencia precisa entre uno y otro tipo de pavimento. Para este fin

se considerará un pavimento rígido aquel cuyo elemento fundamental resistente sea una losa de concreto simple, reforzado o preesforzado que pueda apoyarse en la sub-base o directamente sobre las terracerías; en cualquier otro caso, el pavimento se considerará flexible.

En general los pavimentos rígidos demandan poco gasto de conservación y se deterioran poco, pero su costo de construcción es alto y están circunscritos a la disponibilidad de los materiales necesarios y a un equipo de construcción especializado.

Los pavimentos flexibles requieren menor inversión inicial, pero una conservación más costosa, generalmente están constituidos por una carpeta asfáltica, una capa de material de base y una capa de material de sub-base.

Los pavimentos semirígidos pueden constituir soluciones muy económicas cuando los materiales de que se dispone para la construcción los hacen convenientes, pues permiten muy apreciables reducciones en los espesores. No hay reglas fijas que permitan establecer el tipo de pavimento conveniente en cada caso y el punto deberá estable

cerse en cada situación particular.

El tipo de pavimento seleccionado para las vialidades de acceso al Fraccionamiento Residencial Campestre Club de Golf Chiluca es el flexible, que incluye como capa de rodamiento una carga de concreto asfáltico. La selección se basó considerando la economía que en el costo inicial representa este tipo de pavimento, comparado con el tipo rígido de concreto hidráulico. Sin embargo, debe preverse la necesidad de realizar periódicamente los trabajos de mantenimiento de la carpeta de concreto asfáltico, como es usual en este tipo de pavimentos.

Los métodos de diseño que se utilizaron fueron dos:

- 1o. Modificado por la S.O.P
- 2o. Instituto de Ingeniería (UNAM)

El aceptado y empleado por la Secretaría de Obras Públicas (SOP) se basa en el valor relativo de soporte (V.R.S) de la capa subrasante y en la intensidad de tránsito de vehículos con capacidad de carga igual o mayor a 3 tone-

ladas que se considera puede ocurrir sobre las vialidades proyectadas.

El empleado por el Instituto de Ingeniería (UNAM) en su planteamiento, el método establece la necesidad de realizar un cambio básico de criterio, basándose en una generalización teórica de los datos experimentales obtenidos en la pista circular del instituto y en tramos experimentales en carreteras nacionales. Analiza el comportamiento a la falla por fatiga de la totalidad de la estructura a fin de verificar que cada una de las capas de la sección estructural tenga la resistencia adecuada para el tránsito, características climáticas y condiciones regionales a que estará sujeta durante la vida de proyecto fijada en el estudio.

#### 4.1. VARIABLES DE DISEÑO.

Del estudio y análisis de la distribución del fraccionamiento en cuestión, se deduce que el tipo de tráfico que podrá tener durante su vida útil de 15 años será la mínima especificada por el método de diseño empleado -

(SOP), es decir, de menos de 500 vehículos al día, de 3 toneladas o más de capacidad, circulando diariamente en un solo sentido, éstos es vehículos ligeros de tipo A.P. (automóviles de pasajeros o pick-up) con presión de inflado de 2 kg/cm. Para efectos de diseño utilizando el método del Instituto de Ingeniería (UNAM), se puede considerar un 90% de vehículos de pasajeros tipo A.P, un 5% de vehículos tipo B ó autobús con capacidad de 25 pasajeros, 3 del tipo C2 de 5.1 toneladas, 2 del tipo C3 de 9.7 toneladas. La tasa de Crecimiento Anual será del 7% y el Tránsito Diario Promedio Anual (T.D.P.A), de 490 vehículos; equivalente a 665 000 aplicaciones de carga de un eje de 8 toneladas distribuidas a lo largo de su vida útil.

#### 4.2. FACTORES DE RESISTENCIA DE LOS MATERIALES PARA SUBRASANTES.

Para efectuar el diseño de los pavimentos de las vialidades, se consideraron las observaciones de campo y resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados para este proyecto.

Usando los resultados de laboratorio para el Valor Relativo de Soporte (V.R.S) de los materiales naturales aptos para ser empleados como subrasantes, se determinó estadísticamente y dentro de la seguridad, un V.R.S. de -- 8.5% para ser usado en el diseño de los pavimentos apoyados sobre los materiales naturales que se encuentran a la elevación probable de la línea subrasante.

#### 4.3. DISEÑO.

##### SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS.

De la interpretación de los resultados de laboratorio se puede establecer que con 8.5% de V.R.S. de la capa subrasante y con un tránsito menor de 500 vehículos diarios transitando en cada sentido de circulación, se requiere construir sobre la superficie de la capa subrasante una estructura de pavimento de 31 cm. de espesor (fig 19 A.) La estructuración del pavimento resulta con los siguientes espesores necesarios:



CAPA	ESPESOR DE CAPAS EN CM
Carpeta de concreto asfáltico	5
Base hidráulica	13
Sub-base hidráulica	13
Capa subrasante (formada en el sitio con materiales naturales)	20

Siendo la rasante la superficie de rodamiento de la vialidad o camino, la subrasante deberá ubicarse paralela a la rasante, a la distancia en que se diseñe el espesor del pavimento.

Se entiende como Espesor de Pavimento, la distancia comprendida entre el nivel de la subrasante y la rasante, puesto que entre dichos niveles se construye la estructura del camino con materiales que proporcionan superficie de rodamiento adecuadas. En la figura No. 27 se muestra la sección estructural típica del pavimento arriba descrito.

INSTITUTO DE INGENIERIA (UNAM).

De acuerdo a las Variables de Diseño en cuanto al número y tipo de vehículos que circularán en las vialidades del

fraccionamiento, se calculó el tránsito acumulado en función de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas (fig. 19 B), tomando en cuenta los coeficientes de daño por tránsito para vehículos típicos (fig. 19 C) y el coeficiente de acumulación del tránsito que está en función de la tasa de crecimiento y la vida del proyecto (fig 19 D).

Finalmente con la gráfica de diseño para condiciones normales (fig. 19 E), se requiere construir sobre la superficie de la capa subrasante una estructura de pavimento de 34 cm. de espesor, quedando la estructuración del pavimento con los siguientes espesores necesarios:

CAPA	ESPESOR DE CAPAS EN CM.
Carpeta de concreto asfáltico	5
Base hidráulica	12
Sub-base hidráulica	12
Capa de subrasante (formada en el sitio con materiales naturales.)	20

Se consideró la equivalencia de que 1 cm. de carpeta asfáltica es igual a 2 cm. de base hidráulica.

Así mismo es importante mencionar que la construcción - del 50% de las vialidades del fraccionamiento se llevó a cabo con los espesores de pavimento de la primera alternativa de diseño (SOP), un 30% con la segunda (Instituto de Ingeniería UNAM) y finalmente un 20% con el siguiente espesor:

CAPAS	ESPESOR DE CAPAS EN CM.
Carpeta de concreto asfáltico	4
Base hidráulica	15
Capa de subrasante (formada en el sitio con materiales naturales)	20

El espesor de base, más sub-base de 24 cm. fue sustituida por 15 cm. de base, debido a que se llevó a cabo una evaluación de lo inconveniente constructivamente y anti-económico que era manejar los dos espesores por separado.

Se encontró además que el Valor Relativo de Soporte (VRS) fué ligeramente superior a lo que se había estado manejando (12%) por lo que la carpeta de 5 cm. se construyó de 4 cm.

En resumen, independientemente del procedimiento que se utilice en el diseño de un pavimento, es importante mencionar que el criterio definitivo deberá basarse siempre, en la evaluación del comportamiento del pavimento, en la experiencia y criterio del ingeniero supervisor especialista, bajo las condiciones imperantes en el lugar en estudio.

## CAPITULO 5

### PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

Para obtener los resultados esperados, tanto en la construcción, como en el fraccionamiento del pavimento durante su vida útil, se requiere que las obras se ejecuten -apegándose a los procedimientos generales de construcción que se enuncian a continuación; Se hace notar que es indispensable situar las instalaciones de los ductos para el alumbrado público, los de alcantarillado, agua potable, etc., antes de iniciar los trabajos de pavimento.

#### 5.1. TRATAMIENTO DE LA SUPERFICIE EXISTENTE.

##### CONSTRUCCION DE SUBRASANTES.

Los procedimientos constructivos para este fraccionamiento, contemplan las dos posiciones probables de la línea subrasante:

Secciones en Terraplén.

Despalmar el terreno natural en un espesor mínimo de --

25 cm., o en el espesor necesario para eliminar el material enraizado.

Se compactará la superficie descubierta por el despalme del terreno natural, hasta alcanzar el 90% del Peso Volumétrico Seco Máximo (PVSM) en 15 cm. de profundidad como mínimo.

Compactación: Es el aumento artificial, por medios mecánicos del peso volumétrico de un suelo, esto se logra a costa de la reducción de los vacíos del mismo, al conseguir un mejor acomodo de las partículas que los forman, mediante la expulsión de aire y/o agua del material.

A continuación se construirá el cuerpo del terraplén empleando el material proveniente del corte más cercano y que cumpla con las especificaciones recomendadas, este material se tenderá en capas de un espesor no mayor de 30 cm., debiendo compactar cada una al 90% de su P.V.S.M como mínimo.

Los últimos 20 cm., sobre el cuerpo del terraplén se formarán con materiales adecuados para constituir la capa -

subrasante, la que se compactará al 95% de su P.V.S.M. como mínimo.

#### Secciones en Corte:

Despalmar el terreno natural en un espesor mínimo de 25 cm., o en el espesor necesario para eliminar el material enraizado.

Cortar el terreno natural despalmado hasta el nivel de la línea subrasante de proyecto, tomando en cuenta el ancho de la vialidad más 2.00 m. a ambos lados, inmediatamente después, se procederá a escarificar 15 cm. abajo de la superficie descubierta, se homogenizará el mate - rial, se nivelará la sección y se compactará esta etapa en 20 cm. de profundidad hasta lograr como mínimo el 95% del P.V.S.M. correspondiente, con esta operación que dará constituida la capa subrasante.

El cuerpo de terraplén se deberá de compactar hasta lograr como mínimo el 90% del P.V.S.M. del material que se trate.

La capa subrasante se construirá de 20 cm. de espesor mí

nimo y se deberá compactar al 95% del P.V.S.M. del material que se trate.

## 5.2. SUB-BASE HIDRAULICA.

La sub-base es una capa de material o materiales seleccionados que se construye sobre la subrasante y cuya función es soportar los esfuerzos que le transmite la base y distribuirlos a la subrasante, de tal manera que no se produzcan deformaciones perjudiciales. En general la sub-base deberá cumplir con las funciones siguientes, además de la anterior:

- 1) Actuar como capa aislante que impida la ascensión de los finos arcillosos de la subrasante.
- 2) Abaratar el costo de la construcción, ya que se construye con materiales con especificaciones de calidad menos rigurosas que las de la base del pavimento que por regla general se obtienen a menor costo.



- 3) Cortar la ascención capilar del agua a las capas superiores de la estructura del pavimento.
- 4) Actuar en ciertos casos como dren para evitar la saturación de la sub-rasante por el agua que pudiera haberse percolado por falta de impermeabilidad de la carpeta asfáltica.

Esta sub-base se deberá construir usando los materiales granulares naturales del banco "Presa Madín", alternándolo con el banco "El pocito" mezclados en proporción volumétrica 70-30% de grava-arena (granular) y tepetate (fino cementante), respectivamente. Los materiales con que se constituya la sub-base se tenderán y se compactarán en una capa de 13 cm. de espesor, compactándose al 100% de su P.V.S.M. como mínimo, en la compactación.

### 5.3. BASE HIDRAULICA.

La base está constituida por materiales seleccionados que se colocan sobre la sub-base y en ocasiones sobre la

sub-rasante y cuya función es soportar las cargas impuestas por los vehículos y distribuir los esfuerzos de las capas inferiores en tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales. Esta condición se satisface al igual que en la sub-base mediante:

- 1) Una cuidadosa selección de los materiales empleados.
- 2) Un tratamiento adecuado de ellos, desde que son extraídos de los bancos previamente fijados, -- hasta que son compactados.
- 3) Un diseño racional de los espesores de las capas en función, de las características de la sub-rasante y del tipo de frecuencia de las cargas que va a soportar el pavimento.

Esta capa se construirá usando materiales naturales del banco "Presa Madín", o bién una mezcla en proporción volumétrica 90-10% de los materiales grava-arena y tepete, respectivamente, obtenidos del banco de préstamo "El Pocito". Esta capa tendrá un espesor compactado de 13 cm., de su compactación se deberá alcanzar, como míni-

mo el 100% del P.V.S.M. del material empleado.

#### 5.4. RIEGOS ASFALTICOS

##### RIEGO DE IMPREGNACION

Superficialmente seca y barrida la base hidráulica, se procederá a aplicar un Riego de Impregnación con un producto asfáltico del tipo FM-1 a razón de 1.2 lts/m<sup>2</sup> -- aproximadamente.

El riego del material asfáltico deberá hacerse de preferencia en las horas más calurosas del día. La superficie impregnada deberá presentar un aspecto uniforme y el material asfáltico deberá estar superficialmente bien adherido al material de la base hidráulica; la penetración del riego no deberá ser menor de 4 mm. y la absorción total deberá presentarse en no más de 24 horas.

En caso contrario deberá notificarse al proyectista del pavimento para que haga los ajustes necesarios en la cantidad del producto asfáltico regado.

Aún sin presentarse depresiones en la superficie de la -

base hidráulica, el material asfáltico regado pudiera -- formar charcos, cuando ésto suceda, el exceso de mate - rial asfáltico acumulado se retirará inmediatamente por medio de cepillos.

La base impregnada deberá ser cerrada al tránsito por un lapso mínimo de 48 horas.

#### RIEGO DE LIGA.

Previo al tendido de la carpeta y 48 horas después del - riego de impregnación, se deberá aplicar un riego de li - ga con producto asfáltico FR-3 a razón de 0.4 lts/cm<sup>2</sup> aproximadamente. Antes de aplicar el riego de liga so - bre la base impregnada, ésta deberá ser barrida para de - jarla exenta de materias extrañas y polvo. Antes del - tendido de la carpeta, se deberá dejar transcurrir un - tiempo no menor de 30 minutos para que el material asfál - tico del riego de liga adquiera la viscosidad adecuada.

5.5. CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO.

Se construirá la carpeta de concreto asfáltico de 5 cm. de espesor, empleando material pétreo triturado y cribado a tamaño máximo de 19.1 mm. (3/4") y cemento asfáltico del No. 6.

Esta capa deberá compactarse al 95% de su peso volumétrico determinado por el procedimiento Marshall.

El concreto asfáltico deberá cumplir las especificaciones de calidad y se respetarán las restricciones expresadas para los procesos de transporte y colocación.

El concreto asfáltico deberá tenderse a una temperatura no menor de 110° C con un espesor uniforme; inmediatamente después del tendido se deberá planchar uniforme y cuidadosamente por medio de un compactador tipo Tandem de 6 a 8 toneladas de peso para dar acomodo inicial a la mezcla, este planchado deberá efectuarse longitudinalmente a "media rueda". A continuación se compactará la carpeta en formación utilizando compactadores de llantas neumáticas de 8 toneladas; inmediatamente después se em

pleará una plancha de rodillo liso de 10 toneladas para borrar las huellas que dejen los compactadores de llantas neumáticas. La compactación de la carpeta deberá terminarse a una temperatura no menor de 70° C. No deberá tenderse concreto asfáltico sobre una base húmeda, en charcada o cuando este lloviendo.

#### 5.6. RIEGO DE SELLO.

Dependiendo del resultado de las pruebas de permeabilidad que deberá realizarse sobre la carpeta, se aplicará o no, un riego de sello con cemento Portland tipo I. La dosificación del riego será especificada de acuerdo con los resultados de las pruebas de permeabilidad.

#### 5.7. GUARNICIONES Y BANQUETAS.

Las guarniciones tanto para las banquetas como para camellones, isletas y glorietas, se construirán de concreto hidráulico colado en el lugar, en tramos alternados ---

con una longitud máxima de 4.00 m. La construcción de guarniciones deberá ejecutarse una vez terminada la sub-base hidráulica, debiendo apoyarse sobre esta capa (fig. 28). El concreto empleado en su construcción tendrá una resistencia a la compresión ( $f'c$ ) no menor de 150 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad. El concreto se elaborará con cemento Portland tipo 1, agregados gruesos de 38.1 mm. (1 1/2") y finos de 4.76 mm. (malla No. 4). Las guarniciones deberán curarse por un lapso mínimo de 7 días después del colado o hasta el momento en que se cuelen las banquetas, en cuyo caso al curado de éstas incluirá al de las guarniciones para completar el lapso especificado.

Las banquetas se construirán con losas de concreto hidráulico en tableros alternados con un tamaño máximo de 1.80 x 2.25 m. ó de 0.90 x 1.12 m. y 8 cm. de espesor, el concreto deberá tener una resistencia a la compresión simple no menor de 150 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

El junteo transversal y longitudinal de las losas se efectuará con láminas de cello-tex tratadas con un pro -

ducto asfáltico, las cuales se colocarán previo al colado de cada losa alternada entre dos tableros ya colados.

Las losas de las banquetas se apoyarán sobre una capa de 10 cm. de espesor, formada con material del tipo especificado para la base hidráulica y compactada al 95 % de su P.V.S.M. como mínimo. Podrá efectuarse la construcción de las banquetas en cualquier momento después de 3 días de haber colado las guarniciones; el período de curado será de 7 días como mínimo e inmediato a la terminación del colado.



## CAPITULO 6

### CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA

#### 6.1. ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DE MATERIALES.

##### Material para terraplenes.

El material que se use para la construcción del cuerpo - del terraplén, deberá satisfacer los siguientes requisitos:

Donde el espesor del terraplén lo permita, pueden incluirse en todo su cuerpo fragmentos de roca grandes de un tamaño de 2 m. de diámetro, acomodándolos en su posición más estable, entendiéndose que el simple volteo no constituye un acomodo adecuado. Si los fragmentos de roca son de tamaño menor de 75 cm., el terraplén se formará tendiendo y acomodando el material en capas del espesor mínimo que permita el tamaño de los fragmentos mayores.

En todo el cuerpo del terraplén, pueden utilizarse sue -

los gruesos y/o finos; estando definidos los primeros - por gravas y arenas y los segundos por limos y limos arcillosos, determinados solamente por el valor de su límite líquido, el cual deberá ser menor de 100% en cualquier caso.

Las capas de terraplén formado con suelos, deberán ser tendidas y compactadas de acuerdo con lo especificado en el diseño de pavimento.

Material para subrasantes.

El material que se emplee en la construcción de las capas subrasantes, deberá tener un valor relativo de soporte saturado mayor o igual a 8.5% y una expansión menor de 5%.

De las pruebas de laboratorio efectuadas para el proyecto en cuestión, se concluye que los materiales naturales que cumplen estas especificaciones y que por tanto pueden emplearse en la construcción de las capas subrasantes son los siguientes:

Los materiales del estrato superficial que aparecerán - una vez que se retire la parte de tierra vegetal. Por lo tanto, las subrasantes se formarán con estos materiales.

Material para sub-bases.

El material que se utilice en la formación de las sub-bases hidráulicas, deberá cumplir satisfactoriamente las especificaciones que se resumen a continuación.

La granulometría del material deberá quedar comprendida entre las curvas mostradas en la fig. No. 29. La curva granulométrica no deberá presentar cambios bruscos de pendiente.

El porcentaje de material que pase la malla No. 200 no deberá ser mayor de  $\frac{2}{3}$  del que pase la malla No. 40.

Dependiendo de la zona en que se aloje la curva granulométrica del material, se deberán satisfacer los requisitos establecidos en la fig. No. 29 en lo que respecta a contracción lineal (%), valor cementante ( $K/cm^2$ ), valor-

relativo de soporte (%) y equivalente de arena (%).

De las pruebas de laboratorio efectuadas, se concluye - que los materiales de préstamo que cumplen estas especificaciones y que por lo tanto pueden usarse en la construcción de las sub-bases hidráulicas, a reserva de que se ejecuten las pruebas de control establecidas son:

Banco "El Pocito", tanto para los materiales granulares (grava-arena), como para los finos cementantes, (tepeta-  
te).

Banco "Presa Madín", el material que se emplee en la - construcción de las sub-bases hidráulicas, deberá ser el material granular natural del banco "Presa Madín" o - bien, el obtenido de una mezcla en proporción volumétrica 70-30% de los materiales granular y cementante del - banco "El Pocito", respectivamente.

**Material para bases.**

El material que se utilice en la formación de las bases hidráulicas, deberá cumplir satisfactoriamente las espe-

cificaciones oficiales de calidad que se resumen a continuación:

La granulometría del material deberá quedar comprendida entre las curvas mostradas en la fig. No. 30. Se dará preferencia al uso del material cuya granulometría esté contenida en las zonas 1 y 2. La curva granulométrica no deberá tener cambios bruscos de pendiente. El porcentaje de material que pase la malla No. 200 no deberá ser mayor de  $2/3$  del que pase la malla No. 40.

Dependiendo de la zona en que se aloje la curva granulométrica del material, se deberán satisfacer los requisitos establecidos en la fig. No. 30 en lo que respecta a límite líquido (%), contracción lineal (%), valor cementante ( $K/cm^2$ ), valor relativo de soporte estándar (%) y equivalente de arena (%).

De las pruebas de laboratorio efectuadas en materiales de préstamo, se concluye que pueden usarse en la construcción de las bases hidráulicas, los materiales de los siguientes bancos de préstamo, mezclados en las proporciones volumétricas que se especifican y que se ha justifi

ficado que cumplen las especificaciones antes numeradas; sin embargo, deberá controlarse mediante las pruebas especificadas, que conforme avanza la explotación del banco o bancos aprovechados, los requisitos de calidad se siguen cumpliendo.

Banco "El Pocito", tanto para los materiales granulares (grava-arena), como para los materiales finos cementantes (tepetate).

Banco "Presa Madín", el material que se use en la construcción de las bases hidráulicas deberá ser el material granular natural del banco "Presa Madín", como alternativa se empleará una mezcla en proporción volumétrica --- 90-10% de los materiales granular y cementante del banco "El Pocito", respectivamente.

**Materiales pétreos para concreto asfáltico.**

Los materiales pétreos que se utilicen para la elaboración del concreto asfáltico deberán cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones de calidad:

- 1) La composición granulométrica del material deberá quedar comprendida entre las curvas mostradas en la fig. No. 31. El tamaño máximo de las partículas será de 3/4" (19 mm.).
- 2) La contracción lineal será menor de 2%.
- 3) El desgaste en prueba "Los ángeles" será menor de 40%.
- 4) Las partículas que tengan forma alargada o de laja, no excederán de 35% del total.
- 5) El equivalente de arena será mayor de 55%
- 6) En lo que respecta a la afinidad del material pétreo con el asfalto usado, se deberán cumplir satisfactoriamente dos de las tres siguientes especificaciones:

El desprendimiento por fricción no excederá de --  
25%.

El cubrimiento con asfalto, determinado por el método Inglés, no será menor de 90%.

La pérdida de estabilidad por inmersión en agua,  
no será mayor de 25%.

### Mezclas Asfálticas.

El concreto asfáltico que se utilice en la construcción de la carpeta, deberá ser elaborado a base de cemento asfáltico de calidad garantizada por el fabricante.

La mezcla será proporcionada y elaborada en una planta estacionaria. Su transporte a la obra se hará evitando la contaminación con materiales extraños y la pérdida de calor durante el trayecto.

El concreto asfáltico para la carpeta deberá cumplir con los siguientes requisitos, determinados por el método - Marshall en especímenes compactados con 50 golpes por ca  
ra:

Estabilidad: 450 kg mínima

Flujo: 2 a 4.5 mm.

Por ciento de vacíos en  
la mezcla, respecto al  
volumen del especimen:

3 a 5



Por ciento de vacíos en  
el agregado mineral --  
(VAM) respecto al volú  
men del espécimen de -  
mezclas: 14 mínimo

6.2. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD Y TOLERANCIAS EN  
LA CONSTRUCCION.

Durante la construcción de los pavimentos deberán efectuarse las pruebas de control que en número mínimo se establecen en este capítulo, mediante estas pruebas de calidad. También, deberán llevarse a cabo las mediciones de espesores de capas y nivelaciones, para constatar que la geometría obtenida en el pavimento está dentro de las tolerancias que también se establecen en estas especificaciones.

De no cumplirse con los requisitos de calidad y/o de tolerancias geométricas, la capa o capas defectuosas deberán ser repuestas por el Contratista.

Pruebas en materiales de bancos de préstamo.

Se deberán efectuar periódicamente muestreos del material de los bancos de préstamo para subrasante, sub-base y base hidráulica. Con las muestras colectadas, se llevarán a cabo las pruebas de laboratorio necesarias para determinar las propiedades de cada una de ellas, para los materiales de las distintas capas y constatar que se satisfacen las especificaciones establecidas.

La frecuencia con que se realicen estos muestreos, dependerá del cambio de homogeneidad que se observe en el material del frente de explotación en el banco. Sin embargo, deberá efectuarse como mínimo una serie de pruebas por semana.

Mediciones en sub-bases y bases compactadas.

Para dar por terminada la construcción de la sub-base y de la base, se verificará el perfil, compactación, espesor y acabado y deberán satisfacerse las siguientes tolerancias:

SUB-BASE

BASE

Profundidad máxima de las de  
presiones observadas colocan  
do una regla de 3 m. de lon-  
gitud, paralela y normalmen-  
te al eje.

2 cm.

1-1/2 cm.

En los puntos de verificación de espesores por sondeo y nivelación, situados como se indica en la fig. No. 32, - los espesores medidos de la sub-base y/o base, deberán - cumplir las siguientes restricciones:

Para la Sub-base:

$$\sqrt{\frac{(e_1 - \bar{e})^2 + (e_2 - \bar{e})^2 + \dots + (e_n - \bar{e})^2}{n}} \leq 0.14 \bar{e}$$

$$|e_r - e| \leq 0.2 e$$

En el 84% de las medi-  
ciones realizadas, como  
mínimo.

Para la Base:

$$\sqrt{\frac{(e_1 - \bar{e})^2 + (e_2 - \bar{e})^2 + \dots + (e_n - \bar{e})^2}{n}} \leq 0.12 \bar{e}$$

y  $|e_r - e| \leq 0.2 e$  En el 90% de las mediciones realizadas, como mínimo.

Para el espesor combinado de sub-base más base:

$$\sqrt{\frac{(e_1 - \bar{e})^2 + (e_2 - \bar{e})^2 + \dots + (e_n - \bar{e})^2}{n}} \leq 0.09 e$$

y  $|e_r - e| \leq 0.2 e$  En el 95% de las mediciones realizadas, como mínimo.

En donde:

$e$  = Espesor de proyecto.

$e_1, e_2, \dots, e_n, e_r$  = Espesores reales encontrados al efectuar los sondeos y nivelaciones.

$$\bar{e} = \frac{e_1 + e_2 + \dots + e_n}{n} = \text{Espesor real promedio correspondiente a todos los puntos de prueba.}$$

$n = \text{Número de verificaciones del espesor en un tramo - de 1 km. de largo o menor.}$

En las nivelaciones para revisar los espesores, se nivelará la corona de la subrasante terminada en cada una de las secciones transversales indicadas en la fig. No. 32, se deberá emplear un nivel fijo y se comprobará la nivelación.

Una vez terminada la sub-base, se volverán a nivelar los mismos puntos en las secciones anteriormente señaladas.

A partir de las cotas de ambos seccionamientos, se obtendrán los espesores de la sub-base compactada. Al terminar la base se repetirá el procedimiento para obtener el espesor de la base y el combinado de sub-base más base.

La distribución de los sitios donde se lleven a cabo los

sondeos para las verificaciones simultáneas de compactación y de espesor de capas, deberá ser la indicada en la fig. No. 32.

La compactación medida en los sondeos efectuados no deberá ser menor que la especificada en el proyecto de los pavimentos para cada capa.

Se tomarán en cuenta las siguientes medidas al efectuar los sondeos de verificación:

- No deberá dañarse la parte contigua a los sondeos.
- Después de la medición de compactación y espesor se deberá rellenar el hueco en cada uno de los sondeos, usando el mismo tipo de material de sub-base y/o base según corresponda, se compactará el material de relleno hasta obtener el grado fijado por el proyecto y se deberá enrasar la superficie con la original de la sub-base y/o base según corresponda.

**Pruebas en la carpeta de concreto asfáltico.**

Para que pueda considerarse adecuado el tendido y com -

pactación de la carpeta asfáltica, se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- El contenido de cemento asfáltico en el material ten dido no variará más de 5% con respecto al dosificado en la planta de elaboración.
- En contenido de agua libre no será mayor de 1% del peso del concreto asfáltico.
- La mezcla no deberá contener disolventes.

La mezcla asfáltica usada para la carpeta tendrá un valor de permeabilidad menor de 10%, la distribución de los puntos en donde deberán efectuarse las pruebas de permeabilidad se muestran en la fig. No. 32. Las pruebas deberán efectuarse inmediatamente después de que la carpeta se haya terminado de construir.

Resumiendo, el especialista encargado del diseño de un pavimento, debe comprender perfectamente los efectos producidos por las ruedas dobles, presión de inflado, repetición de cargas, condición de cargas aplicadas en las

orillas, cargas estáticas y móviles con el objeto de que pueda extrapolar los datos para unas y otras condiciones de carga. No es aconsejable confiar totalmente en datos empíricos, debido a que ellos son representativos de una condición particular en las que las conclusiones solamente pueden obtenerse mediante tanteos, procedimiento que es sumamente costoso. Por otra parte, la confianza absoluta en datos empíricos, requiere que transcurre un lapso considerable para que pueda realizarse una evaluación del diseño de un pavimento en particular.

Por lo tanto, es necesario poder aplicar los datos relativos a un criterio de diseño y determinadas condiciones de carga a otros casos similares. Es igualmente importante definir las condiciones de tránsito en el futuro para que el diseño se ajuste a tales condiciones.

Ya que el espesor de los pavimentos flexibles se ve especialmente afectado por las condiciones de la subrasante, es recomendable dar la debida atención al diseño y control de esta capa, así como no escatimar esfuerzo alguno para compactar el suelo al mayor grado posible, que le



permita alcanzar una resistencia adecuada. Las exploraciones del terreno deberán llevarse a cabo en profundidades no menor de 3 metros debajo del nivel del proyecto - de la rasante, con el objeto de que cualquier estrato de suelo de baja resistencia sea considerado en el proyecto.

Se recomienda siempre que sea posible, emplear capas de base constituídas por material granular de la mejor calidad, atendiendo a que las presiones ejercidas a este nivel son de un orden de magnitud importante. Por otra parte debe prestarse especial atención al grado de compactación en esta capa, ya que se tienen antecedentes de fallas en muchos pavimentos, producidas por una inadecuada compactación de la base, lo que se traduce en una baja estabilidad de la misma. Igualmente importante en el diseño de la mezcla asfáltica.

Es importante también mencionar que el procedimiento de la construcción que se utilice debe ser el adecuado, con el personal calificado y la maquinaria eficiente, --

siguiendo al pie de la letra y con criterio las especificaciones de Normas de Calidad, adicionalmente; un mantenimiento apropiado de la superficie de rodamiento ayudará a prolongar la vida útil del pavimento.

ANEXO 1

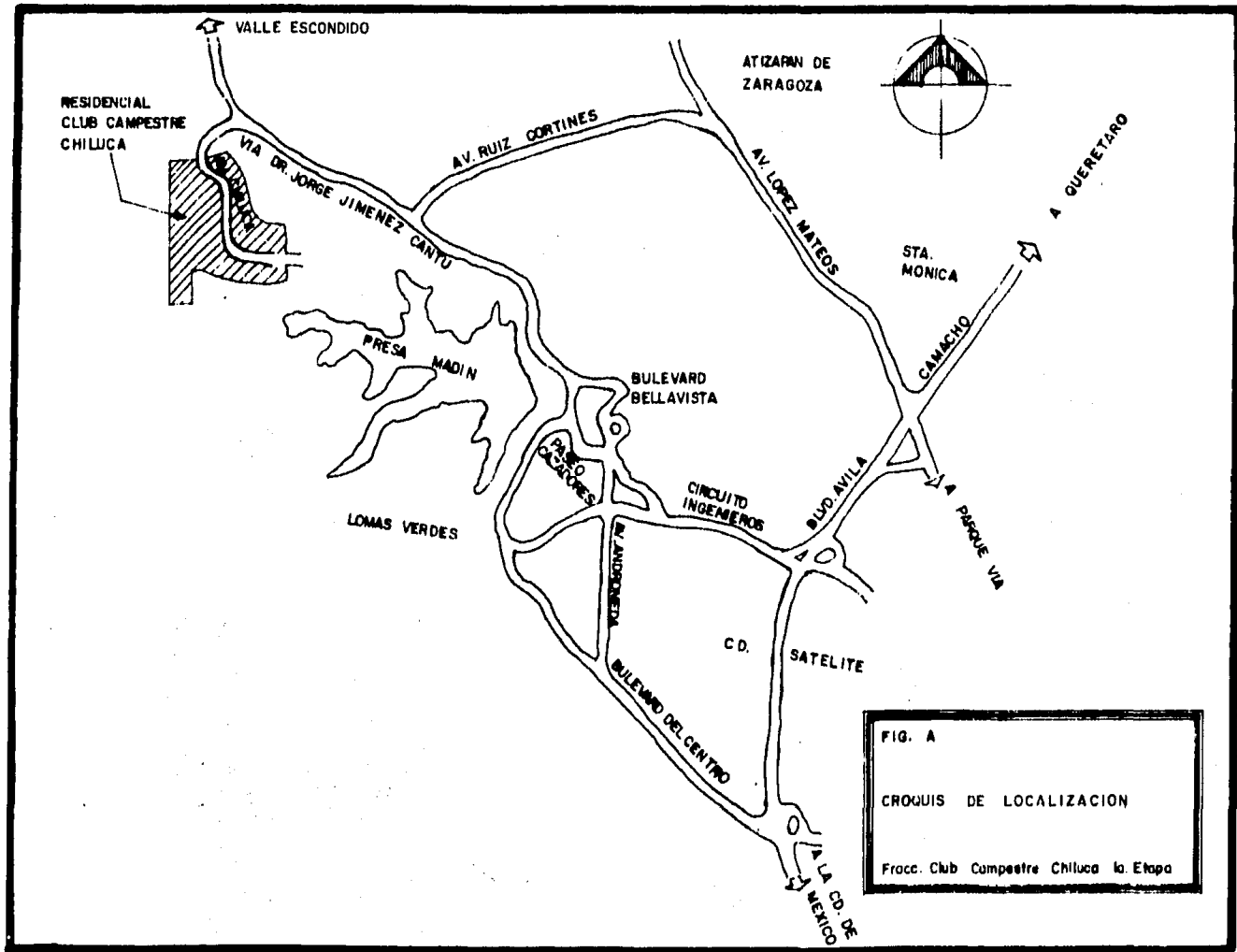
A N E X O 1

RELACION DE FIGURAS Y TABLAS

FIG. A	CROQUIS DE LOCALIZACION
FIG. B	PROYECTO DE VIALIDADES Y LOTIFICACION
FIG. 1	LOCALIZACION DE POZOS A CIELO ABIERTO
FIG. 2	PERFIL ESTRATIGRAFICO PCA. No. 1
FIG. 3	PERFIL ESTRATIGRAFICO PCA. No. 2
FIG. 4	PERFIL ESTRATIGRAFICO PCA. No. 3
FIG. 5	PERFIL ESTRATIGRAFICO PCA. No. 4
FIG. 6	PERFIL ESTRATIGRAFICO PCA. No. 5
FIG. 7	PERFIL ESTRATIGRAFICO PCA. No. 6
FIG. 8	PERFIL ESTRATIGRAFICO PCA. No. 7
FIG. 9	PERFIL ESTRATIGRAFICO PCA. No. 8
FIG. 10	PERFIL ESTRATIGRAFICO PCA. No. 9
FIG. 11	PERFIL ESTRATIGRAFICO PCA. No. 10
FIG. 12	PERFIL ESTRATIGRAFICO PCA. No. 11
FIG. 13	PERFIL ESTRATIGRAFICO PCA. No. 12
TABLA 1	CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES, TIPI- COS HALLADOS EN EL FRACCIONAMIENTO CLUB DE GOLF "CHILUCA"

- FIG. 14 RESULTADOS DE LIMITES DE CONSISTENCIA,  
CONTRACCION LINEAL Y CLASIFICACION S.O.P
- FIG. 15 RESULTADO DE GRANULOMETRIA EN MALLAS
- FIG. 16 RESULTADOS DE PRUEBA PROCTOR S.O.P  
(COMPACTACION)
- FIG. 17 RESULTADOS DE LA PRUEBA PORTER STANDARD  
SATURADA (VALOR RELATIVO DE SOPORTE)
- FIG. 18 RESULTADOS DE LA PRUEBA PORTER MODIFICA-  
DA (VALOR RELATIVO DE SOPORTE)
- FIG. 19 RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS DE TODAS  
LAS PRUEBAS EFECTUADAS
- FIG. 19 A GRAFICA PARA CALCULAR ESPESOR MINIMO DE  
SUB-BASE MAS BASE EN FUNCION DEL V.R.S.
- FIG. 19 B TABLA PARA CALCULO DE TRANSITO ACUMULADO  
EN FUNCION DE EJES SENCILLOS EQUIVALENTES  
DE 8.2
- FIG. 19 C COEFICIENTES DE DAÑO POR TRANSITO PARA  
VEHICULOS TIPICOS
- FIG. 19 D GRAFICA PARA ESTIMAR EL TRANSITO EQUIVA-  
LENTE ACUMULADO
- FIG. 19 E GRAFICA DE DISEÑO PARA CONDICIONES NORMA-  
LES

- FIG. 20 CROQUIS DE UBICACION DEL BANCO DE PRESTA  
MO "EL POCITO"
- FIG. 21, 22 RESULTADOS DE ENSAYES EN MATERIALES DE -  
23 y 24 BASE Y SUB-BASE
- FIG. 25 CROQUIS DE UBICACION DEL BANCO DE PRESTA  
MO "PRESA MADIN"
- FIG. 26 RESULTADOS DE ENSAYES EN MATERIALES DE  
BASE Y SUB-BASE
- FIG. 27 SECCION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO  
SECUENCIA DE CONSTRUCCION
- FIG. 28 SECCION ESTRUCTURAL DE GUARNICION Y BAN-  
QUETA
- FIG. 29 ESPECIFICACIONES DE CALIDAD PARA MATERIA  
LES DE SUB-BASE
- FIG. 30 ESPECIFICACIONES DE CALIDAD PARA MATERIA  
LES DE BASE
- FIG. 31 ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DE MATERIALES  
CARPETA ASFALTICA
- FIG. 32 LOCALIZACION DE SITIOS PARA EFECTUAR PRUE  
BAS DE CONTROL.



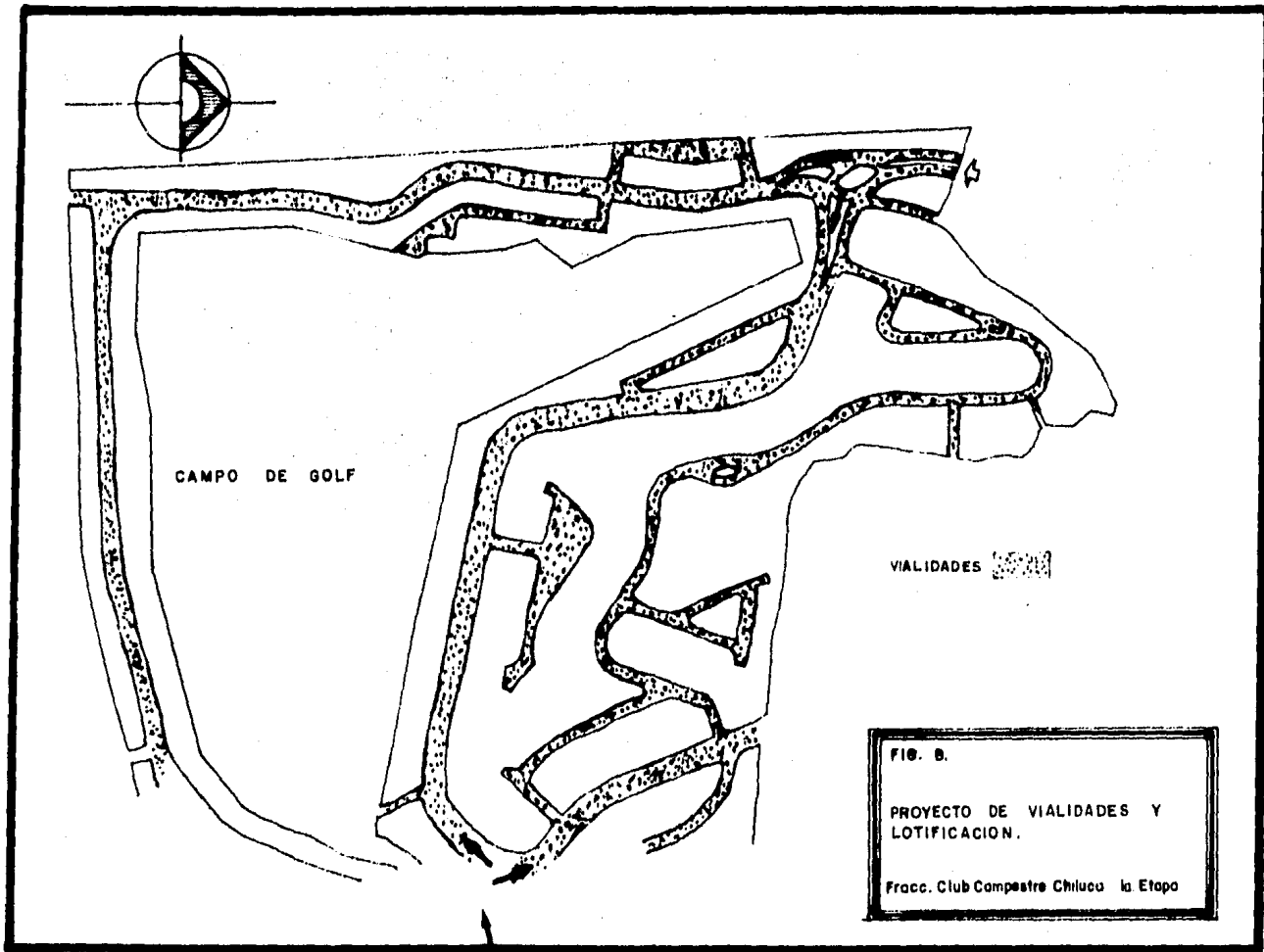
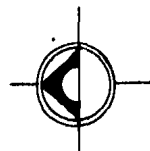
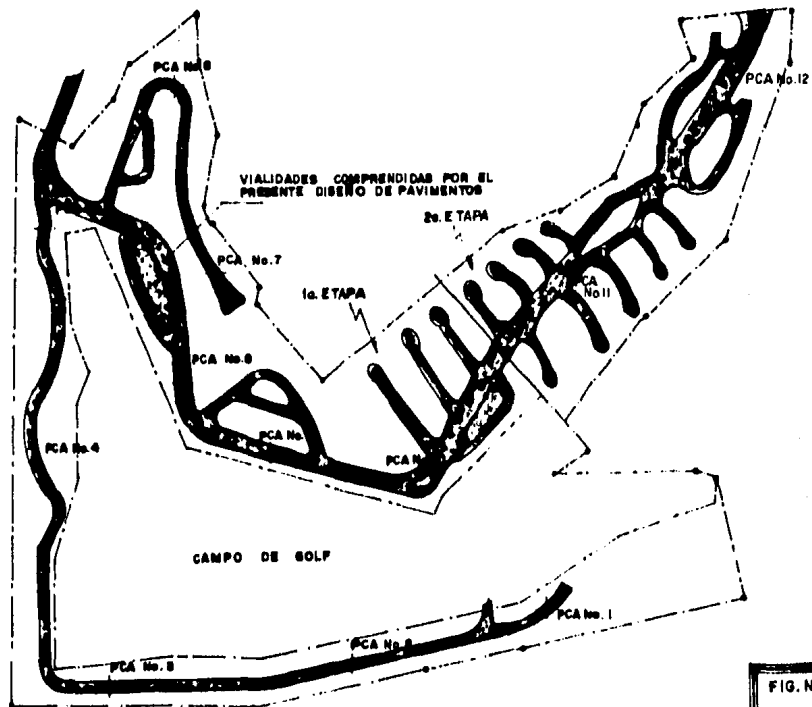


FIG. B.

PROYECTO DE VIALIDADES Y  
LOTIFICACION.

Fracc. Club Campestre Chilucua la Etapa





⊙ PCA - POZOS A CIELO ABIERTO

FIG. No 1

LOCALIZACION DE POZOS A CIELO ABIERTO.

Frucc. Club Campestre Chivca 1a. Etapa



PERFIL DEL POZO  
POZO PCA No. 2

Prof. (m.)	CLASIFICACION	CONTENIDO DE AGUA					CLASIF. SANDP
		10	20	30	40	50 (cm)	
10	1						
20							
30							
40							
50							
60	2						
70							
80							
90							
100							

- + - LIMITE LIQUIDO
- o - LIMITE PLASTICO
- o - CONTENIDO DE AGUA
- PC - POCOS CARBONATOS
- MC - MUCHOS CARBONATOS
- MO - MATERIA ORGANICA
- PCA - POZO A CICLO ABIERTO

Fig. No. 8  
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL P.C.A  
No. 8  
Frac. Club Campestre Chilca No. 8





PERFIL DEL SUELO  
POZO PCA No. 2

Prof. (cm.)	CLASIFICACION	CONTENIDO DE AGUA					CLASIF. SAROF
		10	20	30	40	50 (90%)	
10	[Dotted pattern]						
20							
30							
40							
50							
60	[Diagonal hatching]						
70				•			
80			•	•	+		

- ♦ - LIMITE LIQUIDO
- - LIMITE PLASTICO
- - CONTENIDO DE AGUA
- PC - POCOS CARBONATOS
- MC - MUCHOS CARBONATOS
- MO - MATERIA ORGANICA
- PCA - POZO A CIELO ABIERTO

FIG. No. 8

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL P.C. A

No. 2

Fuente: Club Campestre Chileco No. 2100

PERFIL DEL SUELO  
POZO PCA No. 6

Prof. (cm)	CLASIFICACION	CONTENIDO DE AGUA					CLASIF. SAHOP
		10	20	30	40	50 (%)	
10	[Dotted pattern]						
20							
30	[Diagonal hatching]						
40							
50	[Diagonal hatching]		•				
60			•	•	+		

- + -- LIMITE LIQUIDO
- -- LIMITE PLASTICO
- -- CONTENIDO DE AGUA
- PC -- FOCOS CARBONATOS
- MC -- MUCHOS CARBONATOS
- NO -- MATERIA ORGANICA
- PCA -- POZO A CIELO ABIERTO

FIG. No 7  
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL P.C.A  
No. 6  
Frec. Club Campesino Chibuto No. 2 Iape

PERFIL DEL SUELO  
POZO PCA No. 7

Prof. (c.m.)	CLASIFICACION	CONTENIDO DE AGUA (%)					CLASIF. SAMP
		10	20	30	40	50	
10	[Dotted pattern]						
20					•		
30	[Diagonal hatching]						
40							
50					•		
60							
70	[Diagonal hatching]						
80							
90							
100							
110	[Diagonal hatching]						
					•	•	+

- + - LIMITE LIQUIDO
- - LIMITE PLASTICO
- - CONTENIDO DE AGUA
- PC - POCOS CARBONATOS
- MC - MUCHOS CARBONATOS
- NO - MATERIA ORGANICA
- PCA - POZO A CIELO ABIERTO

FIG. No. 8  
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL P.C.A  
No. 7  
Fracc. Club Campestre Chileco No. 5702



PERFIL DEL SUELO  
POZO PCA No. 8

Prof. (cm)	CLASIFICACION	CONTENIDO DE AGUA					CLASIF. SAHOP
		10	20	30	40	50 (%)	
10	1						
20	[Hatched pattern]						
30							
40					•		
50							
60							
70							
80				•	•	•	

- ♦ - LIMITE LIQUIDO
- - LIMITE PLASTICO
- - CONTENIDO DE AGUA
- PC - POCOS CARBONATOS
- MC - MUCHOS CARBONATOS
- NO - MATERIA ORGANICA
- PCA - POZO A CIELO ABIERTO

FIG. No. 8  
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL P.C.A.  
No. 8  
Fracc. Club Campestre Chilve - M. E. Espu







PERFIL DEL SUELO  
POZO PCA No. 12

Prof. (cm.)	CLASIFICACION	CONTENIDO DE AGUA					CLASIF. SAMP
		10	20	30	40	50 (%)	
10	[Pattern]						
20							
30		•					
40							
50							
60	[Pattern]	•					
70							
80		•	•		+		

- ♦ - LIMITE LIQUIDO
- - LIMITE PLASTICO
- - CONTENIDO DE AGUA
- PC - POCOS CARBONATOS
- MC - MUCHOS CARBONATOS
- MO - MATERIA ORGANICA
- PCA - POZO A CIELO ABIERTO

FIG. No. 18  
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL P.C.A  
No. 12  
Fron. Club Compras Chituce No. 1703

T A B L A No. 1

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES TIPICOS HALLADOS EN RESIDENCIAL CAMPESTRE CLUB DE GOLF CHILUCA,  
ESTADO DE MEXICO

Tratamiento No.	Pozos en donde se encuentra	Prof. cm.	Clasificación	S.O.P	Tratamiento Probable	Coef. Variación			Clasif. para presupuesto			Talud en terra plenes.
						90%	95%	100%	A	B	C	
1	1	0-20	Arcilla poco limosa de color café oscuro de consistencia me- dia, con raíces, po- rosa, con puntos de color blanco, contie- ne pocos carbonatos y mucha materia orgá- nica.									
	2	0-15										
	3	0-20										
	4	0-20										
	5	0-50										
	6	0-20										
	7	0-35										
	8	0-15										
	9	0-40										
	10	0- 5										
2	12	0-30	Arena fina arcillo-li- mosa de color café - claro, contiene mucha materia orgánica y mu- chos carbonatos, con poros y puntos negros.									
	1	20-Indef										
	2	15-Indef										
	12	30-Indef										

Despalme min.  
promedio 25  
cm.

0.95 0.90 0.85 100 00 00 -

T A B L A No. 1

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES TIPICOS HALLADOS EN RESIDENCIAL CAMPESTRE CLUB DE GOLF CHILUCA,  
ESTADO DE MEXICO.

Estratos No.	Pozos en donde se encuentra	Prof. cm.	Clasificación S.O.P	Tratamiento Probable	Coef. Variación			Clasif. para presupuesto			Talud en terraple nes.
					90%	95%	100%	A	B	C	
			empaca fragmentos media nos y chicos de andesi- ta alterada de color - gris azulado y con pun- tos negros. (Fmc-SC)	Compactado	1.03	0.98	0.93	00	100	00	1.5:1
3	3	20-Indef	Limo areno arcilloso y								
	9	40-Indef	arena limo arcillosa pumfíticos, de color ca- fé poco rojizo, de me- diana plasticidad, poco poroso, contiene mucha materia orgánica y mu- chos carbonatos (OL-SC)	Compactado	1.00	0.95	0.90	70	-30	-00	1.5:1
4	4	20-Indef	Arcilla limosa y limo								
	7	35-Indef	arcilloso, de colores café blancuzco, café -								
	10	Q5-Indef	claro y café amarillen- to, con puntos blancos y negros, muy compacta con pocos carbonatos y mucha materia orgánica. (CL, OL, ML).	Compactado	1.08	1.02	0.97	70	30	00	1.5:1

T A B L A No. 1

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES TIPICOS HALLADOS EN RESIDENCIAL CAMPESTRE CLUB DE GOLF CHILUCA,  
ESTADO DE MEXICO

Estrato No.	Pozos en donde se encuentra	Prof. cm.	Calsificación S.O.P	Tratamiento Probable	Coef. Variación			Clasif. para presupuesto			Talud en terra plenes.
					90%	95%	100%	A	B	C	
5	5	50-Indef	Arena limo arcillosa y arena arcillo limo- sa, de color café cla ro y café blancuzco, con puntos negros muy compacta, contiene mu cha materia orgánica y pocos carbonatos. (SC, SM).	Compactado	1.10	1.04	0.99	40	60	00	1.5:1
	6	20-Indef									
	8	15-Indef									
	11	0-Indef									



LABORATORIOS DE ROCAS Y SUELOS

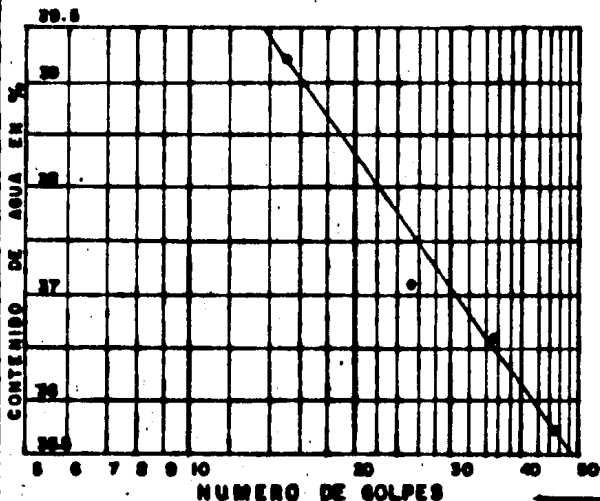
Proyecto: Residencial Campestre Chiluca Fecha: marzo/1975  
 Localización: Atizapan de Zaragoza  
 Sondeo Núm. 1 Cuspe Num: \_\_\_\_\_ Operador: \_\_\_\_\_  
 Muestra Núm. - Profundidad: 50 cm  
 Descripción: arcilla limosa de color Coteado: \_\_\_\_\_  
café claro

LIMITE LIQUIDO

Cápsula número	Numero de golpes	Peso Cap- sula + masa húmeda		Peso del agua		Peso del sólido		Peso del sólido seco		Conteni- do de agua(w%)
		gr	gr	gr	gr	gr	gr			
31	15	26.20	22.13	4.07	11.75	10.38	39.2			
63	25	24.27	20.93	3.34	11.94	8.99	37.1			
53	35	24.90	21.52	3.38	12.30	9.22	36.6			
46	45	24.28	21.18	3.10	12.50	8.68	35.7			

LIMITE PLASTICO

86	13.70	13.39	0.31	12.05	1.34	23.1
35	14.95	14.64	0.31	13.31	1.33	23.3
59	13.71	13.40	0.31	12.07	1.33	23.3



w<sub>L</sub> \_\_\_\_\_  
 LL = 37.7 %  
 LP = 23.3 %  
 PI = 14.4 %

CLASIFICACION SOP CL

CONTRACCION LINEAL 7.5%

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

FIG. No. 14

RESULTADOS DE LIMITES DE CONSISTENCIA, CONTRACCION LINEAL Y CLASIFICACION, SOP.

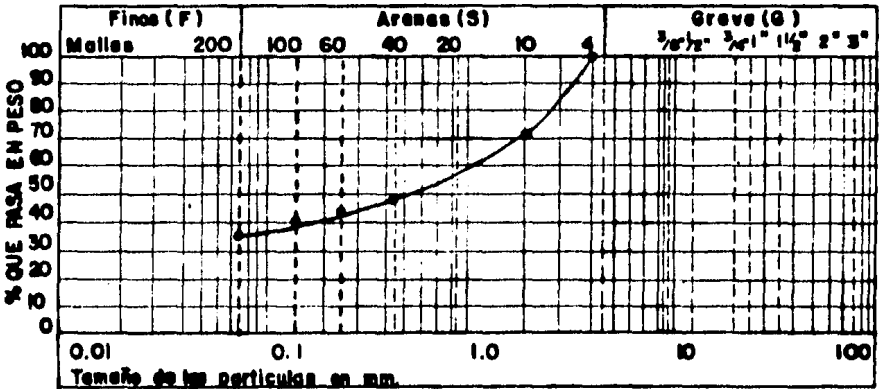
Pres. Cob Campestre Chiluca a Etapa

LABORATORIOS DE ROCAS Y SUELOS

FECHA: Marzo/1975  
 OPERADOR: \_\_\_\_\_  
 CALCULISTA: \_\_\_\_\_  
 REVISO: \_\_\_\_\_

LOCALIZACION: Edo. de México  
 ENSAYE No. \_\_\_\_\_ SONDEO No: 6  
 MUESTRA No. \_\_\_\_\_ PROF: \_\_\_\_\_  
 PESO DE LA MUESTRA: 300

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA NUM. 4				MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA NUM. 4			
Malla	Peso retenido	Retenido parcial	Material que pasa	Malla	Peso retenido	Retenido parcial	Material que pasa
	Wl (gr)	(%)	(%)		Wl (gr)	(%)	(%)
3"				10	86	28.6	71
2"				20	32	10.6	61
1 1/2"				40	26	12.0	49
1"				60	12	4.0	45
3/4"				100	11	3.6	41
1/2"				200	9	3.0	38
3/8"				pasa	200	114	
Numero 4			100	suma	300		
Pasa # 4							
Suma							



$D_{60} = C_u \cdot \frac{D_{60}}{D_{10}}$   $> 5 = 0$  %  
 $D_{30} =$   $0 = 62$  %  
 $D_{60} = C_c \cdot \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{50}}$   $F = 38$  %  
 $< 40 = 51$  %

Clasificación y descripción del material Arena limo arcillosa de color café claro (SM)

FIG. No. 13  
 RESULTADOS DE GRANULOMETRIA EN MALLAS.  
 Frecc. Club Constructora C.N. Uca 1a. Etapa

### LABORATORIOS DE ROCAS Y SUELOS

Proyecto: Residenc. Campestre Chiluca  
 Localización: Edo. de México  
 Sondas num.: 11  
 Muestra num.: \_\_\_\_\_ Prof.: 60 cm.  
 Descripción: Arena limo arcillosa de color café blanuzco.

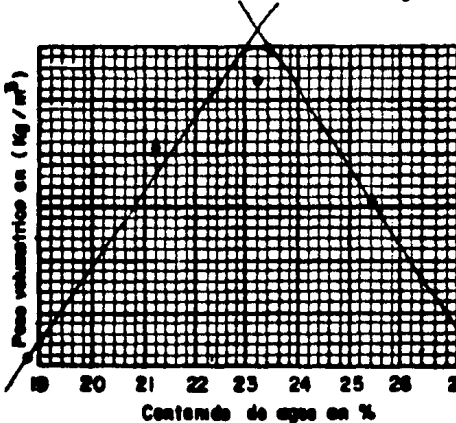
Fecha: 12 de marzo/1975  
 Operador: \_\_\_\_\_  
 Calculó: \_\_\_\_\_

Tipo de prueba: Proctor SOP Molds Num.: 1 Volumen: 931 cm<sup>3</sup>  
 Peso: 5911 gr. Peso pisen: 2 500 gr. Altura caída: 30 cm.  
 Num. de capas: \_\_\_\_\_ Num. de golpes por capa: \_\_\_\_\_

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5		
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	7578	7721	7789	7754	7702		
Peso molde (gr.)	5911	5911	5911	5911	5911		
Peso suelo húmedo (gr.)	1667	1810	1876	1843	1791		
Peso volumétrico húmedo (Kg/m <sup>3</sup> )	1790	1944	2015	1979	1923		
Capas número	69	11	56	48	66		
Peso capsula + suelo húmedo (gr.)	111.96	127.30	138.00	151.94	169.67		
Peso capsula + suelo seco (gr.)	96.02	107.00	114.24	123.60	135.89		
Peso del agua (gr.)	15.94	20.20	23.76	28.34	33.78		
Peso capsula (gr.)	11.86	11.93	12.24	12.40	12.10		
Peso suelo seco (gr.)	84.16	95.17	102.00	111.20	123.79		
Contenido de agua (%)	18.09	21.20	23.20	25.04	27.20		
Peso volumétrico seco (Kg/m <sup>3</sup> )	1505	1603	1635	1578	1511		
Porción de vacíos: <u>g</u>							

Peso volumétrico seco =  $\frac{\text{Peso volumétrico húmedo}}{\text{contenido de agua}}$

#### DATOS SOBRE SATURACION



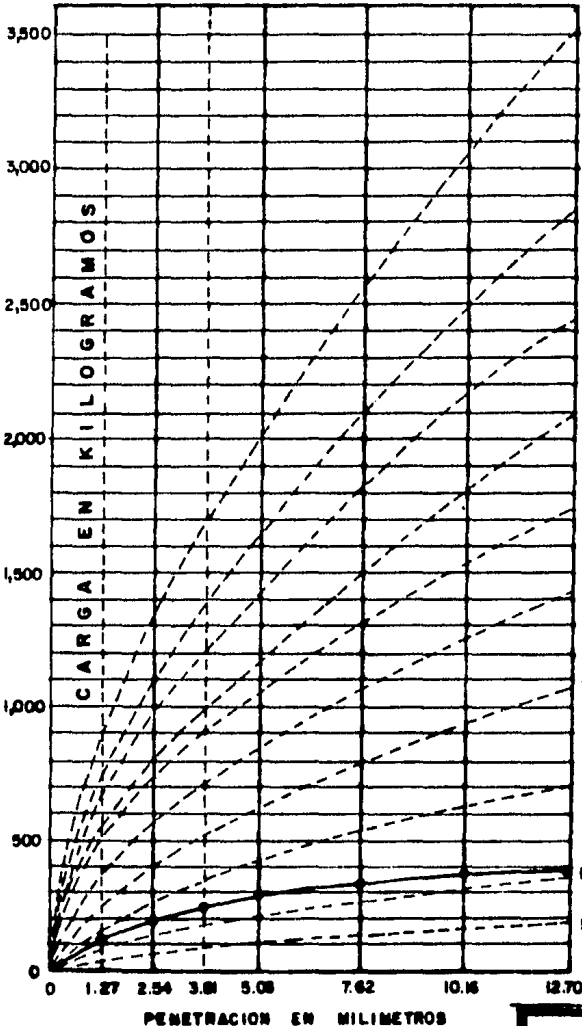
$w$        $\gamma_d$   
 $G_w = 100\%$  \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 $G_w = 80\%$  \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 $\gamma_{d\max} = \frac{3 \times P_u}{1 + e}$   
 $w_{opt} = 23.2\%$   
 $\gamma_{d\max} = 1650 \text{ Kg/m}^3$

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

FIG. No. 18  
**RESULTADOS DE PRUEBA PROCTOR SOP (COMPACTACION).**  
 Pres. Céd. Comparte Clases In. Dpto

LABORATORIOS DE ROCAS Y SUELOS

FECHA: 4 marzo/75 OPERADOR: \_\_\_\_\_ FORMULO: \_\_\_\_\_  
 MUESTRA: PCA No. 4 Prof. 65 cm.



BASE DE BUENA CALIDAD	PORTER SATURADO
	P. SECO <u>4 100</u>
	P. HUMEDO <u>4 358</u>
	AGUA AGREGADA <u>400</u>
	ALTURA MOLDE <u>22.86</u>
	ALTURA FALTANTE <u>9.86</u>
BASE DE REGULAR	ALTURA DEL MAT. <u>13.00</u>
	AREA <u>182</u>
	VOLUMEN <u>2366</u>
	$\delta_m$ <u>1841</u>
	$\delta_s$ <u>1379</u>
CALIDAD	$W_{6PT.}$ <u>33.5</u>
SUB-BASE DE BUENA CALIDAD	% EXP. <u>0.7</u>
	% V.R.S. <u>13.9</u>
	CARGA PARA PENETRACIONES EN MM.
	1.27 <u>110</u> KGS.
	2.54 <u>190</u>
	3.81 <u>240</u>
	5.08 <u>275</u>
	7.62 <u>325</u>
	10.16 <u>360</u>
	12.70 <u>390</u>

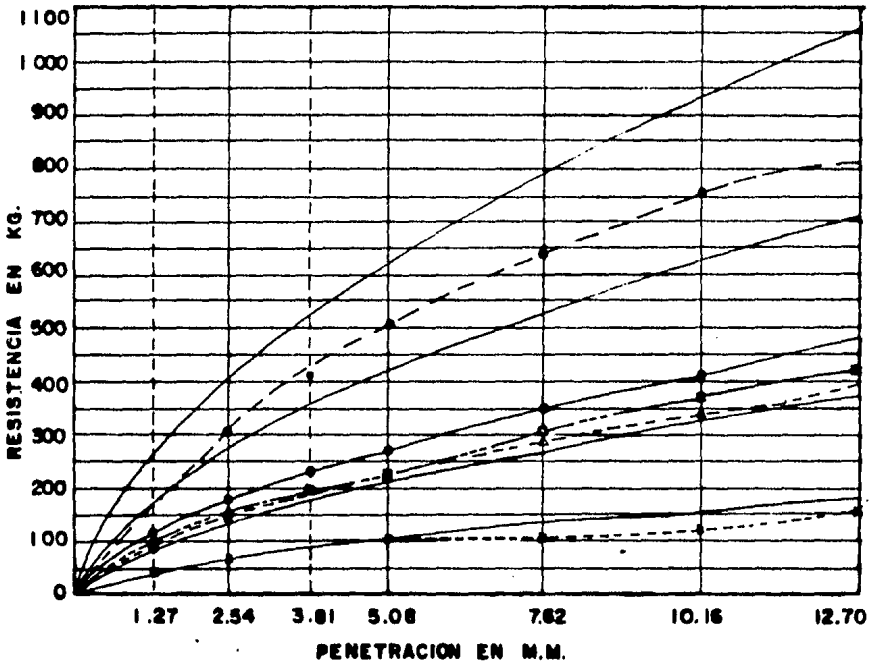
78	
<u>104.76</u>	<u>8.60</u>
<u>81.60</u>	<u>12.67</u>
<u>23.16</u>	<u>68.93</u>

$W = 33.5$   
 BOLDE No. 2  
 EXTENSION No.  
 LECTURA I = 594  
 LECTURA P = 629

FIG. No. 17  
 RESULTADO DE LA PRUEBA PORTER ESTANDAR SATURADA (VALOR RELATIVO DE SOPORTE).  
 Pres. Ché Compañía Chilena de Estepa

LABORATORIOS DE ROCAS Y SUELOS.

POZO	PCA #	PCA #	PCA #	PCA #	PCA #
PENETRACION DE:	RESISTENCIA A LA PENETRACION Kg.				
1.27 m.m. (0.05")	120	155	100	85	47
2.54 m.m. (0.10")	180	315	155	150	70
3.81 m.m. (0.15")	230	415	195	195	80
5.08 m.m. (0.20")	270	503	230	235	100
7.62 m.m. (0.30")	350	638	290	310	120
10.16 m.m. (0.40")	410	752	340	370	135
12.70 m.m. (0.50")	480	810	390	420	155
VRS %	13.2 ●	23.1 ●	11.3 △	11.0 □	5.1 X



OBSERVACIONES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 OPERADOR: \_\_\_\_\_ REVISO : \_\_\_\_\_

FIG. No. 18  
 RESULTADOS DE LA PRUEBA PORTER  
 MODIFICADA  
 Presc. Club Campeste CNhas la. Etapa

RESULTADOS DE LOS ENSAYES DE LABORATORIO  
EN MUESTRAS DE MATERIALES PARA SUBRASANTES  
(MATERIALES NATURALES)

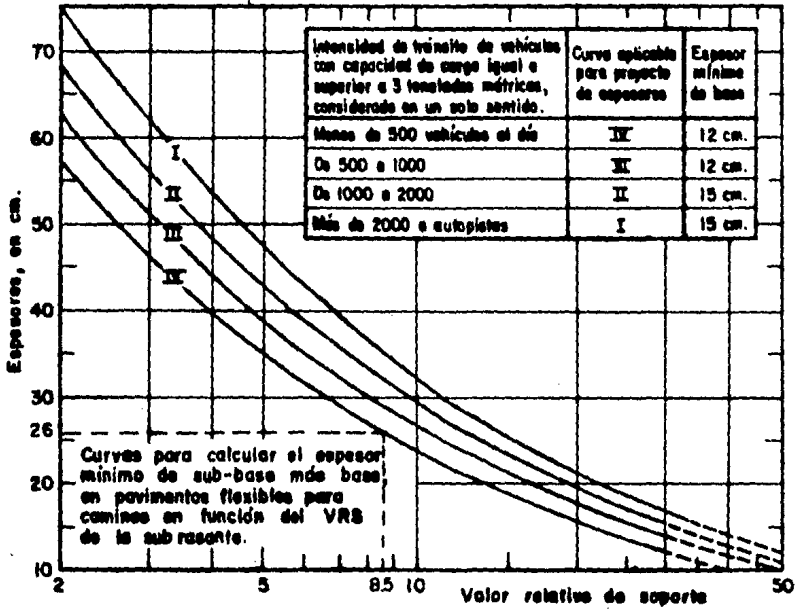
SORBIDO	PROP. DE MUESTRA (g/m)	CONTENIDO NATURAL DE AGUA %	LIMITE DE CONSISTENCIA %	CONTRACCION LI-NEAL %	GRANULOMETRIA			PORTER- STANDARD					PORTER MO- DIFICADA A		PROCTOR		CLASIF. SUCS (EQP)	
					75 μ	150 μ	300 μ	T	Td	W. %	VEE	VEE	VEE	VEE	VEE	VEE		VEE
1	50	16.7	37.23	7.5	100	60	43											SC
2	100	17.2	40.24	5.9	100	59	37											SC
3	60	42.6	51.36	5.2	100	79	65	1724	1215	41.8	38.2	0.3	13.2	1126	44.2			OL
4	65	27.2	42.32	6.0	100	86	71	1841	1379	33.5	13.9	0.7	5.1	1346	34.3			OL
5	80	16.7	35.22	4.9	99	44	30											SC
6	60	11.2	33.26	4.5	100	49	38	1943	1550	25.3	9.9	0.5	11.3	1550	22.9			SM
7	110	13.4	35.28	4.2	99	76	56											ML
8	80	22.0	40.30	4.6	87	47	35											SC
9	90	32.6	52.38	3.5	97	49	37	1810	1371	32.0	77.2	0.3	23.1	1281	35.0			SC
10	55	10.4	28.16	6.1	100	80	58	2065	1705	21.1	6.6	0.7		1655	20.2			CL
11	60	15.3	37.24	4.5	100	40	21			22.1	16.9	0.0	11.0	1650	23.2			SC
12	80	10.7	46.27	5.7	96	40	22											SC

T<sub>m</sub> (HG/M) = PESO VOLUMETRICO HUMEDO (PORTER)  
T<sub>d</sub> " " " SECO " "  
P.V.S.M " " " MAXIMO (PROCTOR S.O.P.)

FIG. No. 10

RESUMEN DE LOS RESULTADOS  
OBTENIDOS DE TODAS LAS PRUEBAS  
EFECTUADAS.

Pres. Club Compañero Chiluco la. Etapa.








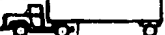


Prueba 108-13, SCOP - 1957

FIG. No. 10-A

GRAFICA PARA CALCULAR ESPESOR MÍNIMO DE SUB-BASE MÁS BASE EN FUNCIÓN DEL VRS.

Pres. Ché Bustos Chile Is. Squeo.

Notas

TIPO DE VEHICULO	Número de vehículos en ambas direcciones	Coeficiente de distribución	Número de vehículos en el carril de proyecto	Coeficiente de vehículos cargados o vacíos	Número de vehículos cargados o vacíos por carril $N_1, N_2$	Coeficientes de daño por tránsito, $F_1, F_2$		Número de ejes equivalentes de 8.2 ton, $N_1, N_2$		
						$z=0$ cm	$z=15$ cm	$z=0$ cm	$z=15$ cm	
Ap 	882	0.5	441	C: 1.0 V: 0.0	441 0	0.005 0.005	0 0	2.21		
Ac 				C: V:		0.34 0.34	0.042 0.001			
B 	48	0.5	24	C: 1.0 V: 0.0	24 0	2.0 2.0	1.150 0.640	48.00	27.60	
C2 	30	0.5	15	C: 0.80 V: 0.20	12 3	0.88 0.88	0.465 0.027	10.56 2.64	5.58 0.08	
C3 	20	0.5	10	C: 0.80 V: 0.20	8 2	0.88 0.88	0.675 0.044	7.04 1.76	5.40 0.09	
T2-S1 				C: V:		3.0 3.0	1.740 0.140			
T2-S2 				C: V:		4.0 4.0	1.570 0.210			
T3-S2 				C: V:		5.0 5.0	1.300 0.150			
			Total	490					72.21	38.75

NUMERO DE CARRILES EN AMBAS DIRECCIONES	COEFICIENTE DE DISTRIBUCION PARA EL CARRIL DE PROYECTO, %
2	50
4	40 - 50
6 o más	30 - 40

$T_0, T_0'$ : Tránsito equivalente inicial  
 Años de servicio,  $n$ : 15 Tasa de crecimiento anual,  $r$ : 7 %  
 Coeficiente de acumulación del tránsito,  $C$ : 9 172.00  
 Tránsito acumulado,  $\Sigma L_n \cdot C T_0$ : 665,000  $\Sigma L_n' \cdot C T_0'$ : 355,000

Fig 10-8 Tabla para cálculo del tránsito acumulado en función de ejes sencillos equivalentes de 8.2 ton



**NOTA**

$K_v$  = Coeficiente de equivalencia para el vehículo vacío  
 $K_c$  = Coeficiente de equivalencia para el vehículo cargado

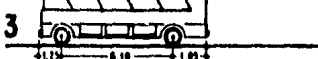
**A<sub>p</sub>**



**A<sub>c</sub>**



**B**



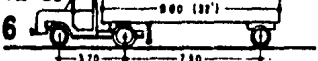
**C<sub>2</sub>**



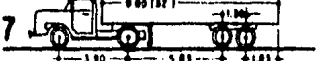
**C<sub>3</sub>**



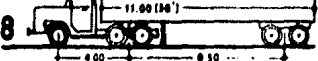
**T2-S1**



**T2-S2**



**T3-S2**



N°	Características		P <sub>v</sub> kg/m <sup>3</sup>
	Peso, ton	Carga Vario	
1	1.0	0.8	2.0
2	1.0	0.8	2.0
Σ	2.0	1.6	-

1	1.0	1.3	4.2
2	3.3	1.3	4.2
Σ	4.3	2.6	-

1	4.2	3.0	2.0
2	8.1	7.0	2.0
Σ	12.3	10.0	-

1	2.3	1.5	2.0
2	4.8	2.7	2.0
Σ	7.1	4.2	-

1	2.6	1.7	2.0
2	14.0	5.2	2.0
Σ	16.6	6.9	-

1	3.0	2.5	2.0
2	8.0	3.6	2.0
3	7.8	3.9	2.0
Σ	18.8	9.1	-

1	4.0	3.8	2.0
2	8.3	4.0	2.0
3	12.1	3.8	2.0
Σ	24.4	11.3	-

1	3.9	3.5	2.0
2	13.0	5.4	2.0
3	13.0	5.0	2.0
Σ	29.9	13.9	-

Coeficientes de dato			
Carga, P <sub>v</sub>			
s = 0	s = 15	s = 22.5	s = 30
0.0023	0.000	0.000	0.000
0.0013	0.000	0.000	0.000
0.0006	0.000	0.000	0.000

0.17	0.001	0.001	0.000
0.17	0.000	0.010	0.010
0.34	0.042	0.011	0.010

1.0	0.150	0.000	0.020
1.0	1.000	1.020	1.050
2.0	1.110	1.100	1.100

0.44	0.021	0.008	0.002
0.44	0.440	0.440	0.440
0.88	0.461	0.448	0.442

0.44	0.021	0.008	0.003
0.44	0.450	0.450	0.450
0.88	0.471	0.450	0.453

1.0	0.040	0.015	0.007
1.0	0.900	0.900	0.900
1.0	0.800	0.800	0.800
3.0	1.740	1.715	1.707

1.0	0.120	0.060	0.030
1.0	1.000	1.010	1.020
2.0	0.450	0.400	0.400
4.0	1.570	1.490	1.480

1.0	0.100	0.050	0.025
1.0	0.600	0.500	0.490
2.0	0.400	0.500	0.500
5.0	1.300	1.050	1.020

Coeficientes de dato			
Vario, P <sub>v</sub>			
s = 0	s = 15	s = 22.5	s = 30
0.0023	0.000	0.000	0.000
0.0013	0.000	0.000	0.000
0.0006	0.000	0.000	0.000

0.17	0.001	0.000	0.000
0.17	0.000	0.000	0.000
0.34	0.001	0.000	0.000

1.0	0.040	0.015	0.007
1.0	0.600	0.500	0.500
2.0	0.440	0.515	0.507

0.44	0.002	0.000	0.000
0.44	0.021	0.008	0.003
0.88	0.027	0.008	0.003

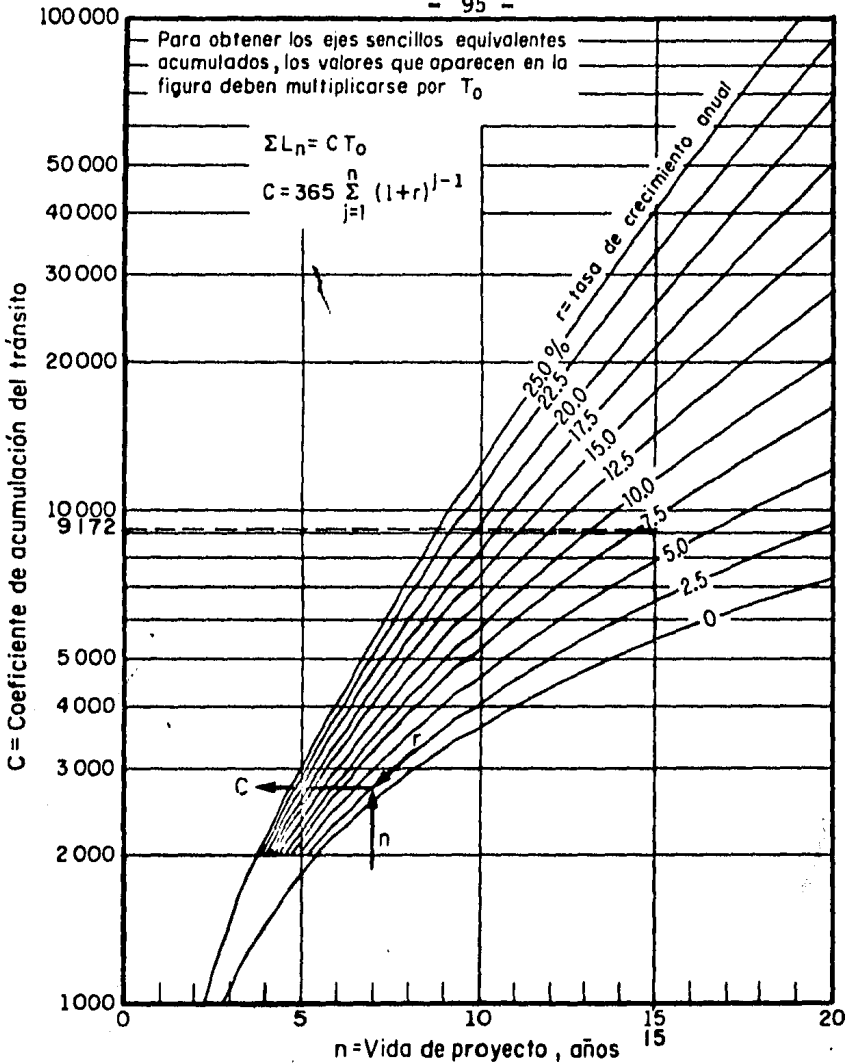
0.44	0.004	0.001	0.000
0.44	0.000	0.010	0.000
0.88	0.004	0.011	0.000

1.0	0.070	0.004	0.003
1.0	0.080	0.030	0.020
1.0	0.040	0.015	0.007
3.0	0.140	0.051	0.029

1.0	0.060	0.030	0.020
1.0	0.120	0.040	0.030
2.0	0.010	0.002	0.001
4.0	0.210	0.092	0.051

1.0	0.080	0.030	0.020
2.0	0.040	0.015	0.007
1.0	0.030	0.010	0.000
1.0	0.150	0.055	0.031

Fig 10-C Coeficientes de dato por tránsito para vehículos típicos



$\Sigma L_n$  tránsito acumulado al cabo de  $n$  años de servicio, ejes equivalentes de 8.2 ton

$C$  coeficiente de acumulación del tránsito, para  $n$  años de servicio y una tasa de crecimiento anual  $r$

$T_0$  tránsito medio diario por carril en el primer año de servicio, ejes equivalentes de 8.2 ton

$$T_0 = \Sigma N_i F_i + \Sigma N_i' F_i'$$

$N_i, N_i'$  promedio diario por carril de vehículos tipo  $i$  (cargados o descargados, respectivamente), durante el primer año de servicio

$F_i, F_i'$  coeficiente de daño relativo producido por cada viaje del vehículo  $i$  (cargado o descargado, respectivamente), ejes equivalentes de 8.2 ton

Fig. 10-0 Gráfica para estimar el tránsito equivalente acumulado

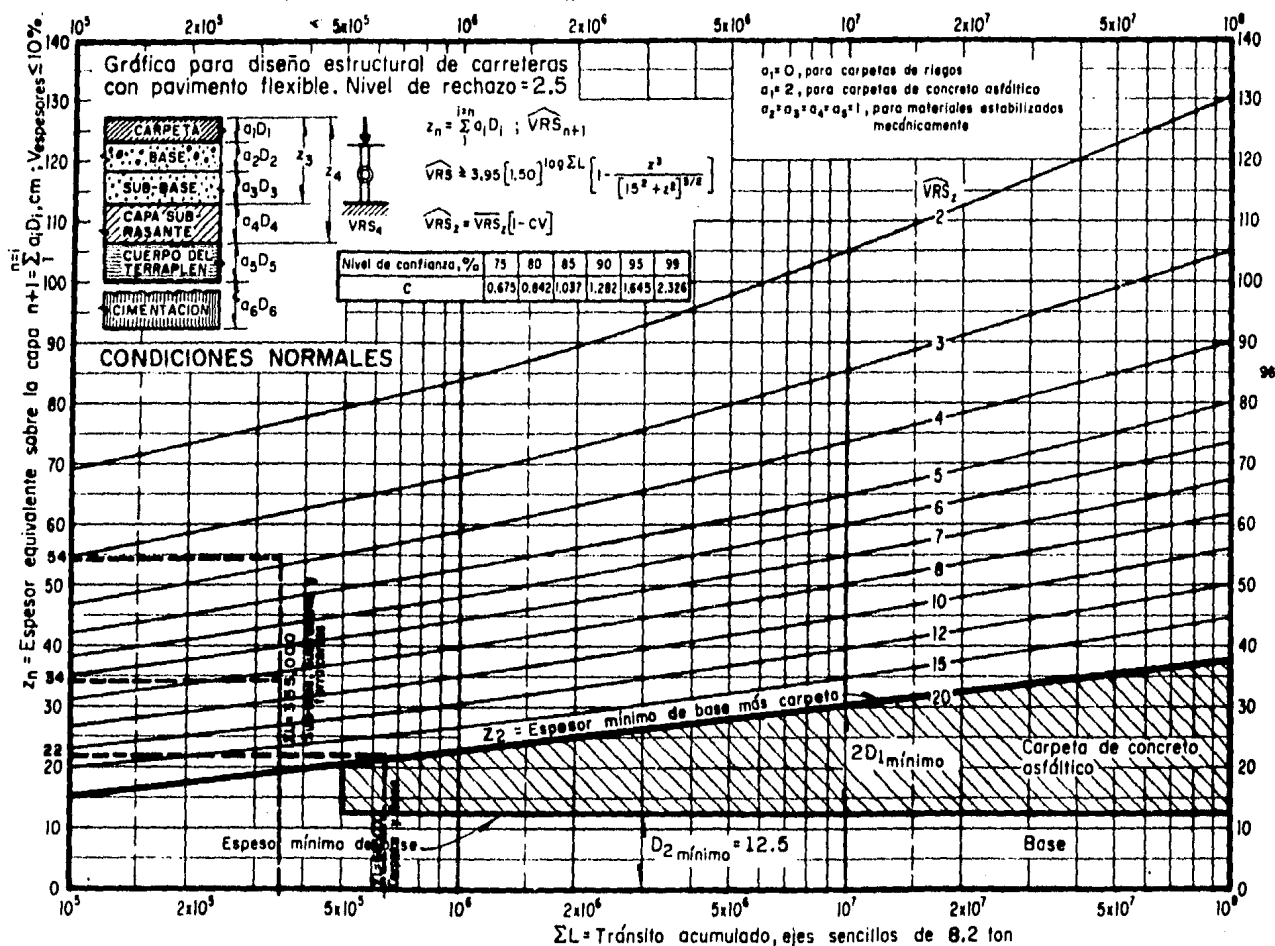
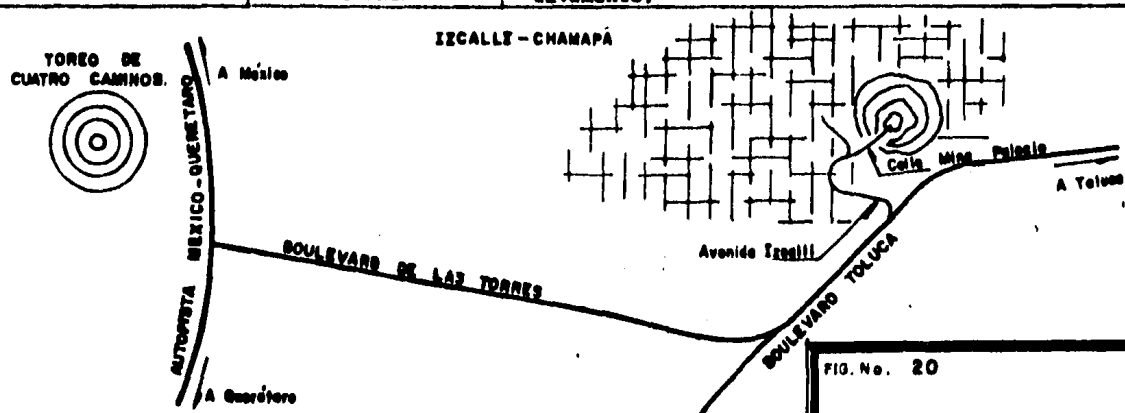


Fig. 10-1 Gráfica de diseño para condiciones normales

BANCO DE PRESTAMO DE MATERIAL PARA SUB-BASE Y BASE HIDRAULICA DENOMINACION EL POCITO

UBICACION	ESTRATO		CLASIFICACION, SUCS. (S.O.P.)	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOL.			CLASIF. PUESTO			
	Nº	ESPESOR (m)			90%	95%	100%	A	B	C	
A 8 000 m de la auto pista Méx-Querétaro	1		Limo arcilloso (Cl. Tepetate)								
Por el Boulevard de las Torres	2		Grava, arena poco limosa (6 M)								
DIMENSIONES LARGO ____ m. ANCHO ____ m. ESPECOR ____ m.	VOLUMEN APROVECHABLE SUFICIENTE		OBSERVACIONES. El material granular de este banco se deberá mezclar con el tepetate, en una proporción volumétrica de 90 - 10 % y 70 - 30 % respectivamente.								



Nota: Estas mezclas se usarán en la construcción de la sub-base y base respectivamente.

FIG. No. 20

CROQUIS DE UBICACION DEL BANCO DE PRESTAMO

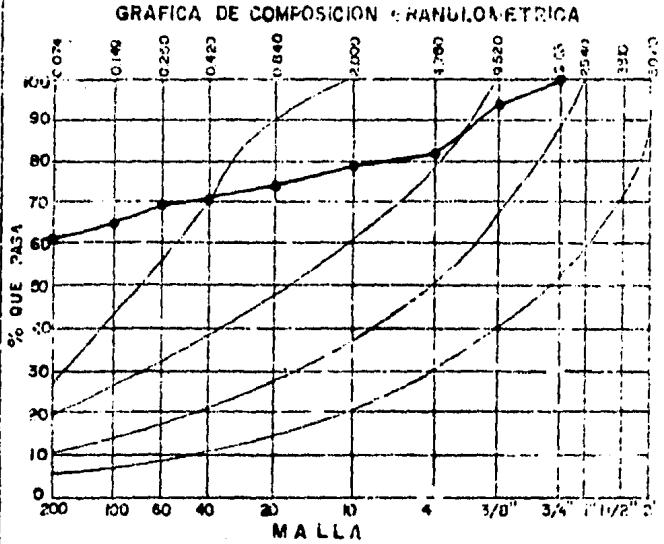
Proc. Club Campeste Chileno la Etapa.

LABORATORIO DE BANCAS Y SUELOS

Material: Para Cementante Proyecto: \_\_\_\_\_  
 Ensayo No.: \_\_\_\_\_ Fecha recibida: Marzo/75  
 Enviado por: \_\_\_\_\_ Fecha informe: Abril/75  
 Procedencia: Banco "El Pocito"

Peso vol. suelto (g/cm<sup>3</sup>): \_\_\_\_\_  
 Peso vol. compactado (g/cm<sup>3</sup>): \_\_\_\_\_  
 Humedad óptima: \_\_\_\_\_  
 % QUE PASA POR MALLA:  
 1" \_\_\_\_\_  
 1/2" \_\_\_\_\_  
 1" \_\_\_\_\_  
 3/4" 100  
 3/8" 94  
 No. 4 82  
 " 10 79  
 " 20 74  
 " 40 71  
 " 60 69  
 " 100 65  
 " 200 61

% DESPERDICIO DE LA MUESTRA \_\_\_\_\_  
 V.R. 3 (estender) %: \_\_\_\_\_  
 % Espansión \_\_\_\_\_  
 Volver cementante 8.72 Kg/cm<sup>2</sup>



PRUEBAS: MAT. MAYOR 3/8" PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 40

ABSORCION _____	LIMITE LIQUIDO <u>50.3</u>	EQUIV. HUMEDAD CAMPO _____
DENSIDAD _____	LIMITE PLASTICO <u>35.7</u>	CONTRACCION LINEAL <u>5.0</u>
	INDICE PLASTICO <u>14.6</u>	

PESO VOL. EN EL LUGAR \_\_\_\_\_ CLASIFICACION PETROGRAFICA Limo Arcillo-arenoso con 18% de grava (OL, tepetate)  
 HUMEDAD EN EL LUGAR \_\_\_\_\_  
 GRADO DE COMPACTACION \_\_\_\_\_

EQUIVALENTE DE ARENA (%): \_\_\_\_\_

RECOMENDACIONES. Este material se empleará como cementante del material utilizado en la construcción de las sub-bases y bases hidráulicas.

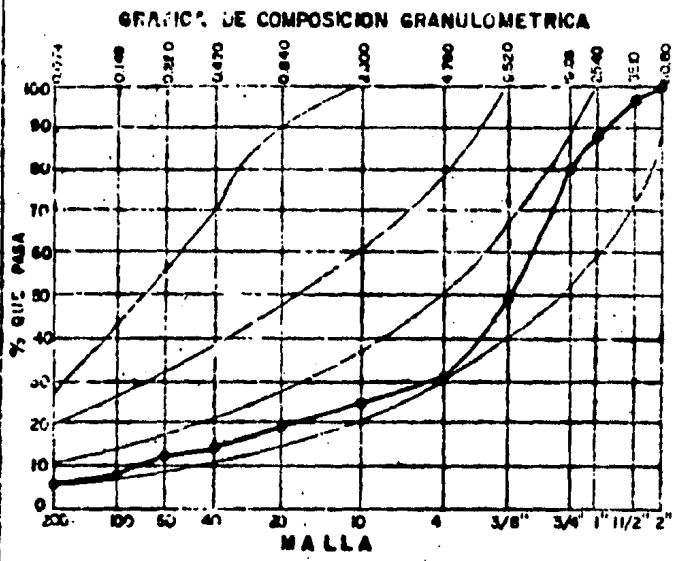
LABORATORISTA: \_\_\_\_\_  
 CALCULO: \_\_\_\_\_  
 REVISO: \_\_\_\_\_

FIG. No. 21  
 RESULTADOS DE ENSAYOS EN MATERIALES DE BASE Y SUB-BASE.  
 Procc. Club. Campestre Chilaca No. 2100

LABORATORIOS DE ROCAS Y SUELOS

Muestra: Pava Sub-base y base Proyecto: \_\_\_\_\_  
 Ensayo No.: \_\_\_\_\_ Fecha recibe: MARZO/75  
 Enviado por: \_\_\_\_\_ Fecha informe: Abril/75  
 Proveniencia: Banco "El pocito"

Peso vol. suelto (t/m<sup>3</sup>): \_\_\_\_\_  
 Peso vol. max (t/m<sup>3</sup>): \_\_\_\_\_  
 Humedad óptima: \_\_\_\_\_  
 % QUE PASA MALLA:  
 2" 100  
 1 1/2" 97  
 1" 88  
 3/4" 80  
 3/2" 49  
 No. 4 31  
 " 10 25  
 " 20 19  
 " 40 14  
 " 60 12  
 " 100 8  
 " 200 6  
 % DESPERDICIO DE LA MUESTRA \_\_\_\_\_  
 V.R.S. (estender) % \_\_\_\_\_  
 % Exposición \_\_\_\_\_  
 Valor comentado \_\_\_\_\_



PRUEBAS EN MAT. MAYOR 3/8" PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 40

ABSORCIÓN _____	LIMITE LIQUIDO <u>MP</u>	EQUIV. HUMEDAD CAMPO _____
DENSIDAD _____	LIMITE PLASTICO <u>MP</u>	CONTRACCIÓN LINEAL <u>0,0</u>
INDICE PLASTICO <u>MP</u>		

POSO VOL. EN EL LUGAR \_\_\_\_\_ CLASIFICACION PETROGRAFICA GRAVA-SIENA  
 HUMEDAD EN EL LUGAR \_\_\_\_\_  
 GRADO DE COMPACTACION \_\_\_\_\_

EQVALENTE DE ARENA (%%) \_\_\_\_\_

RECOMENDACIONES: Este material se empleará en la construcción de las sub-bases y bases hidráulicas, previo cribado a tamaño máximo de 38.1 mm (1 1/2") y mezclado con el material fino cementante.

LABORANTISTA: \_\_\_\_\_  
 CALCULO: \_\_\_\_\_  
 DIBUJO: \_\_\_\_\_

FIG. No. 22

RESULTADOS DE ENSAYOS EN MATERIALES DE BASE Y SUB-BASE.

Pres. Club. Compostre Chilea N. Elipso

LABORATORIOS DE ROZAS Y SUELOS

Material: PARA Sub-base hidráulica Proyecto: \_\_\_\_\_  
 Ensayo No.: \_\_\_\_\_ Fecha recibo: Marzo/75  
 Enviado por: \_\_\_\_\_ Fecha informe: Abril/75  
 Procedere: Mezcla 70-30 % en volumen de material grava-arena y tepetate  
respectivamente del banco "El Pocito"

Peso vol. suelto (g/m<sup>3</sup>) 1335  
 Peso vol. max (g/m<sup>3</sup>) 1685  
 Humedad óptima 19.7

% QUE PASA MALLA

2"	100
1 1/2"	93
1"	90
3/4"	86
5/8"	62
No. 4	42
" 10	36
" 20	31
" 40	27
" 60	25
" 100	22
" 200	20

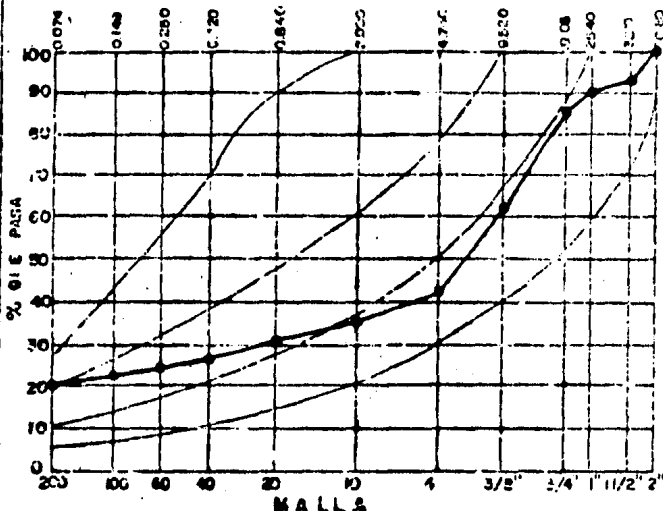
% PERDIDIO DE LA MUESTRA

V.R.S. (estandar) % 133

% Espansión 0.26

Valor cementante 3.4 kg/cm<sup>2</sup>

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



PRUEBAS EN MAT. MAYOR 3/3

ASORCION \_\_\_\_\_  
 GENDIAC \_\_\_\_\_

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No.40

LIMITE LIQUIDO 35.2  
 LIMITE PLASTICO 24.5  
 INDICE PLASTICO 10.7

EDPV. HUMEDAD CAMPO \_\_\_\_\_  
 CONTRACCION LINEAL 3.8

PEO VOL. EN EL LUGAR \_\_\_\_\_

HUMEDAD EN EL LUGAR \_\_\_\_\_

GRADO DE COMPACTACION \_\_\_\_\_

CLASIFICACION PETROGRAFICA GRAVA-ARENA  
limosa (GM)

EQ. EQUIVALENTE DE ARENA (%) 40.3

RECOMENDACIONES: Esta mezcla será empleada en la construcción de la  
sub-base hidráulica del pavimento.

LABORANTES: \_\_\_\_\_

CALCULO: \_\_\_\_\_

REVISO: \_\_\_\_\_

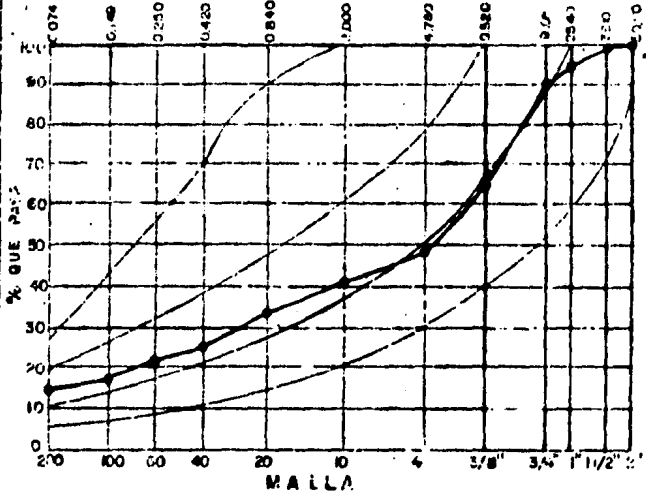
PAG. No. 25  
 RESULTADOS DE ENSAYOS EN MATERIALES DE BASE Y SUB-BASE.  
 Procc. Club. Constructor Chilea la. 1970

LABORATORIOS DE ROCAS Y SUELOS

Material: **Para base hidráulica** Proyecto: \_\_\_\_\_  
 Ensayo No.: \_\_\_\_\_ Fecha recibida: **Marzo/75**  
 Enviado por: \_\_\_\_\_ Fecha informe: **Abril/75**  
 Procedencia: **Mezcla 90-10% en volumen del material grava-arena y tapetate respectivamente, del banco "El Pocito"**

Peso vol. húmedo (gr/m <sup>3</sup> )	1510
Peso vol. seco (gr/m <sup>3</sup> )	1841
Humedad optima	13.7
% QUE PASA MALLA	
1"	100
1/2"	99
3/4"	90
3/8"	65
No. 40	48
" 10	41
" 20	33
" 40	25
" 60	21
" 100	17
" 200	14

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



% DESPERDICIO DE LA MUESTRA \_\_\_\_\_  
 V.R. (estandar) % **150**  
 % Expansión **1.09**  
 Valor constante **3.3 kg/cm<sup>2</sup>**

PRUEBAS EN MAT. MAYOR 3/8"

ABSORCION \_\_\_\_\_  
 DENSIDAD \_\_\_\_\_

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 40

LIMITE LIQUIDO **25.0**  
 LIMITE PLASTICO **21.5**  
 INDICE PLASTICO **3.5**

CÓMV. NUMERAD. CAMPO \_\_\_\_\_  
 CONTRACCION LINEAL **1.0**

REDO VOL. EN EL LUGAR \_\_\_\_\_  
 HUMEDAD EN EL LUGAR \_\_\_\_\_  
 GRADO DE COMPACTACION \_\_\_\_\_

CLASIFICACION PETROGRAFICA **GRAVA-ARENA**  
**limosa (G.M.)**

EQUIVALENTE DE ARENA (%) **46.4**

RECOMENDACIONES: **Esta mezcla será empleada en la construcción de la base hidráulica del pavimento**

LABORATORISTA: \_\_\_\_\_  
 CALCULO: \_\_\_\_\_  
 REVISO: \_\_\_\_\_

FIG No. 06  
 RESULTADOS DE ENSAYES EN MATERIALES DE BASE Y SUB-BASE.  
 Pract. Club. Campestre Chilica la. Depto.



BANCO DE PRESTAMO DE MATERIAL PARA Sub-base y base DENOMINACION Presa Madin

UBICACION	ESTRATO		CLASIFICACION, SUCS. (S.O.P.)	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOL.			CLAS. P. PRES. PUESTO			
	Nº	ESPESOR (m)			90%	25%	100%	A	B	C	
3 000 m. al Sur-Este (SE) del fraccionamiento Chiluca por la Av. pavimentada.	1	Indef	Grava arena limosa (GM)	compactado	1.0	0.95	0.90	60	4000		
DIMENSIONES LARGO _____ m. ANCHO _____ m. ESPESOR _____ m.	VOLUMEN APROVECHABLE SUFICIENTE M3		OBSERVACIONES. El material producto de este banco previo a su empleo en la construcción de las sub-bases hidráulicas, se deberá cribar a tamaño máximo de 38,1 mm (1 1/2")								

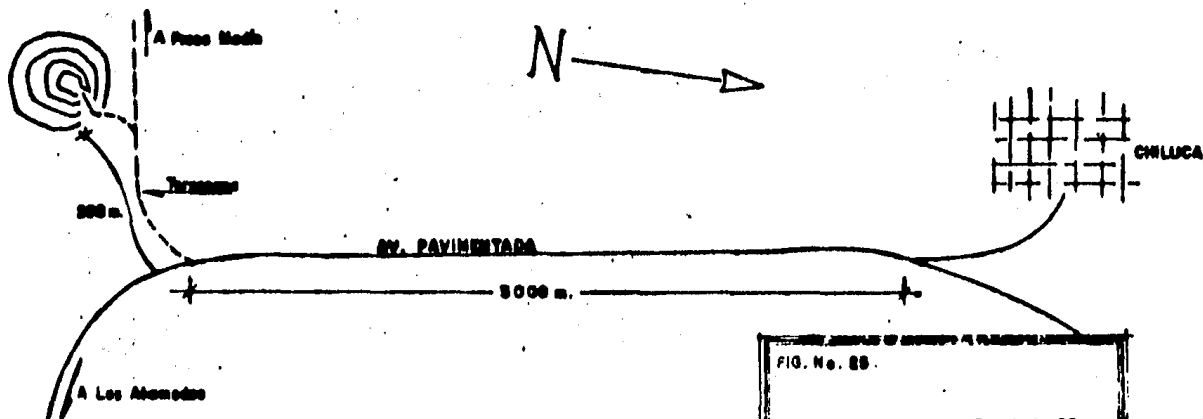
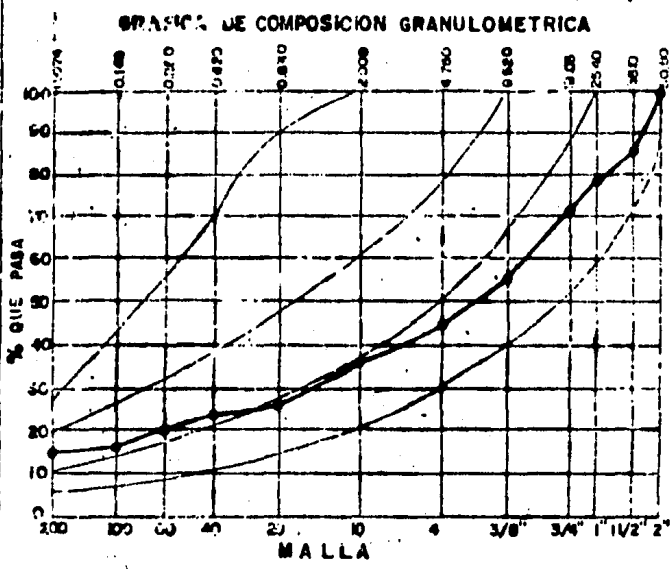


FIG. No. 88.  
CROQUIS DE UBICACION DEL BANCO DE PRESTAMO  
Fracc. Club Compañia Chiluca M. Etapa

LABORATORIOS DE ROCAS Y SUELOS

Material: Pava Sub-base y base Proyecto: \_\_\_\_\_  
 Ensayo No.: \_\_\_\_\_ Fecha recibe: Feb / 75  
 Enviado por: \_\_\_\_\_ Fecha informe: Marzo / 75  
 Procedencia: Sección Prueba Rápida

Peso vol. actual (kg/m<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
 Peso vol. max (kg/m<sup>3</sup>) 17.33  
 Humedad óptima 17.9  
 % QUE PASA MALLA:  
 2" 100  
 1 1/2" 87  
 3/4" 72  
 3/8" 56  
 No. 4 45  
 " 10 38  
 " 20 26  
 " 40 24  
 " 60 20  
 " 100 17  
 " 200 15



% DE PERDIDA DE LA MUESTRA \_\_\_\_\_  
 V.R.S. (estandar) % 1.95  
 % Expansión 0.18  
 Valor cementoso 3.33 kg/m<sup>3</sup>

PRUEBAS EN MAT. MAYOR 3/8" PRUEBAS SOBRE MATERIAL TANIZADO POR MALLA No. 40  
 ABSORCIÓN \_\_\_\_\_ LIMITE LIENSO 27.7 EQUIV. HUMEDAD CAMPO \_\_\_\_\_  
 DENSIDAD \_\_\_\_\_ LIMITE PLASTICO 30.6 CONTRACCIÓN LINEAL 2.7  
 INDICE PLASTICO 2.8

PESO VOL. EN EL LUGAR \_\_\_\_\_ CLASIFICACION PETROGRAFICA GRVA-SIGRE  
 HUMEDAD EN EL LUGAR \_\_\_\_\_ limosa (GM)  
 GRADO DE COMPACTACION \_\_\_\_\_

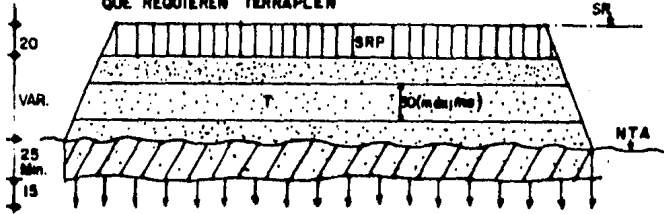
SOEQUIVALENTE DE ARENA (1/100) \_\_\_\_\_

RECOMENDACIONES: Este material se empleará en la construcción de las sub-bases y bases hidráulicas previo cribado a tamaño máximo al 38.1 mm (1 1/2")

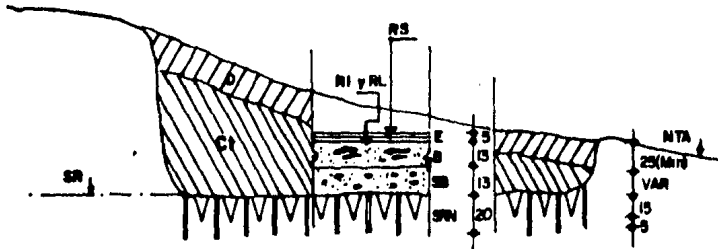
LABORATORISTA: \_\_\_\_\_  
 CALCULO: \_\_\_\_\_  
 REVISO: \_\_\_\_\_

FIG. No. 88  
 RESULTADOS DE ENSAYOS EN MATERIALES DE BASE Y SUB-BASE.  
 Pres. Ché. Compostre Chulaca la. Bapa

A- TRATAMIENTO DE LA SUPERFICIE EXISTENTE. CONSTRUCCION DE SUBRASANTES.  
 A1- CONSTRUCCION DE LA CAPA SUBRASANTE EN LAS SECCIONES QUE REQUIEREN TERRAPLEN



A2- CONSTRUCCION DE LA CAPA SUBRASANTE EN LAS SECCIONES QUE SE LOCALIZAN EN CORTE.



SIMBOLOGIA

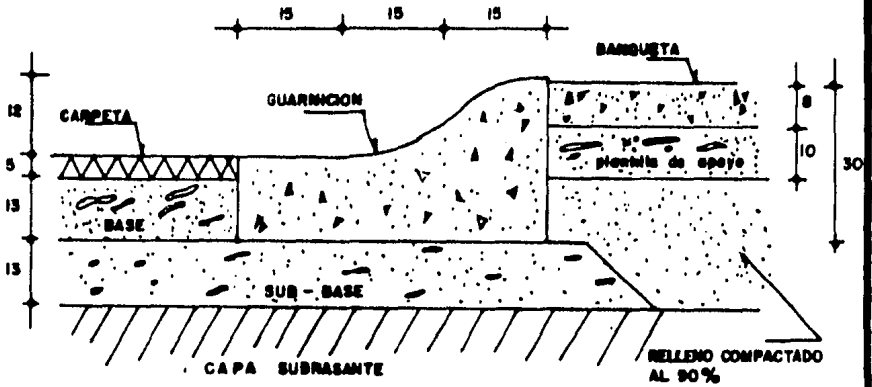
- D DESPLAZAR EL TERRENO NATURAL EN 50cm. COMO MINIMO PARA DESARMAZAR.
- CI CORTAR EL TERRENO NATURAL DESPLAZADO HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE DE PROYECTO.
- SRN ESCARIFICAR 15cm. Y COMPACTAR EN 20cm. AL 80% DEL P.V.S.M. COMO MINIMO, CON ESTA OPERACION QUEDARA FORMADA LA CAPA SUBRASANTE.
- SRP CONSTRUCCION DE LA CAPA SUBRASANTE DE 20cm. CON MATERIALES DE PRESTAMO, COMPACTADA AL 80% DEL P.V.S.M. COMO MINIMO.
- COMPACTAR LA SUPERFICIE DESCUBIERTA AL 80% DE SU P.V.S.M. EN 10cm. DE PROF. COMO MINIMO.
- T CONSTRUCCION DEL CUERPO DEL TERRAPLEN EN CAPAS DE ESPESOR NO MAYOR DE 30cm. COMPACTADAS AL 80% DEL P.V.S.M.
- b- CONSTRUCCION DE LA SUBBASE HIDRAULICA DE 13cm. DE ESPESOR, COMPACTADA COMO MINIMO AL 100% DEL P.V.S.M.
- c- CONSTRUCCION DE LA BASE HIDRAULICA DE 13cm. COMPACTADA AL 100% DE SU P.V.S.M. COMO ESPESOR MINIMO.
- d- REJES DE IMPERMEACION Y DE LIGA.
- e- CAPA DE RODAMIENTO DE CONCRETO ASFALTICO
- f- RIEGO DE SELLO
- NTA... NIVEL DEL TERRENO ACTUAL
- SR NIVEL DE SUBRASANTE DE PROYECTO

ACOT. EN CM.

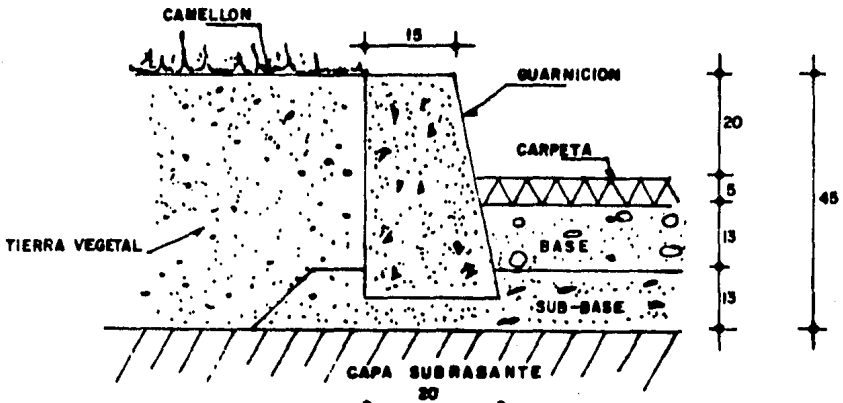
FIG. No. 27

SECCION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO  
 SECUENCIA DE CONSTRUCCION

Frans. Club Campeiro Chives la Etapa



**GUARNICION EN BANQUETAS DE LOTES**



**GUARNICION EN CAMELLON, ISLETAS Y GLORIETAS**

CONCRETO DE BANQUETA  $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$

CONCRETO DE GUARNICIONES  $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$

LAS GUARNICIONES SE COLARAN EN TRAMOS ALTERNADOS DE 4 m. DE LONGITUD MAXIMA.

LAS BANQUETAS SE COLARAN EN TABLEROS ALTERNADOS DE DIMENSIONES MAXIMAS DE  $180 \times 2.25 \text{ m.} \text{ y } 0.60 \times 1.12 \text{ m.}$

SE COLARAN JUNTAS DE DILATACION DE CARTON ASPALTADO DE 0.3 cm. DE ESPESOR, CADA 4m. PARA LAS GUARNICIONES Y EN 2.25 y 1.12 EN BANQUETAS

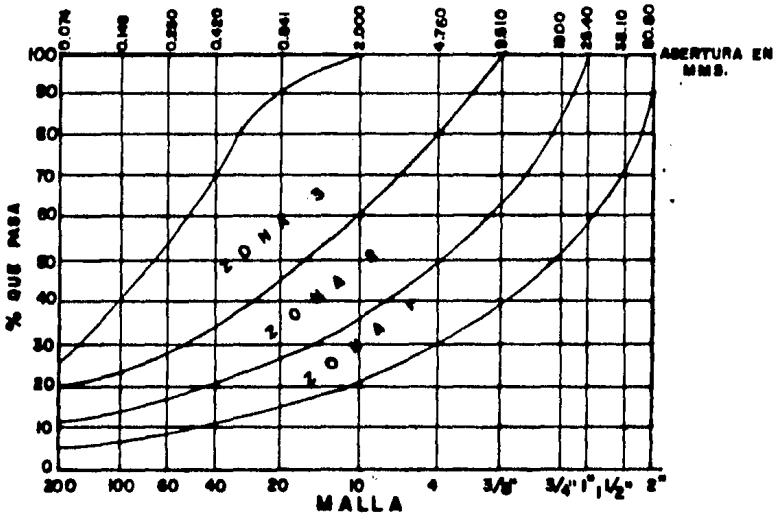
ACOTACIONES EN CENTIMETROS.

FIG. No. 28

SECCION ESTRUCTURAL DE GUARNICION Y BANQUETA.

Fracc. Club Campestre Chileno - S. Diego

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

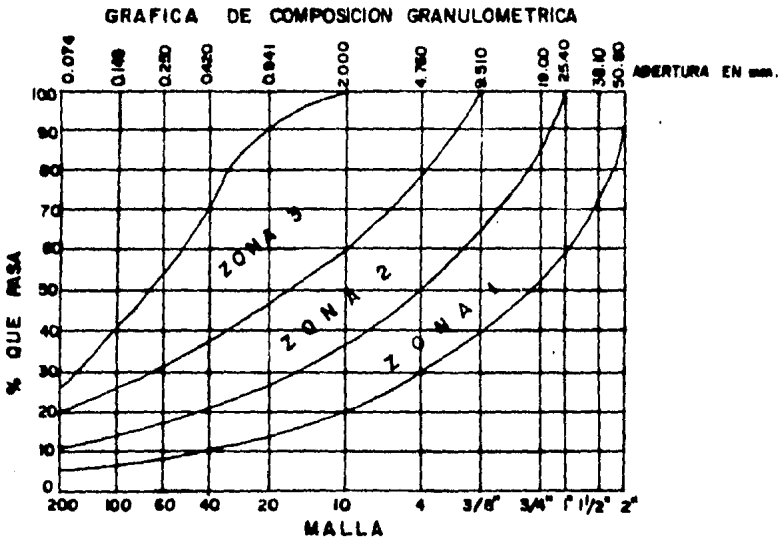


CARACTERISTICAS	ZONAS EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DE ACUERDO CON SU GRANULOMETRIA		
	1	2	3
Contracción lineal en por ciento	6.0 Mdx.	4.5 Mdx.	3.0 Mdx.
Valor cementante para materiales angulosos, en Kg/cm <sup>2</sup>	3.5 Mln.	3.0 Mln.	2.5 Mln.
Valor cementante para materiales redondeados y lisos en Kg/cm <sup>2</sup>	5.5 Mln.	4.5 Mln.	3.5 Mln.
Valor relativo de aporte estandar saturado, en por ciento.	50 Mln.		
Equivalente de arena, en por ciento	20 Mln.		

FIG. No. 29

ESPECIFICACIONES DE CALIDAD PARA MATERIALES DE SUB-BASE

Franc. Club Computo Chileco B. Etapa



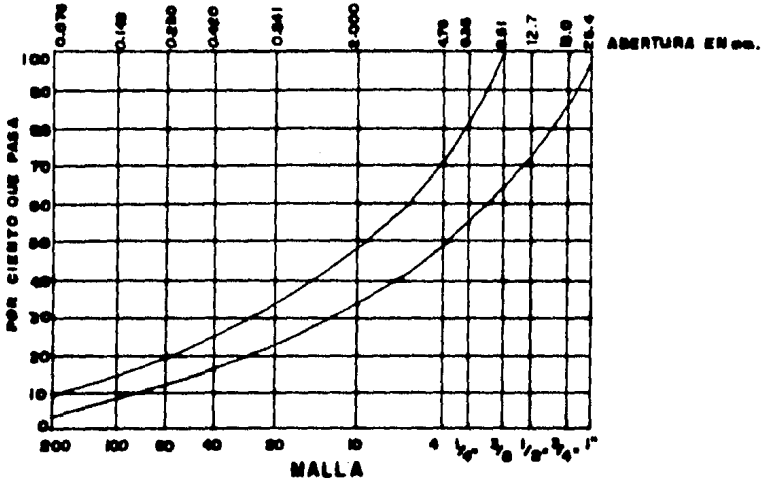
CARACTERISTICAS	ZONAS EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DE ACUERDO CON SU GRANULOMETRIA		
	1	2	3
Límite líquido en por ciento	30 Máx.	30 Máx.	30 Máx.
Contracción libre, en por ciento	4.5 Máx.	3.5 Máx.	2.0 Máx.
Valor cementante para materiales angulosos, en kg/cm <sup>2</sup>	3.8 Mín.	3.0 Mín.	2.5 Mín.
Valor cementante para materiales redondeados y lisos, en kg/cm <sup>2</sup>	5.5 Mín.	4.5 Mín.	3.5 Mín.
Valor relativo de soporte estándar	80 Mín.		
Equivalente de arena.	30 Mín.		

**FIG. No. 30**

**ESPECIFICACIONES DE CALIDAD PARA MATERIALES DE BASE**

Pres. Ch. Corpora. Ch. In. Etop.

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



La granulometría del material cumple con los requisitos de proyecto, si está dentro de los siguientes tolerancias:

TAMAÑO DEL MATERIAL PÉTREO		Tolerancia, per ciento en peso del material pétreo
Malla que pasa	Retenido en malla	
Correspondiente al tamaño máximo.	4.75 mm. (Núm. 4)	± 5
4.75 mm. (Núm. 4)	2.00 mm. (Núm. 10)	± 4
2.00 mm. (Núm. 10)	0.420 mm. (Núm. 40)	± 3
0.420 mm. (Núm. 40)	0.075 mm. (Núm. 200)	± 1
0.075 mm. (Núm. 200)	—	± 1

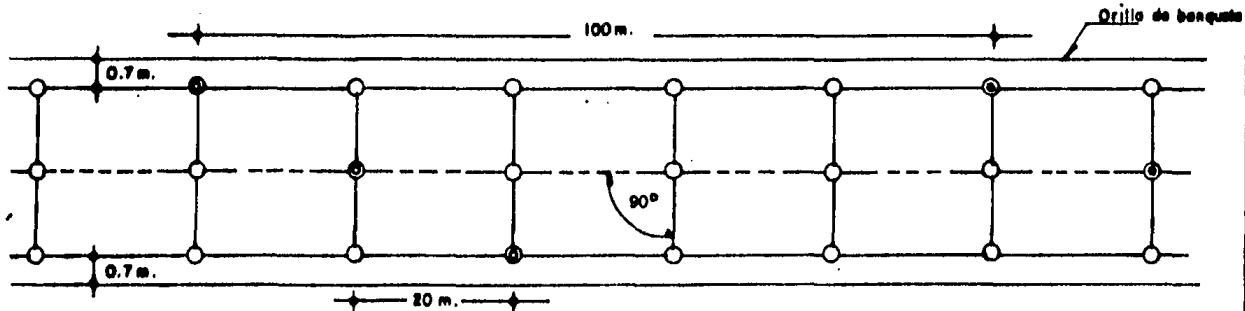
FIG. No 31

ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DE MATERIALES PARA CARPETAS ABRAZADAS

Procc. Club Composite Chicos la. Etapa

# PUNTOS DE VERIFICACION

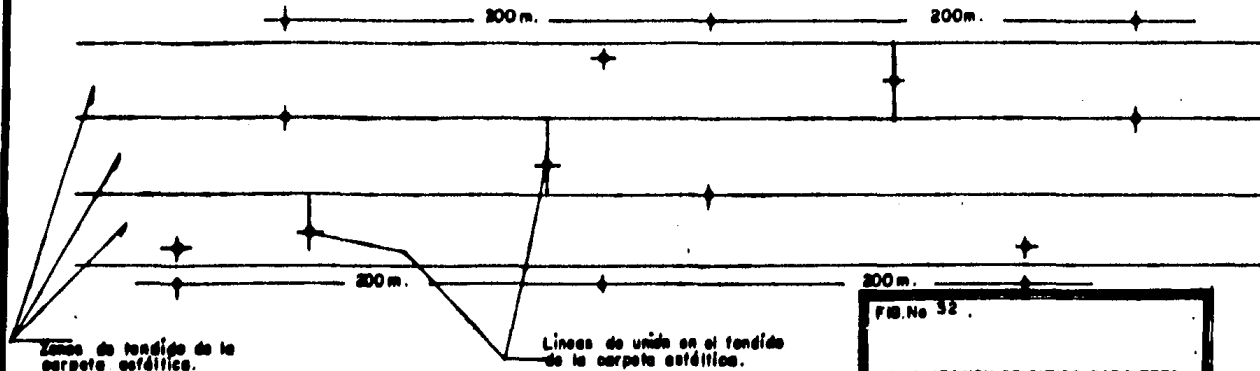
DISTRIBUCION DE LOS SONDEOS PARA VERIFICAR EL ESPESOR Y COMPACTACION DE LA SUB-BASE Y/O BASE HIDRAULICA



● PUNTOS DE SONDEO Y NIVELACION

○ PUNTOS DE NIVELACION

DISTRIBUCION DE LOS PUNTOS PARA EFECTUAR LA PRUEBA DE PERMEABILIDAD EN LA CARPETA



◆ SITIOS PARA PRUEBA DE PERMEABILIDAD

◆ SITIOS PARA SONDEOS DE COMPACTACION Y ESPESOR

F.B.No 32.

LOCALIZACION DE SITIOS PARA EFECTUAR PRUEBAS DE CONTROL.

Frecc. Club Deportivo Chirico la Estapa



# ANEXO 2

A N E X O 2

R E F E R E N C I A S

- 1.- DISEÑO ESTRUCTURAL DE CARRETERAS CON PAVIMENTO FLEXIBLE. (1974) No. 325  
INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM
- 2.- INVESTIGACIONES EN DESARROLLO SOBRE EL DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (1967) No. 136  
INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM
- 3.- ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION PARTES II, IV Y VIII  
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
- 4.- MODIFICACIONES A LAS ESPECIFICACIONES PARA CAMINOS.  
XXVIII REUNION TECNICA REGIONAL (1972)  
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
- 5.- APUNTES DE LA CLASE DE CARRETERAS  
UNAM, FACULTAD DE INGENIERIA.  
ING. BERNARDO MOGUEL SARMIENTO
- 6.- MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES  
ING. CARLOS CRESPO VILLALAZ
- 7.- MECANICA DE SUELOS TOMO II  
DR. E. JUAREZ BADILLO  
DR. A. RICO RODRIGUEZ