

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

**DISEÑO DE PAVIMENTACION DEL CIRCUITO VIAL
PRIMARIO DE CD. NEZAHUALCOYOTL,
ETAPA 1976 - 1977.**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A:

JULIO SANTIAGO MORALES



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DISEÑO DE PAVIMENTACION DEL CIRCUITO VIAL PRIMARIO DE
CIUDAD NEZAHUALCOYOTL ETAPA 1976-1977

I N D I C E

	Pág.
I.- <u>ANTECEDENTES.</u>	1
II.- <u>GENERALIDADES.</u>	4
II.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA.	4
II.2.- CONDICIONES CLIMATOLOGICAS.	4
II.3.- GEOLOGIA.	5
II.4.- TOPOGRAFIA.	6
II.5.- ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS.	6
II.6.- DESARROLLO URBANO.	15
II.7.- SERVICIOS PUBLICOS ACTUALES.	16
III.- <u>ESTUDIOS PRELIMINARES.</u>	23
III.1.- ESTUDIOS HIDRAULICOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.	23
III.2.- ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO.	27
III.3.- ESTUDIOS DE TOPOGRAFIA.	32
III.4.- AFECTACIONES PUBLICAS Y PRIVADAS.	37
IV.- <u>DISEÑO DE PAVIMENTACION</u>	41

	Pág.
IV.1.- ESTUDIOS GEOTECNICOS.	41
IV.2.- ALTERNATIVAS.	79
V.- <u>PROYECTO VIAL ETAPA (1976 - 1977)</u>	95
VI.- <u>CONCLUSIONES GENERALES.</u>	98

I.- ANTECEDENTES

NEZAHUALCOYOTL, nació el 28 de abril de 1402, sus -
padres fueron Ixtlixochitl VI Rey de Acolhuacan y la Princesa
Azteca Metlacihuatzin, cuando nació le pusieron por nombre -
Acolmiztli que significa León Fuerte.

A la muerte de Ixtlixochitl, en el año 1418 a manos
de Tezozómoc III Rey de Azcapotzalco, Acolmiztli fue persegui-
do por Tezozómoc y luego por Maxtla (hijo de Tezozómoc). La -
persecución duró hasta el año de 1428 cuando Acolmiztli dió -
muerte a Maxtla, y fue coronado Rey de Texcoco, contaba con -
26 años de edad, durante su vida errante le acreditaron el -
nombre de "NEZAHUALCOYOTL", que significa Coyote en Ayunas.

NEZAHUALCOYOTL fue el Rey Chichimeca más brillante-
de la antigüedad Nahuatlaca, era Astrónomo, Poeta, Político,-
Guerrero, Místico, Filósofo, Ingeniero, Educador; durante su-
reinado floreció toda la jurisdicción.

NEZAHUALCOYOTL murió a los 70 años de edad (en el -
año 1472), dejando su reinado a su hijo Nezahualpilli (Hijo -
del hambre), que apenas contaba con 7 años de edad.

A la memoria del ilustre Rey Chichimeca este Munici-
pio lleva su nombre " CIUDAD NEZAHUALCOYOTL " .

El escudo del Municipio es todo color negro sobre fondo blanco, el coyote muestra una actitud desafiante, la lengua está fuera del hocico, ligeramente enroscada hacia abajo.

Una coyunda o ceñidor circunda el pescuezo y remata hacia al frente con dos eslabones que simbolizan la unión de las artes, la ciencia y la poesía, además de la comprensión del pueblo y Gobierno de Texcoco.

Las orejas del coyote apuntan hacia arriba muy ligeramente desviadas a la derecha, de la coyunda o ceñidor parten tres adornos como símbolos de las ciencias, las artes y la poesía además, de constituir el significado del culto o respeto a los dioses; del Rayo, del Agua y de la Tierra.

El Municipio de Ciudad Nezahualcoyotl tiene su asentamiento en lo que fuera el Vaso del Lago de Texcoco, habiendo formado parte de los municipios de Chimalhuacán, los Reyes y Ecatepec.

Las colonias del Ex-Vaso del Lago de Texcoco se empezaron a formar hace aproximadamente 35 años, siendo de las más antiguas la Juárez Pantitlán, El Sol, Vicente Villada y Loma Bonita.

Ante la necesidad de servicios públicos y de una buena administración, los habitantes de las colonias del Ex-Vaso de Texcoco se integraron en torno a una agrupación que se llamó "UNION DE FUERZA", cuyo objetivo fue buscar la independencia municipal respecto a Chimalhuacán, Los Reyes y Ecatepec.

Siendo Gobernador constitucional del Estado de México el Dr. Gustavo Baz Prada, la legislatura del Estado decretó el nacimiento del Municipio de Ciudad Nezahualcoyotl, con fecha 23 de abril de 1963; y el primer Ayuntamiento empezó a funcionar el 1.º de enero de 1964, siendo presidido por el Ing. Jorge Sáenz Knoth.

Actualmente el municipio de Ciudad Nezahualcoyotl, Estado de México, está integrado por la cabecera municipal, 78 colonias y un fraccionamiento industrial. Las colonias que describe este trabajo, se localizan dentro de un área de 40-kilómetros cuadrados aproximadamente.

El área de urbanización tiene una longitud aproximada de 10.5 kilómetros de Oriente a Poniente y 4.5 kilómetros de Norte a Sur.

II.- GENERALIDADES

II.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA.

II.2.- CONDICIONES CLIMATOLOGICAS.

II.3.- GEOLOGIA.

II.4.- TOPOGRAFIA.

II.5.- ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS.

II.6.- DESARROLLO URBANO.

II.7.- SERVICIOS PUBLICOS ACTUALES.

II.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Ciudad Nezahualcoyotl se encuentra ubicada al Oriente de la ciudad de México en los terrenos que antiguamente -- ocupó el Lago de Texcoco.

II.2.- CONDICIONES CLIMATOLOGICAS.

Las Condiciones Climáticas son imposibles de -- prever y de controlar, pero siempre se deberán de tomar en -- cuenta; es difícil examinar estas eventualidades mediante un -- razonamiento deductivo riguroso y no siempre es aplicable una -- ley física para determinarlas; más bien lo que parece razona -- ble es partir de una serie de datos observados, analizarlos -- estadísticamente y después tratar de establecer las normas -- que gobiernan dichos sucesos. De acuerdo con estas previsio -- nes se puede establecer el programa de las obras.

De acuerdo con el sistema Kaoppen, modificada y -- adaptada por E. Garcia, la región tiene un clima templado, hú -- medo, con temperatura media de 16°C y variaciones de \pm 5°C.

Su régimen de lluvia es en el verano, con precipita

ción anual de 600 mm., de los cuales un 5% se acumula en el invierno.

Siempre conviene la ejecución de las obras en periodos de secas ya que con esto se logra un mejor avance, evitando gastos extras como son caminos auxiliares, extracciones de agua acumulada dentro de las excavaciones, etc., que incrementan el costo de las obras.

II.3.- GEOLOGIA.

Las características Geológicas del lugar dan idea del tipo de suelo en que se trabajará. Con los Estudios Geotécnicos podemos saber la capacidad de carga del suelo a diferentes profundidades, determinamos los hundimientos diferenciales que se producirán bajo ciertas cargas, la resistencia al esfuerzo cortante y en general las propiedades hidráulicas y mecánicas del suelo.

Geológicamente la zona está constituida por suelos transportados y residuales, provenientes de los arroyos que alimentaban el Lago de Texcoco, compuestos generalmente por arcillas de alta plasticidad, color gris verdoso, de consistencia blanda, con un contenido de humedad alto e intercala-

ciones de materia orgánica y lentes delgados de arena fina poco compacta. Estos terrenos presentan alta salinidad.

II.4.- TOPOGRAFIA.

Dentro de las características topográficas se puede apreciar qué tipo de terreno es el existente y así poder definir como lomerio suave, lomerio fuerte, montañoso, plano o combinación de ellos, y así determinar el tipo de proyecto a seguir y predeterminar las herramientas y maquinaria a utilizar para eliminar las interferencias que se aprecien en el terreno.

En el caso de ciudad Nezahualcoyotl, la configuración de la zona es plana y horizontal por lo que se presenta el problema de desalojar las aguas pluviales. Existen en la zona terrenos baldíos que se prestan a almacenar el agua pluvial pues los bordos de protección de las aguas del Lago de Texcoco impiden su salida.

II.5.- ASPECTOS SOCIO ECONOMICOS.

Los principales pobladores de ciudad Nezahualcoyotl

son campesinos y obreros procedentes del interior de la República como: Guanajuato, Michoacán, Aguascalientes, Sonora, - Oaxaca, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y Querétaro principalmente.

Es una región en donde el 100% de los habitantes hablan el Español, la forma de gobierno es el Municipio Libre, - que es regido por una Junta de Gobierno, constituido por un - Presidente Municipal, un Síndico y tres Regidores.

II.5.1.- RELIGION.

Predomina la Religión Católica, como en la mayor - parte de la República, el culto es esencialmente interno y raramente se efectúan peregrinaciones.

II.5.2.- HABITOS Y COSTUMBRES DE LA COMUNIDAD.

Tomando en cuenta la procedencia de sus habitantes - podemos decir que ciudad Nezahualcoyotl, no tiene costumbres - típicas de gran influencia que una a sus moradores, (sus - tumbres generalmente son las mismas de el interior de la Repú - blica).

II.5.3.- AGRICULTURA.

Por las condiciones del subsuelo, excesivamente salitroso y por su incremento urbano, hay pocas tierras dedicadas a la agricultura. Actualmente existen viveros y hortalizas familiares en proceso de experimentación.

II.5.4.- GANADERIA.

Se cuenta con establos rústicos que no alcanzan a satisfacer las necesidades de sus habitantes.

II.5.5.- CAZA Y PESCA.

Es una actividad raquítica, ya que de vez en cuando pescan el Charal y cazan al mosco en el Bordo Xochiaca y la zona del Lago de Texcoco.

II.5.6.- COMERCIO.

El comercio ha tomado un auge tremendo ya que sin salir de la localidad se encuentran, víveres, calzado, ropa, etc., la ciudad cuenta en la actualidad con un centro comercial de grandes dimensiones, que es el Centro de Abastos Conguipo.

II.5.7.- INDUSTRIAS.

La región cuenta al Oriente, con una zona industrial de 200 fábricas aproximadamente de las cuales solamente 20 se encuentran en funcionamiento, dando ocupación a 900 obreros aproximadamente, 14 fábricas blancas dedicadas principalmente a la elaboración de ropa.

II.5.8.- POBLACION.

La población total de ciudad Nezahualcoyotl, para 1970 fue de 640,385, para el presente año (1977) es de 1'651,163, y se calcula que para 1980 sea de 2'478,023 habitantes.

La proyección se ha hecho en base al Censo General de Población de 1970 y a un cálculo realizado por la Dirección General de Servicios Coordinados de Salud Pública en los Estados, que se llevó a cabo en 1971 utilizando el Método Geométrico.

De la Población de 1977 el 50.8% son hombres y el 49.2% son mujeres.

La población Económicamente Activa correspondiente-

a los que están entre los 14 y 60 años es de 46% hombres y mujeres.

La población comprendida entre los 0 y 14 años es de un 51.3% y el promedio de miembros por familias es de 6.

La población realmente trabajadora es de un 18% en los hombres y un 1.7% en las mujeres que sumados hacen un total de 19.7%.

Población según su grado de escolaridad:

Población con escolaridad primaria	56 %
Población con escolaridad secundaria	5.3%
Población con Estudios de Comercio	0.8%
Población con Estudios Medio Superior	1.5%
Población con Estudios Técnicos	0.1%
Población con Estudios Profesionales	0.3%

A continuación se muestran unas tablas del índice de viviendas, de las condiciones de éstas, la población económicamente activa según la edad y sexo, y sus ingresos por familias.

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA, QUE TRABAJAN SEGUN
GRUPO DE EDAD Y SEXO

CD. NEZAHUALCOYOTL, MEXICO

1 9 7 7

GRUPOS DE EDAD	HOMBRES		MUJERES		TOTAL	
	NUMERO	%	NUMERO	%	NUMERO	%
5 - 9	130	A 100.0	-	A	130	B 0.04
10 - 14	1 452	79.7	370	20.3	1 822	0.56
15 - 19	16 751	75.4	5 465	24.6	22 216	6.83
20 - 24	49 236	87.8	6 842	12.2	56 078	17.24
25 - 29	59 691	94.3	3 608	5.7	63 299	19.46
30 - 34	56 661	95.5	2 670	4.5	59 331	18.24
35 - 39	44 193	94.3	2 677	5.7	46 870	14.44
40 - 44	31 607	94.8	1 734	5.2	33 341	10.25
45 - 49	20 068	95.8	880	4.2	20 948	6.44
50 - 54	10 117	95.7	445	4.3	10 572	3.25
55 - 59	4 305	93.2	314	6.8	4 619	1.42
60 - 64	2 641	90.2	287	9.8	2 928	0.90
65 - 69	1 409	94.2	87	5.8	1 496	0.46
70 - 74	822	93.6	56	6.4	878	0.27
75 - 79	362	92.9	28	7.1	390	0.12
80 - 84	65	66.7	33	33.3	98	0.03
85 y más	98	60.1	65	39.9	163	0.05
T O T A L	299 708	B 92.1	25 571	B 7.9	325 279	C 19.7

A) En relación a su propio grupo de edad.

B) En relación al total de los que trabajan.

C) En relación a la población.

Muestreo del 5% de las familias, calculadas, existentes.

POBLACION, SEGUN SU INGRESO MENSUAL, EN PROMEDIO (PESOS)
 POR FAMILIA CD. NEZAHUALCOYOTL, MEXICO
 ENERO DE 1974

INGRESO MENSUAL EN PESOS		FAMILIARES	%
0.00	249.99	456	5.1
250.00	499.99	900	10.0
500.00	999.99	2362	26.2
1000.00	1999.99	4159	46.0
2000.00	3999.99	927	10.3
4000.00	5999.99	123	1.4
6000.00	7999.99	43	0.5
8000.00	9999.99	20	0.2
10000.00	14999.99	19	0.2
15000.00	19999.99	9	0.1
20000.00	y más	1	0.0

T O T A L E S

9019 100.0

=====

MUESTREO DEL 5% DE LAS FAMILIAS CALCULADAS EXISTENTES.

FAMILIAS SEGUN CONDICIONES DE VIVIENDAS
CD. NEZAHUALCOYOTL, MEX.

1 9 7 7

DUERMEN EN	NUMERO	PORCENTAJE
CAMA	275 871	98.5
SUELO	4 210	1.5
TOTAL	280 081	100.0

COCINA	NUMERO	PORCENTAJE
SI TIENEN	204 677	73.1
NO TIENEN	75 404	26.9
TOTAL	280 081	100.0

EYCUSADO	NUMERO	PORCENTAJE
PRIVADO	167 762	59.9
COLECTIVO	103 728	37.0
NO TIENEN	8 591	3.1
TOTAL	280 081	100.0

AGUA	NUMERO	PORCENTAJE
DOMICILIARIA	COLECTIVA 97 456	34.8
	PARTICULAR 172 258	61.5
EXTRADOMICILIARIA	10 367	3.7
T O T A L	280 081	100.0

Muestra del 5% de las familias, calculadas, existentes.

VIVIENDAS, RENTADAS Y PROPIAS SEGUN TIPO Y NUMERO DE CUARTOS

1 9 7 4

TI PO	P R O P I A										R E N T A D A										TOTAL (B)	
	N U M E R O D E C U A R T O S										N U M E R O D E C U A R T O S											
	1		2		3		4		5		1		2		3		4		5			
(A)	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
CASA	2235	32.0	2203	31.3	666	9.4	271	3.9	156	2.2	1013	14.3	381	5.40	62.0	0.9	28	0.4	11	2.7	7026	78.9
DEPTO.	83	18.1	99	21.3	25	5.4	14	3.0	4	0.9	135	29.0	82	19.6	15	3.2	5	1.1	2	0.4	565	5.2
VFCIN.	106	9.9	62	5.8	16	1.5	6	0.6			626	55.3	218	20.4	26.0	2.4	7	0.7	2	0.7	1069	12.0
ACCES.	36	34.1	14	13.2	4	3.8	1	0.9	1	0.9	33	31.1	14	13.2	2.0	1.9			1	0.9	106	1.2
UACAL.	92	37.9	53	21.8	7	2.9	1	0.4			79	32.5	11	4.5							264	2.7
OTRO.	1	100																			1	100
TOTAL	2554	22.6	2431	27.3	718	8.1	293	3.3	161	1.8	1885	21.2	706	7.9	106	1.2	40	0.4	16	0.2	8910	100

- a).- El % es en relación al total de propias y rentadas.
 b).- En relación al total general.
 c).- Muestreo del 5% de las familias calculadas, existentes.

11.6.- DESARROLLO URBANO.

Hace aproximadamente 35 años empezaron a llegar a los terrenos del Ex-Vaso del Lago de Texcoco, pobladores provenientes del interior de la República.

Los terrenos que entonces empezaron a fraccionarse pertenecían a los Municipios de Chimalhuacán, los Reyes y San Cristobal Ecatepec, las diferentes colonias fueron aglutinándose de tal manera que hacia el año de 1965 formaban un núcleo homogéneo.

Los servicios públicos no se construyeron al mismo tiempo que las diversas colonias, debido a que estaban distribuidos en forma anárquica e ineficiente.

Al regularizar el Municipio de Nezahualcoyotl, éste heredó el doble problema de integrar los servicios y hacerlos eficientes.

Durante el Gobierno del Profesor CARLOS HANK GONZALEZ, el Municipio de Ciudad Nezahualcoyotl tuvo un desarrollo urbano bastante aceptable, pues se realizaron las obras de Servicios Públicos, Agua Potable, Alcantarillado, Alumbrado y

la Pavimentación de las siguientes avenidas:

AV. PANTITLAN

AV. CHIMALHUACAN

AV. SOR JUANA I. DE LA CRUZ

AV. CARMELO PEREZ

AV. MEXICO

AV. ADOLFO LOPEZ MATEOS

AV. DR. GUSTAVO BAZ

En sí se pavimentaron 56.84 Km. de longitud en una superficie de 1'285.189 m².

El desarrollo urbano actual es sorprendente debido a su crecimiento demográfico, a la inmigración nacional y - principalmente a las obras de urbanización realizadas por el gobierno del Estado de México (Agua Potable, Drenaje, Pavimentación, Alumbrado, etc.).

II.7.- SERVICIOS PUBLICOS ACTUALES.

Actualmente Cd. Nezahualcoyotl cuenta en un 99% con los servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Energía Eléctrica teniendo además lo siguiente:

1.- Edificios Públicos.

3 Jardines de Niños del D.I.F., sin incluir los -

particulares.

- 167 Escuelas Primarias Federales.
- 31 Escuelas Primarias Estatales.
- 18 Escuelas Secundarias y 3 en proceso.
- 46 Telesecundarias.
- 3 Secundarias Técnicas Industriales.
- 2 Escuelas Normal para Maestros.
- 1 Escuela Normal para Educadoras.
- 1 Preparatoria (Colegio de la Comunidad).
- 1 Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos.
- 1 Universidad dependiente de la U.N.A.M. en proceso.
- 1 Facultad de Medicina.
- 2 Centros de Odontología.
- 1 Biblioteca Pública.
- 1 Balneario.
- 1 Arena de Lucha Libre y otra en proceso.
- 1 Plaza de Toros.
- 53 Mercados.
- 44 Canchas de Fútbol.
- 3 Centros Deportivos.
- 1 Hospital General.
- 1 Rastro Municipal.
- 1 Hospital de la Cruz Roja.
- 6 Centros de Salud Pública.

- 1 Clínica del I.M.S.S.
- 3 Monumentos: a Benito Juárez, Nezahualcoyotl y Adolfo López Mateos.

2.- Sistema de Agua Potable de Cd. Nezahualcoyotl.

Por ser el sistema de agua potable el más importante de los servicios públicos, se da una breve descripción del mismo:

La fuente de abastecimiento está integrada por trece pozos profundos que abastecen de agua potable a la ciudad y se encuentran localizados entre los Cerros de la Caldera - cercano al pueblo de los Reyes que es un volcán extinguido de la sierra de Sta. Catarina y el Cerro del Pino.

Pozos Profundos del Sistema de Agua Potable de Cd. - Nezahualcoyotl.- En el mes de enero de 1972, el Comité de - Planificación y Cooperación del Municipio de Nezahualcoyotl, - hizo entrega a la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento, los pozos profundos números, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 con los cuales se abastecía de agua potable a Cd. Nezahualcoyotl, los pozos 1, 2, 9, 10 y 11 se operaban utilizando motores - eléctricos, los demás se operaban con motores de combustión - interna; el caudal de agua que se obtenía de éstos pozos era-

el siguiente:

Pozo No.

1	72.95	L.P.S.
2	51.45	"
3	50.06	"
4	99.97	"
6	53.37	"
7	56.20	"
9	100.00	"
10	100.00	"
11	110.00	"
T O T A L	654.00	LITROS POR SEGUNDO

El estado actual que guarda el sistema, es el siguiente:

12 pozos profundos del sistema Nezahualcoyotl.

6 pozos profundos del sistema La Caldera.

Las Líneas de Conducción.- Se dividen en dos tramos:

a).- Entre los pozos de La Caldera y el Tanque regulador las

líneas de conducción se encuentran constituidas por tuberías de asbesto-cemento y de fo,fo de diámetro variable con un desarrollo lineal de 2937 metros.

- b).- La línea de conducción del tanque regulador del cerro de La Caldera, a la red de distribución de la ciudad está constituida por tuberías de acero, cédula 40 de 1065 mm \varnothing (42 pulgadas de diámetro), con desagues para su limpieza cada 1000 mts. y válvulas de admisión y expulsión de aire, cada 500 mts. y con un desarrollo lineal de 9250 mts.

La Red de Distribución está integrada por 60 circuitos principales y tuberías de distribución; los diámetros son variables y se utilizaron diferentes marcas y clases de asbesto-cemento con un desarrollo lineal de 910 945 mts., actualmente se encuentran instaladas más de 130,000 tomas domiciliarias de agua potable.

3.- Plantas de Bombeo de Aguas Negras del Sistema Nezahualcoyotl.-

El sistema consta de 8 grandes tanques de bombeo y una planta generadora de energía eléctrica de emergencia.

Fue proyectada para eliminar en forma rápida y eficaz tanto las aguas negras como las pluviales de una área de 4000 Has., captada a través de una gran red de alcantarillado construida para tal efecto, con una longitud de 854 Km.

A continuación se expone una tabla comparativa de operación de cada una de las plantas.

SISTEMA DE PLANTAS DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES

PLANTAS	BOMBEO PROMEDIO EN EPOCA DE ESTIAJE.	BOMBEO PROMEDIO EN EPOCA DE LLUVIA	SUPERFICIE DE ZONAS DE INFLUENCIA EN Hrs.	CAPACIDAD DE BOMBEO MAXIMO EN M3/SEG.	CAPACIDAD EN H.P. POR PLANTA.
CHIMALHUACAN	14 000	58 000	460	5	5 - 200
MARAVILLAS	33 000	127 000	890	12	5 - 300 2 - 200
CENTRAL	14 000	62 000	410	4	3 - 200 2 - 125
SOR JUANA	13 000	55 000	390	4	3 - 200 2 - 125
VICENTE V.	1 100	64 000	480	4	3 - 200 2 - 125
CARMELO PEREZ	18 000	59 000	496	4.5	4 - 200 2 - 50
ESPERANZA	13 000	43 000	315	3.5	3 - 200 2 - 50
LOS REYES	10 000	30 000	558	4.5	4 - 200 2 - 50

3 899

Capacidad de bombeo máximo del sistema = 41.5 m3/seg.

Potencia nominal instantánea = 7950 H.P.

Utilización en puntos críticos del equipo = 80 %

III.- ESTUDIOS PRELIMINARES.

III.1.- ESTUDIOS HIDRAULICOS DE AGUA POTABLE
Y ALCANTARILLADO

III.2.- ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO.

III.3.- ESTUDIOS DE TOPOGRAFIA.

III.4.- AFECTACIONES PUBLICAS Y PRIVADAS.

III.1. ESTUDIOS HIDRAULICOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.

III.1.1. SISTEMA DE AGUA POTABLE:

Para calcular la dotación de agua potable se tomaron en cuenta dos factores:

a).- EL CLIMA.

b).- EL NUMERO DE HABITANTES DE PROYECTO.

Ajustándose a las necesidades de la localidad y a sus posibilidades físicas, económicas y sociales. Considerando lo anterior, la dotación de proyecto es de 250 lt./hab./ día.

III.1.1.1. PROYECCION DE LA POBLACION.

La población futura de proyecto se estimó en un lapso económico de 20 años, período durante el cual las tuberías amortizan su vida útil.

Los datos se determinaron en función de los dos criterios siguientes:

- a).- Se utilizó el índice de fecundidad inmigración, considerando que se conservarán fijos para el período en estudio.
- b).- Considerando el número de lotes que hay en la ciudad.

III.1.1.2. CAPTACION.

Las fuentes de captación consisten en una serie de pozos profundos localizados en el Cerro de La Caldera y del Pino que en conjunto aportan 2,778 litros/seg.

III.1.1.3. POTABILIZACION.

Para la purificación y la potabilización del agua obtenida por bombeo, se instalaron equipos de cloración - - Wallace e Tierna, usando gas y cloro, con rotámetros de diferentes capacidades de dosificación.

III.1.1.4. CONDUCCION.

La línea de conducción de bombeo está formada por -

dos tuberías paralelas de 42" ϕ , de hierro fundido, capaces de resistir una presión hidrostática de 14 Kg./cm².

III.1.1.5. REGULARIZACION.

El tanque regulador se encuentra localizado en el Cerro de La Caldera, construido de concreto armado, zunchado exteriormente con capacidad para 25,000 m³ de agua, cuenta con una cámara de Areación y Sedimentación independientes.

III.1.1.6. RED DE DISTRIBUCION.

La red de distribución está integrada por 60 circuitos principales y tuberías de distribución, los diámetros son variables y se utilizaron diferentes marcas y clases para Agua Potable. Se encuentran hasta la fecha instaladas más de 130,000 tomas domiciliarias de 13.00 mm. de ϕ .

III.1.2. SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

Se eligió el Sistema Combinado, las razones de dicha elección son las siguientes:

- 1.- El sistema de drenaje actual es combinado.
- 2.- Es más económico este sistema debido a que se -

requiere bombear tanto las aguas negras como las pluviales.

- 3.- Las aguas negras se bombean al río Churubusco, donde se aprovecha para "EL PLAN TEXCOCO".

III.1.2.1. AGUAS PLUVIALES

Por estar localizada esta ciudad en el Valle de México, se emplearon los estudios que para esta zona ha efectuado la Comisión de Aguas del Valle de México de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

La frecuencia de las tormentas ordinarias seleccionadas para la elaboración del proyecto de alcantarillado, tiene un período de retorno de 5 años con la fórmula:

$$I = \frac{320}{T^{0.5}} = \frac{320}{60^{0.5}} = 41 \text{ cm/hr.}$$

Se determinó la intensidad de lluvia, con una duración de 60 minutos en toda el área.

Para calcular el volumen de aguas pluviales se utilizó la fórmula Burkli Ziegler; con esta fórmula el valor del

gasto está dado por:

$$Q = 27.78 \text{ CIS}^{0.25} A^{3/4}$$

Q = gasto pluvial lt/seg.

C = Coeficiente de Escurrimiento (varía según el tipo de terreno) = 0.55

I = Intensidad de lluvia en cm./hr. = 41

S = Pendiente del terreno = 0.001 = 1 milésimo.

A = Area drenada en hectáreas.

$$Q = 63 A^{3/4}$$

III.2. ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO.

Determinación del Tránsito promedio diario anual - (T.P.D.A.) para diseño.

Para determinar el volumen de tránsito para el diseño del pavimento se aforaron diariamente las Avenidas y Calles que forman el Circuito Vial Primario de Ciudad Nezahualcoyotl, Etapa 1976 - 1977.

A continuación se menciona como ejemplo el análisis que se realizó en la Av. México, que es una de las principales arterias de la localidad:

Calle o Av.	-----	Av. México.
Tramo:	-----	Av. Texcoco- Av. Pantitlán
Días Aforados	-----	5

CRITERIOS APLICADOS

- 1.- De numerosos estudios de tránsito realizados en zonas urbanas se ha llegado a la conclusión de que el Volumen Horario Máximo que pasa por una vía determinada es aproximadamente de un 9% del T.P.D.A., aplicando este criterio y con los datos obtenidos de los aforos realizados, encontramos un T.P.D.A. = $\frac{280}{0.09}$ = 3111 Volumen Promedio Diario (V.P.D.).
- 2.- Del promedio de los volúmenes aforados durante una semana, encontramos un Tránsito Promedio Diario (T.P.D.), - de 3135 V.P.D.; como 3135 V.P.D. y 3111 V.P.D., son muy parecidos, se escogió 3100 V.P.D.; como representativo para el diseño del pavimento.

CALLE o AV.

AV. MEXICO

FECHA

DEL 24 AL 28 DE MAYO DE 1977

SENTIDO

DE AV. TEXCOCO, A AV. PANTITLAN

TIPO DE VEHICULO

HORA	A AUTOMOVILES	B AUTOBUSES	C CAMIONES	VOLUMEN HORARIO
7 - 8	351	146	40	537
8 - 9	377	156	57	590
9 - 10	563	112	79	754
10 - 11	660	88	82	830
11 - 12	661	89	101	854
12 - 13	624	84	100	808
13 - 14	609	96	73	778
14 - 15	591	91	90	772
15 - 16	626	111	75	812
16 - 17	632	116	83	831
17 - 18	659	130	60	868
18 - 19	706	149	55	939
19 - 20	787	230	33	1 050
20 - 21	600	208	24	836
21 - 22	491	139	23	651
Sub-Total	8 987	1 945	975	11 907
T O T A L	11 234	2 432	1 219	14 885
Composición de Tránsito	75 %	16 %	9 %	

CALLE o AV. AV. MEXICO
 FECHA DEL 24 AL 28 DE MAYO 1977
 SENTIDO DE AV. PANTITLAN A AV. TEXCOCO

TIPO DE VEHICULO

HORA	A (Automóviles)	B (Autobuses)	C (Camiones)	Volumen Horario
7-8	412	171	63	646
8-9	620	178	80	878
9-10	665	109	87	861
10-11	791	111	108	1 010
11-12	778	86	102	966
12-13	771	95	111	917
13-14	705	89	84	878
14-15	687	106	111	904
15-16	704	136	49	889
16-17	667	142	68	877
17-18	680	141	53	874
18-19	710	161	41	912
19-20	836	186	23	1 045
20-21	720	177	17	914
21-22	610	142	16	768
Sub-total	1 096	2 030	1 017	13 339
TOTAL	1 370	2 538	1 226	16 674
Composición del tránsito	77 %	15 %	8 %	

RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS DE LOS AFOROS

FECHA DE AFORO	VOLUMENES DE TRANSITO												MAXIMO HORARIO
	POR SENTIDO									TOTAL POR SENTIDO		TOTAL AMBOS SENTIDOS	
	AV. TEXCOCO / AV. PANTITLAN				AV. PANTITLAN - AV. TEXCOCO					AV. TEY. / AV. PANT.	AV. PANT. /AV. TEY.		
	A	B	C		A	B	C						
24 - V - 77	2378	489	313		2686	609	333			3180	3703	5883	229
25 - V - 77	2199	518	241		2369	473	256			2958	3088	6046	216
26 - V - 77	2110	462	244		2393	455	261			2815	3109	5924	200
27 - V - 77	2066	483	186		2000	436	176			2715	2621	5336	195
28 - V - 77	2501	481	235		3024	490	241			3218	4155	7373	280
PROMEDIO COMP. DE TRANSITO.	2247	297	244		2574	508	253			2977	3135	6112	
	76%	16%	8%		77%	15%	8%			47%	53%		

III.3. ESTUDIOS DE TOPOGRAFIA

Trazo Preliminar: como ya existían planos de la ciudad, se procedió a proyectar sobre el mismo trazo el eje de - g/u de las calles y avenidas, uniendo todos los puntos obligados por medio de líneas rectas, cuidando que sus longitudes - permitieran alojar posteriormente las curvas horizontales.

El trazo generalmente se inició con la anotación: - 0+000 (por 2 razones). 1o. Facilidad en las Estimaciones.

2o. Por ser otra etapa diferente de pavimentación.

Una vez definido el trazo preliminar, se procedió - al trazo definitivo, que fue prácticamente el mismo, con pequeñas modificaciones en las deflexiones, esto fue con el fin de que al trazar la sub-rasante el nivel de la carpeta sea - funcional para las casas ya construidas.

El trazo definitivo dio las bases para los trabajos posteriores de nivelación definitiva y secciones de construcción.

Los trabajos de topografía se realizaron en todas -

las Avenidas que forman la 1a. Etapa del Circuito Vial Primario de Ciudad Nezahualcoyotl, (1976- 1977), que son las siguientes:

AV. AEROPUERTO	----	1,000.00 m.
AV. 7a.	----	1,000.00 m.
BOULEVARD DE LAS AMERICAS	----	1,200.00 m.
AV. JOSE DEL PILAR	----	1,200.00 m.
AV. ADOLFO LOPEZ MATEOS (Repavimentación)	----	3,800.00 m.
AV. NEZAHUALCOYOTL	----	3,680.00 m.
AV. VICENTE VILLADA	----	3,800.00 m.
AV. XOCHIACA	----	6,720.00 m.
AV. MEXICO	----	3,660.00 m.
4a. AVENIDA	----	8,040.00 m.

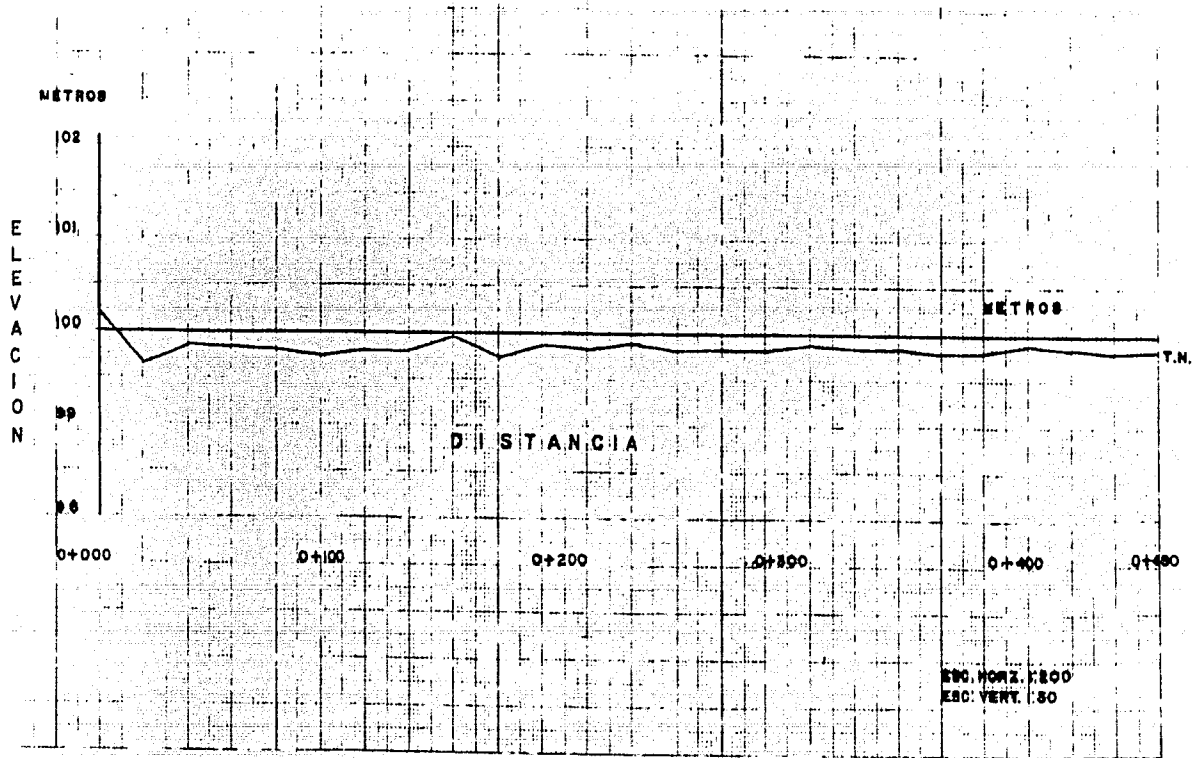
A continuación se presenta la nivelación de los primeros 500.00 mts. de la Av. Nezahualcoyotl.

ESTACION	+	-	-	COTAS $\frac{C}{L}$
BN-01	1.676	101.676		100.00
0+000			1.50	100.18
0+020			2.03	99.65
0+040			1.83	99.85
0+060			1.85	99.83
0+080			1.89	99.79
0+100			1.96	99.72
0+120			1.89	99.79
0+140			1.89	99.79
0+160			1.74	99.94
0+180			1.95	99.73
0+200			1.82	99.86
0+220			1.86	99.82
0+240			1.79	99.87
0+260			1.86	99.82
0+280			1.85	99.83
0+300			1.90	99.76

ESTACION	+	-	-	COTAS
0+320			1.82	99.86
PI	1.84	101.3	1.84	99.836
0+360			1.40	99.94
0+380			1.51	99.79
0+400			1.50	99.80
0+420			1.62	99.68
0+440			1.46	99.94
0+460			1.49	99.81
0+480			1.42	99.92
0+500			1.59	99.71
BN-2	1.381	101.3		
PI	1.86	101.67	1.464	
BN-01			1.672	100.00

A PARTIR
DE ESTA PÁGINA

FALLA
DE
ORIGEN



III.4.1. AFECTACIONES PUBLICAS.

Las afectaciones públicas fueron generalmente en los sistemas de agua potable, alcantarillado, red telefónica, alumbrado público.

Debido a que los procedimientos constructivos son a base de excavaciones de caja (donde se alojará la estructura del pavimento). Las tuberías de agua potable y alcantarillado que se encontraban a poca profundidad (50, 60, 70 cm.), respecto al nivel del terreno natural, fueron afectadas por las excavaciones, por tal motivo se procedió a darles una protección adecuada, bajándolas 60.0 cm., del nivel de la sub-rasante y protegiéndolas con material tepetatoso, compactándolo al 85% de su peso volumétrico seco máximo (p.v.s.m.), la compactación se realizó en capas de 10 y 15 cm., con pisón de mano y agua.

Las tuberías que se encontraban a mayores profundidades que las mencionadas, sólo se protegieron con el mismo material, compactándolo en capas y al 85% de su p.v.s.m.

Se cuidó que todas las tuberías, tanto de agua potable como de alcantarillado quedaran perfectamente junteadas -

para evitar problemas futuros como son: roturas, fugas y filtraciones que traen como consecuencia los baches y azolves.

Todos los pozos de visita y de cabecera que fueron afectados por las excavaciones se renivelaron en forma total o parcial al nivel de la carpeta.

Todos los postes de luz y de teléfonos que quedaron dentro del arroyo, fueron cambiados de lugar por la Comisión Federal de Electricidad o por Teléfonos de México, para facilitar los trabajos de construcción y el tránsito futuro.

Afectaciones Privadas.

Como la localidad cuenta con una alineación definida, las afectaciones privadas fueron mínimas, sólo algunas tomas domiciliarias o descargas de aguas negras (A.N.) fueron suspendidas temporalmente.

Obras Complementarias.

Se realizó un censo de las casas construidas y los lotes baldíos que se encontraron a lo largo de la vía en cons -



Bajada de las tuberías de alcantarillado.



Tubería de agua potable juntado.

IV.- DISEÑO DE PAVIMENTACION.

IV.1.- ESTUDIOS GEOTECNICOS.

IV.2.- ALTERNATIVAS.

IV.1.- ESTUDIOS GEOTECNICOS.

TRABAJOS DE CAMPO EN TERRACERIAS.

Para definir la estructura del terreno, tanto en su clasificación como en su formación estratigráfica, se efectuaron sondeos a cielo abierto a cada 500.00 mts. a lo largo de la vía en estudio y a profundidades variables (de 1.00 a 2.00 mts.), dependiendo del nivel freático; de éstas se tomaron muestras alteradas e inalteradas las cuales se concentraron en el laboratorio para su estudio; se determinó el coeficiente de variación volumétrica, sus límites de consistencia y granulometría. En el anexo No. 1 se muestran los resultados obtenidos y sus conclusiones.

BANCOS DE MATERIALES

A fin de seleccionar los bancos de materiales para la construcción de la estructura del pavimento se visitaron los bancos en explotación más cercanos a la zona del proyecto que son factibles de utilizar, de los cuales se tomaron muestras de material para analizarlo en el laboratorio.

Laboratorio.

Los materiales de las terracerías se sometieron en el laboratorio a las siguientes pruebas: Granulometría, Límites de Consistencia, Contracción Lineal, Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.), Valor Relativo de Soporte (V.R.S.), muestra inalterada, para conocer la calidad del material.

Las muestras de material procedentes de los bancos para formar la estructura del pavimento, se sometieron en el laboratorio a las siguientes pruebas: Granulometría, Límites de Consistencia, Contracción Lineal, Peso Volumétrico Seco Máximo y Porter Estandar para juzgar la calidad del material de acuerdo a las Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

Los materiales de los bancos para formar la Carpeta Asfáltica se sometieron a las siguientes pruebas; Granulometría, Límites de Consistencia, Contracción Lineal, Prueba de desgaste de los Angeles, Equivalente de Arena y el porcentaje óptimo de asfalto para mezcla en planta estacionaria. En el anexo No. 1 se muestran los resultados obtenidos del laboratorio, sus conclusiones y se da una tabla de la relación de los bancos de la zona y un croquis de localización de ellos.

A N E X O N o . 1

- 1.- RESULTADO DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO EFECTUADAS A LOS MATERIALES QUE FORMAN EL TERRENO NATURAL, CONCLUSIONES.

- 2.- RESULTADO DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO EFECTUADAS A LOS MATERIALES QUE FORMARAN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LOS BANCOS PROPUESTOS Y CROQUIS DE LOCALIZACION DE LOS MISMOS, CONCLUSIONES.

REPORTE DE TERRACERIAS

CAMINO: AVE. JDA EXPERIMENTE No. _____
 TRAMO: 3 + 400 a 3 + 420 FECHA DE RECIBO _____
 ESTADADO POR _____ FECHA DE INICIO DE TRABAJO _____

IDENTIFICACION

Numero de Enrase	1	2	3	4	5	6
Estación	3+435	3+430	3+400	3+300	2+500	1+000

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

	1	2	3	4	5	6
Tamaño máximo	100	100	100	100	100	100
% que pasa malla 4	86	85	80	80	77	78
% que pasa malla 40	50	52	53	53	47	48
Equivalente de Humedad de Campo	47	42	50	50	51	51
W.P.M.C.	19	21	22	25	20	20
Composición Lineal	5.9	10.4	16.0	17.4	11.0	11.0
P.V.S. Suelto Esp. m.3	0.20	0.50	0.60	0.70	0.70	0.70
P.V.S. Máximo	1370	1030	1000	1150	1100	1100
Humedad Optima, %	33.5	40.5	45.5	42.0	42.0	42.0
Humedad Natural, %	40.2	60.4	56.5	52.4	51.3	51.4
Composición del Lugar, %	85	83	87	90	84	81

ESTUDIO DE ESPESORES

TIPO DE PRUBA Sondaje N.º	1	2	3	4	5	6
---------------------------	---	---	---	---	---	---

CURVA DE PROYECTO Prof. del Sondaje: 0.0-1.5 0.0-1.5 0.0-2.0 1.5-2.0 0.0-1.5 0.0-1.5

% de Compactación						
Humedad de Prueba, %						
Valor Soporte en cm. de base	3.6	1.0	2.3		1.6	2.5
Espesor Requerido, cms.						
Espesor Actual, cms.						
Espesor Faltante, cms.						
% de Compactación						
Humedad de Prueba, %						
Valor Soporte						
Valor Requerido, cms.						
Espesor Actual, cms.						
Espesor Faltante, cms.						
% de Compactación						
Humedad de Prueba, %						
Valor Soporte						
Valor Requerido, cms.						
Espesor Actual, cms.						
Espesor Faltante, cms.						
% de Compactación						
Humedad de Prueba, %						
Valor Soporte	33.5	49.5	45.5	42.0	42.0	42.0
Valor Requerido, cms.	18.3	8.0	18.3	12.2	9.3	23.0
Espesor Actual, cms.	1.0	6.6	7.44	7.7	7.0	8.47
Espesor Faltante, cms.						

Conclusión de los resultados obtenidos en las terracerías.

GRANULOMETRIA:

La determinación de la composición granulométrica es una prueba definitiva en la que se juzga la calidad del material, mediante la determinación de los tamaños de las partículas que forman el suelo, por el procedimiento de cribado; en sí el procedimiento consiste en la separación de las partículas del suelo, tamizándolo a través de una sucesión de mallas de abertura cuadrada y pesando las porciones que se obtienen en cada una de ellas, a fin de relacionar dichos retenidos, como porcentaje de la muestra total. Con este procedimiento se clasifican las partículas de suelo hasta un tamaño mínimo de 0.074 mm. que corresponde a la malla No. 200.

La granulometría de las terracerías resultó como se indica a continuación:

El 100% de las partículas pasó la malla No. 4 - - (4.76 mm), el 80% de las partículas pasó la malla No. 40 y el 50% de las partículas pasó la malla No. 200.

Los resultados de los límites de consistencia a las

partículas finas que pasaron la malla No. 200, fueron en promedio:

L.L. = 60% (límite líquido)

L.P. = 32% (límite plástico)

Su determinación fue de la siguiente manera:

Límite líquido (L.L.).- Es el contenido de agua para el cual el suelo tiene una resistencia al esfuerzo cortante de 27 gr/cm^2 . Su valor se determinó en el laboratorio, usando la copa de Casagrande. Consiste en colocar el suelo dentro de la copa y enzararlo; con un ranurador se hace una pequeña zanja, después mediante una leva la copa se levanta y se deja caer. Cuando después de un número determinado de golpes en la copa se cierra la zanja, entonces se procede a determinar el contenido de agua. Este resultado se lleva a una gráfica en la que el contenido de agua se representa en el eje vertical y el logaritmo del número de golpes en el horizontal, este procedimiento se repitió 4 veces para que se obtuviera la curva de flujo; después se encontró el valor del contenido de agua para 25 golpes, el cual nos da la resistencia antes señalada.

La humedad correspondiente al límite líquido se --

calculó con la siguiente fórmula:

$$Wl = \frac{(P1 - P2) \cdot 100}{P2 - Pt}$$

Wl = Humedad en el límite líquido.

P1 = Peso de la muestra humedad más peso del recipiente.

P2 = Peso de la muestra seca más peso del recipiente.

Pt = Peso del recipiente.

Límite plástico (L.P.), es el estado en que se considera que existe una división entre las consistencias plásticas y semisólidas, su determinación se llevó a cabo en el laboratorio de la manera siguiente:

Se formó una pequeña bola de 12 mm. de \varnothing aproximadamente (de material preparado), que se moldea con los dedos y a la cual se le dio una forma cilíndrica, manipulándolo sobre la palma de la mano formando rollitos, que se colocaron en una placa de vidrio, cuando los rollitos tenían un \varnothing de 3.2 mm. y no se rompían en varias secciones simultáneamente, su

humedad era superior a la del límite plástico, en tal caso se repetía la operación, hasta que en los 3.2 mm. ocurría el rompimiento del filamento en varios segmentos simultáneamente, - en tal momento se tomaban todos los fragmentos en que se dividía el filamento y se determinaba la humedad correspondiente al límite plástico.

$$W_p = \frac{(P_1 - P_2) \times 100}{P_2 - P_t}$$

Wp = Humedad en el límite plástico.

P1 = Peso de la muestra humedad más peso del recipiente.

P2 = Peso de la muestra seca más peso del recipiente.

Pt = Peso del recipiente.

El índice plástico es la diferencia Aritmética entre el límite líquido y el límite plástico.

$$I.P. = L.L. - L.P. = 60 - 32 = 28\%$$

La compactación del lugar es de 82%

El valor relativo de soporte (V.R.S.), en muestra - inalterada es de 2.2%.

En seguida se da una breve descripción de el procedimiento para obtener el valor relativo de soporte:

Porter Estandar:

Prueba Porter estandar (prueba estandar de valor relativo de soporte). El objeto de esta prueba es determinar - la calidad de los suelos en cuanto a valor de soporte se refiere, midiendo la resistencia a la penetración del suelo compactado y sujeto a un determinado período de saturación.

La prueba consiste en medir la resistencia a la penetración de un espécimen (15.75 x 20.32) cm., compactado a la humedad óptima con una carga unitaria de 140.6 Kg/cm^2 . - - aplicado con una máquina de compresión, después de haber sido saturado en agua hasta lograr su máxima expansión.

La humedad óptima de compactación es la humedad mínima requerida por el suelo para alcanzar su peso volumétrico seco máximo, cuando es compactado con la carga unitaria - - 140.6 Kg/cm^2 .

La expansión se calcula con la siguiente fórmula:

$$e = \frac{(L_i - L_f) 100}{\text{hes}}$$

e = expansión en %

L_i = Lectura inicial del extensómetro

L_f = Lectura final del extensómetro

hes = altura del espécimen antes de saturarlo

La aplicación de la carga se hace en pequeños incrementos continuos procurando que la velocidad de desplazamiento del cilindro sea de 1.25 mm/min. y se anotarán las cargas correspondientes a cada una de las penetraciones indicadas en el cuadro siguiente:

<u>APLICACION</u>	<u>TIEMPO</u>	<u>PENETRACION</u>	<u>CARGA</u>
	(min.)	(mm.)	Kg.
Primera	1	1.27	"
Segunda	2	1.54	"
Tercera	3	3.81	"
Cuarta	4	5.08	"
Quinta	6	1.62	"
Sexta	8	10.16	"
Séptima	10	12.70	"

La carga registrada para la penetración de 2.54 mm. 0.1', se deberá expresar como % de la carga estandar de 1,360 Kg. (si la prueba estuvo bien ejecutada el % obtenido es el valor relativo de soporte correspondiente a la muestra ensayada).

De acuerdo con los resultados anteriores podemos decir que se trata de una arena arcillosa con material orgánico bastante comprensible (SC-OH), clasificación SUCS. El material es sumamente malo hasta para sub-rasante.

INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES DE BASE Y SUB-BASE

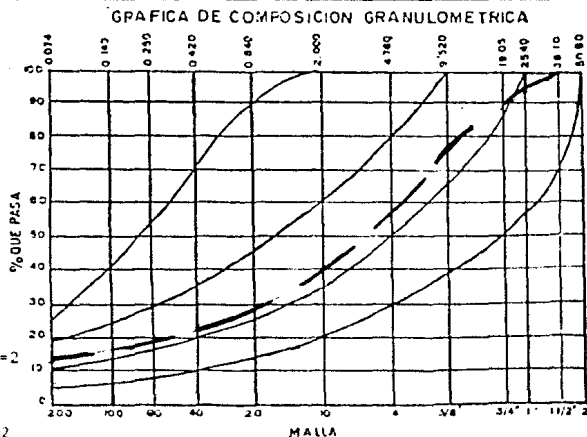
Material PARA BASE HIDRAULICA Y SUB-BASE Expediente
 Ensaye No. 1 Muestra No. 1 Fecha recibo
 Enviado por Fecha Informe
 Procedencia Muestra tomada en el Bco. "La Esperanza" localizado a 22.5 km. de la obra

Peso Vol. Suelto kg/m³ 1250
 Peso Vol. Máximo kg/m³ 1690
 Humedad Optima 14.2
 % Que pasa Malla
 2"
 1 1/2" 100
 1" 94
 3/4" 89
 3/8" 76
 No. 4 58
 " 0 43
 " 20 29
 " 40 23
 " 60 20
 " 100 17
 " 200 12
 % Desperdicio en la Muestra 1

V.R.S. (Estándar) % 107
 % Expansión 0.18
 Valor Cementante 7.3 kg/cm²

Pruebas en Mat. Mayor 3/8"
 Absorción 6.6
 Densidad 1.87
 EQ. DE ARENA 4.7%

PESO VOL. EN EL LUGAR
 HUMEDAD EN EL LUGAR
 GRADO DE COMPACTACION



PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 40
 LIMITE PLASTICO 20 EQUIV. HUMEDAD CAMPO
 LIMITE LIQUIDO 26 CONTRACCION LINEAL 1.6%
 INDICE PLASTICO 6

CLASIFICACION ~~FRANCOS PLASTICOS~~ SUCS. ARENA
 LIMOSA, CON APROXIMADAMENTE 42% DE GRAVAS
 (SM)

RECOMENDACIONES — EL MATERIAL ANALIZADO TIENE CARACTERISTICAS QUE LO HACEN
 ADECUADO PARA USARSE EN BASE HIDRAULICA DE PAVIMENTO.

INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES DE BASE Y SUB-BASE

Material **PARA BASE HIDRAULICA Y SUB-BASE** Expediente

Ensaye No. **2** Muestra No. Fecha recibo

Enviado por

Procedencia **Muestra tomada en el Rco. "La Esperanza" localizado a 22,5 kms. de la Obra.** Fecha Informe

Peso Vol. Suelto kg/m³ **1230**

Peso Vol. Máximo kg/m³ **1700**

Humedad Óptima **14.2**

% Que pasa Malla

2"

1 1/2" **100**

1" **94**

3/4" **87**

3/8" **73**

No. 4 **54**

" 6 **43**

" 20 **31**

" 40 **25**

" 60 **22**

" 100 **18**

" 200 **13**

% Desperdicio en la Muestra L.

V.R.S. (Estándar) % **110**

% Expansión **0.28**

Valor Cementante **7.3 kg/m³**

Pruebas en Mat. Mayor 3/8"

Absorción **5.9**

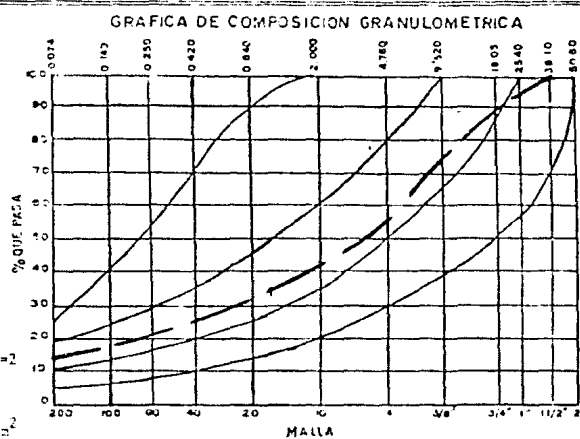
Densidad **1.89**

EQ. DE ARENA 46%

PESO VOL. EN EL LUGAR

HUMEDAD EN EL LUGAR

GRADO DE COMPACTACION



PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 40

LIMITE PLASTICO **20** EQUIV. HUMEDAD CAMPO

LIMITE LIQUIDO **27** CONTRACCION LINEAL **2.0%**

INDICE PLASTICO **7**

CLASIFICACION PEGOLDRANCO

SUGS. GRAVA LIMOSA (GM)

RECOMENDACIONES— EL MATERIAL ANALIZADO TIENE CARACTERISTICAS QUE LO HACEN ADECUADO PARA USARSE EN BASE HIDRAULICA DE PAVIMENTO.

Conclusión de los resultados obtenidos en el laboratorio en materiales para base-hidráulica y sub-base del banco La Esperanza.

En su granulometría tenemos que la relación de la malla No. 200 al de la malla No. 40 es, $\frac{12}{23} = 52\%$ que es menor del máximo especificado, el cual es de 65%.

Los límites de consistencia son en promedio:

L.L. = 26%

I.P. = 6%

Su determinación se llevó a cabo en el laboratorio de la misma manera, como se explicó anteriormente.

La contracción lineal es de 1.6% y la máxima permitida es de 4.5%, su determinación en el laboratorio se lleva a cabo de la siguiente manera:

Contracción Lineal:

La contracción lineal de un suelo es la relación -- del volumen del mismo, medida en una de sus dimensiones y ex-

presada como porcentaje de las dimensiones originales, cuando la humedad se reduce desde la correspondiente al límite líquido hasta la del límite de contracción: El límite de contracción corresponde al contenido de agua para el cual el suelo alcanza su máxima contracción.

La contracción lineal se calcula con la siguiente fórmula:

$$C1 = \frac{(L1 - L2) \cdot 100}{L1}$$

C1 = Contracción lineal con respecto a la longitud original de la barra de suelo húmedo.

L1 = Longitud de la barra de suelo húmedo.

L2 = Longitud de la barra de suelo seco.

El % de expansión es de 0.28% su determinación se explicó anteriormente.

El valor relativo de soporte es de 110% y el mínimo permitido es de 50% la forma como se determina este valor ya se explicó.

El valor cementante es de 7.3 Kg/cm^2 . y el valor cementante mínimo permitido para base y sub-base hidráulica es de 4.5 Kg/cm^2 .

Su determinación se hace de la siguiente manera:

Prueba de Valor cementante:

Esta prueba tiene por objeto determinar el poder de cementación de un suelo fino o de la fracción que pasa la malla No. 4 de un suelo granular compactado y seco. El valor cementante es una función de la forma y acomodo de las partículas de suelo, de su rugosidad, de la plasticidad de los finos y de otros fenómenos que tiene relación con la composición química del suelo. Es factor primordial para prever el comportamiento de los suelos que forman el pavimento de un camino.

El material se tamizará a través de la malla No. 4, para obtener una muestra de unos 3 Kg. Se adicionará agua hasta alcanzar la humedad óptima de compactación, y se manipulará hasta lograr una repartición uniforme de la misma. Se toman muestras por triplicado, debiendo tener los 3 especímenes las mismas dimensiones ($7.6 \times 7.6 \times 10.0$) cm. Para elaborar cada paralelepípedo deberá emplearse la misma cantidad en peso de material húmedo.

Se compactará el material en tres capas para formar un espécimen apisonando cada capa con quince golpes de una varilla especial y a una altura libre de caída de cincuenta cm. El molde con el material compactado se colocará en el horno a una temperatura de 40°C, se mantendrá la temperatura hasta que se pierda la suficiente humedad para permitir la remoción del molde. Se continuará el secado a una temperatura de 110°C, hasta que se pierda toda la humedad. Se sacará el espécimen del horno y se probará a la compresión debiendo colocar unas placas de cartón sobre la cara superior e inferior del espécimen o bien se cabecearán los cubos con azufre o una mezcla de arena y yeso, dejando las caras paralelas conservando la posición en que fue compactado.

El valor cementante es el promedio de la resistencia a la compresión sin confinar obtenida en los 3 especímenes y se expresa en Kg/cm².

Debido a su absorción de 6.6% y su densidad de 1.87 se puede decir que corresponden a materiales compactos y resistentes.

De acuerdo con los resultados podemos decir que se trata de una arena limosa (GM), con un 45% de grava; además, posee todas las características que lo hacen adecuado para usarse en base hidráulica.

INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES DE BASE Y SUB-BASE

Material **PARA BASE HIDRAULICA Y SUB-BASE** Expediente

Ensaye No. **1** Muestra No. **1** Fecha recibido

Enviado por

Procedencia **MUESTRA TOMADA EN EL BCO. "LA ESCONDIDA" LOCALIZADA A 23.0 KMS. DE LA OBRA.** Fecha Informe

Peso Vol. Suelto kg/m³ **1050**

Peso Vol. Máximo kg/m³ **1570**

Humedad Óptima **16.9**

¿ Que pesa Malla

2"

1 1/2" **100**

1" **94**

3/4" **89**

3/8" **76**

No. 4 **61**

" 0 **51**

" 20 **40**

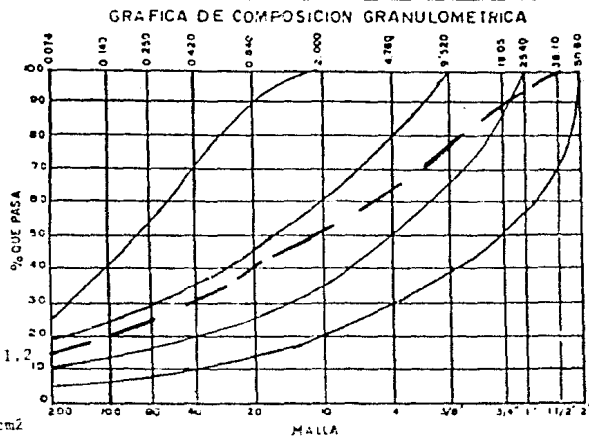
" 40 **31**

" 60 **25**

" 100 **21**

" 200 **15**

¿ Desperdicio en la Muestra **1/2**



V.R.S. (Estandar) % **112**

¿ Expansión **1.62**

Valor Cementante **5.0** Kg/cm²

Pruebas en Mat. Mayor 3/8"

Absorción **11.9**

Densidad **1.62**

¿ Eq. DE ARENA **61.0**

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 40

LIMITE PLASTICO **N.F.** EQUIV. HUMEDAD CAMPO

LIMITE LIQUIDO **30** CONTRACCION LINEAL **1.0** %

INDICE PLASTICO **N.F.**

PESO VOL. EN EL LUGAR

HUMEDAD EN EL LUGAR

GRADO DE COMPACTACION

CLASIFICACION **PETROGRAFICO** SUCC. **ARENA LIMOSA, CON APROXIMADAMENTE 40 % DE GRAVA. (SH)**

RECOMENDACIONES— El material analizado satisface las características específicas para usarse como base hidráulica de pavimento.

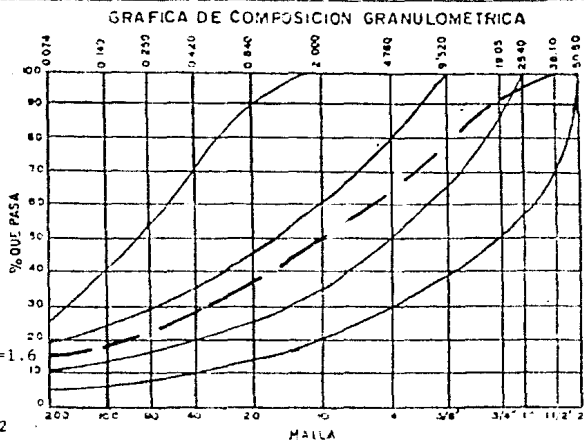
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES DE BASE Y SUB-BASE

Material PARA BASE HIDRAULICA Y SUB-BASE Expediente
 Ensaye No. 2 Muestra No. 2 Fecha recibo
 Enviado por Fecha Informe
 Procedencia MUESTRA TOMADA EN EL BCO. "LA ESCONDIDA" LOCALIZADO A 23.0 KMS. DE LA OERA

Peso Vol. Suelto kg/m³ 1070
 Peso Vol. Máximo kg/m³ 1580
 Humedad Optima 16.2

% Que pasa Malla
 2"
 1 1/2" 100
 1" 97
 3/4" 92
 3/8" 78
 No. 4 62
 " 0 50
 " 20 37
 " 40 29
 " 60 24
 " 100 20
 " 200 14

% Desperdicio en la Muestra 1.1
 VRS. (Estándar) % 124
 % Expansión 0.17
 Valor Cementante 4.9 kg/cm²



Pruebas en Mat. Mayor 3/8"
 Absorción 11.0
 Densidad 1.62
 EQ. DE ARENA 60Z

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 40
 LIMITE PLASTICO 27 EQUIV HUMEDAD CAMPO
 LIMITE LIQUIDO 31 CONTRACCION LINEAL 1.62
 INDICE PLASTICO 4

PISO VOL. EN EL LUGAR
 HUMEDAD EN EL LUGAR
 GRADO DE COMPACTACION

CLASIFICACION ~~PT~~ ~~PO~~ ~~GS~~ ~~MS~~ ~~SS~~ ~~CS~~ ~~SCS~~ ~~SPNA~~
 LIMOSA, CON APROXIMADAMENTE 38% DE GRAVAS
 (SM)

RECOMENDACIONES

LOS MATERIALES ANALIZADOS SATISFACEN A LAS CARACTERISTICAS ESPECIFICADAS PARA USARSE COMO BASE HIDRAULICA DE PAVIMENTO

Los resultados obtenidos en el laboratorio de los materiales para base hidráulica y sub-base del banco "La Escondida" son:

La granulometría nos dice que se trata de una arena limosa con un 40% de grava; su densidad es de 1.62 y su absorción de 11.9% que corresponden a materiales compactos y bastante resistentes.

Sus límites de consistencia son:

L.L. = 30 %

I.P. = 4 %

Su contracción lineal es de 1% y la máxima permitida es de 4.5%.

El valor cementante es de 5.0 Kg/cm², y el mínimo permitido 4.5 Kg/cm².

El V.R.S. estandar es de 112% mayor que 50% que es el mínimo permitido.

El equivalente de arena es de 60% mayor que 20% que es el mínimo.

La determinación de las pruebas anteriores ya se ex
plicó.

De acuerdo con todo lo anterior el material analiza
do tiene características, que lo hacen adecuado para usarse -
en base hidráulica de pavimento.

INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES DE BASE Y SUB-BASE

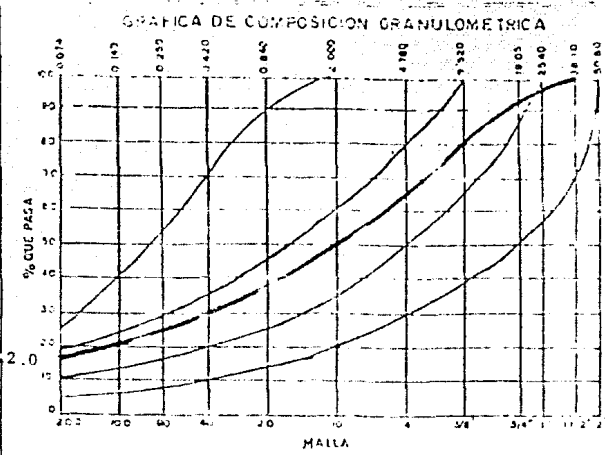
MATERIAL PARA BASE HIDRAULICA Y SUB-BASE Espediente
 Proyecto No 1 Muestra No 1 Fecha recibo
 Entido por Fecha Informe
 Proveniencia Muestra tomada del Bco. "Barrera" Localizada a 16.0 kms. de la Obra.

Peso Vol. Suelto kg/m³ 1070
 Peso Vol. Máximo kg/m³ 1650
 Humedad Óptima 16.4
 % Que pasa a 1.18"
 2"
 1 1/2" 100
 1" 97
 3/4" 92
 5/8" 80
 No. 4 63
 " 0 50
 " 20 39
 " 40 31
 " 60 26
 " 100 22
 " 200 18
 % Desperdicio en la Muestra 1/2

A.R.S. (Estándar) % 114
 C. Expansión 0.0
 Valor Cementante 2.7 kg/cm²

Pruebas en Mat. Mayor 1/8"
 Absorción 8.4
 Densidad 1.68

PESO VOL EN EL LUGAR
 HUMEDAD EN EL LUGAR
 GRADO DE COMPACTACION



PROBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 40
 LIMITE PLASTICO 22 EQUIV. HUMEDAD CAMPO
 LIMITE LIQUIDO 30 CONTRACCION LINEAL 2.4 %
 INDICE ELASTICO 8

CLASIFICACION ~~ARCILLOSA~~ SUCS. ARENA
 ARCILLOSA (SH)

RECOMENDACIONES -- El material analizado satisface las características especificadas para su uso como base hidráulica de pavimento; y procede del banco "Barrera" de una grava cementada y controlada en planta.

Los resultados obtenidos en el laboratorio, de los materiales para base hidráulica del banco "Barrera" son:

Límites de Consistencia.

L.L. = 30 %

I.P. = 8 %

Su granulometría y sus límites de consistencia nos dice que es una arena arcillosa (SM) con un 37% de grava, poco comprensible.

Absorción 8.4 %

Densidad 1.68

La absorción y densidad corresponden a materiales compactos y resistentes.

La contracción lineal es de 2.4%

La contracción lineal máxima permitida es de 4.5%

El valor cementante es de 2.7 Kg/cm².

El valor cementante mínimo permitido es de 4.5 Kg/cm².

El valor relativo de soporte estandar es de 114%

El valor relativo de soporte estandar mínimo permi-

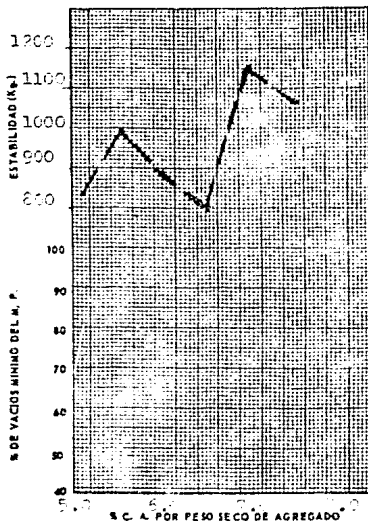
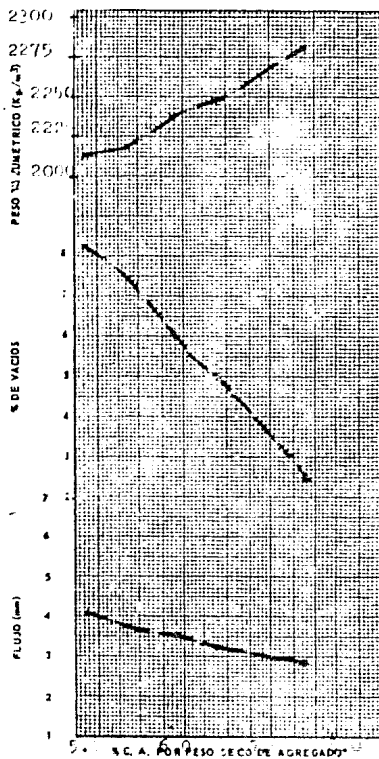
tido es de 50%.

Se concluye que el material analizado satisface las características específicas para su uso como base hidráulica de pavimento.

PRUEBA MARSHALL

MUESTRA DE: MATERIAL PARA CARRETA
 PROCEDENCIA: PLANTA TRINASA
 LOCALIZACION: A 9.0 Kms. de la OBRA.
 ENVIADA POR:

EXPEDIENTE NUM.
 ENSAYE NUM.
 FECHA DE RECIBO:
 FECHA DEL INFORME:



ESPECIFICACIONES S. A. S. H. O. P.

Specificaciones:

NUMERO DE GOLPES POR CARA	75	75
CONTENIDO OPTIMO DE C. A. (% EN PESO)	7.11	
PESO VOLUMETRIC (Kg/m³)	2265	
% DE VACIO	3.72	3-5
FLUJO (mm)	3.05	2-4
ESTABILIDAD (Kg)	1128	700 min.
% DE VACIOS MINIMO DEL M. P.		

EL LABORATORISTA

EL JEFE DE

EL JEFE DE LA OFICINA

REPORTE DE CONCRETO ASFALTICO

MATERIAL: PARA CARPETA EXPEDIENTE: _____
 ENSAYE NUM. 1 MUESTRA NUM. 1 FECHA RECIBO: _____
 ENVIADA POR: _____ FECHA INFORME: _____
 PROCEDENCIA: Planta "Tribasa" Localizado a 9.0 Kms. de la Obra
Grava.

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PETREO

CLASIFICACION PETROGRAFICA _____

PESO VOL. SUELTO 1250

% QUE PASA MALLA 100

1" _____

3/4" 95

1/2" 45

3/8" 17

1/4" 1

No. 4 _____

" 10 _____

" 20 _____

" 40 _____

" 60 _____

" 100 _____

" 200 _____

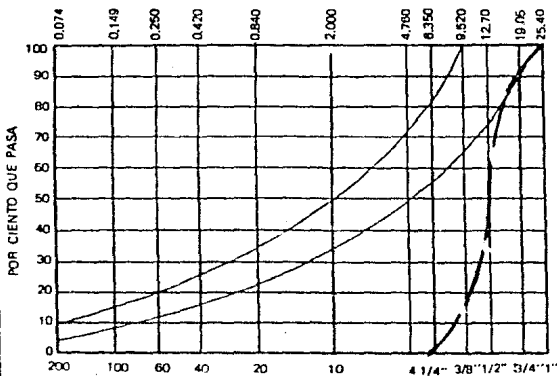
DENSIDAD 2.83

ABSORCION 1.0

% DESGASTE 17.6 %

EQUIVALENTE DE ARENA _____

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA.



PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA

CARACTERISTICAS DEL ASFALTO

TIPO: _____
 TEMPERATURA RECOMENDABLE DE APLICACION: _____
 PENETRACION: _____
 CONT. OPT. DE ASFALTO (%): _____ (*) GRAD. DE COMPACTACION EN CARPETA (%): _____
 PESO VOL. MAX. EN MEZCLA COMPACTA (Kg/cm³): _____ CONT. ASFALTO EN MEZCLA (%): _____ (*)
 ADITIVO RECOMENDADO: _____ PERMEABILIDAD DE LA CARPETA: _____

(*) NOTA: EL CONTENIDO DE ASFALTO SE REFIERE AL RESIDUO ASFALTICO DEL PRODUCTO UTILIZANDO EXPRESANDO COMO % EN PESO DEL MATERIAL PETREO SECO.

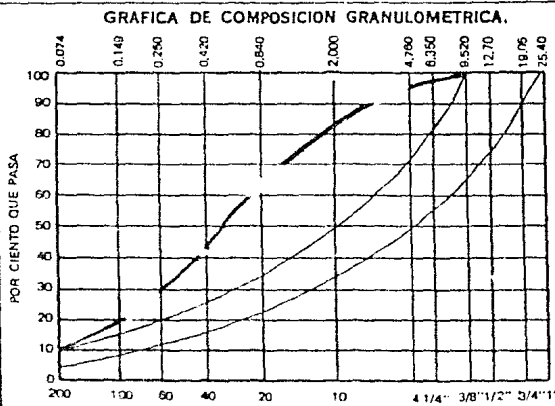
RECOMENDACIONES

REPORTE DE CONCRETO ASFALTICO

MATERIAL: <u>PARA CARPETA</u>	EXPEDIENTE: _____
ENSAYE NUM. <u>2</u>	MUESTRA NUM. <u>2</u>
ENVIADA POR _____	FECHA RECIBO _____
PROCEDENCIA: <u>PLANTA "TRIBASA" LOCALIZADO A 9.0 KMS. DE LA OBRA</u>	FECHA INFORME _____
ARENA	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PETREO

CLASIFICACION PETROGRAFICA _____	
PESO VOL. SUELTO <u>1440</u>	
% QUE PASA MALLA	
1"	_____
3/4"	_____
1/2"	_____
3/8"	<u>100</u>
1/4"	<u>95</u>
No. 4	<u>91</u>
" 10	<u>81</u>
" 20	<u>63</u>
" 40	<u>46</u>
" 60	<u>31</u>
" 100	<u>20</u>
" 200	<u>10</u>
DENSIDAD	<u>2.4</u>
ABSORCION	<u>11.9</u>
% DESGASTE	<u>17.6</u>
EQUIVALENTE DE ARENA	<u>78.5</u>



CARACTERISTICAS DEL ASFALTO

TIPO _____	CONT. OPT. DE ASFALTO (%), _____ (*) GRADOS DE COMPACTACION EN CARPETA % _____
TEMPERATURA RECOMENDABLE DE APLICACION _____	PESO VOL. MAX. EN MEZCLA COMPACTA (kg/cm ³) _____
PENETRACION _____	CONT. ASFALTO EN MEZCLA _____ (*)
	PERMEABILIDAD DE LA CARPETA _____

(*) NOTA: EL CONTENIDO DE ASFALTO SE REFIERE AL RESIDUO ASFALTICO DEL PRODUCTO UTILIZANDO EXPRESANDO COMO % EN PESO DEL MATERIAL PETREO SECO.

RECOMENDACIONES

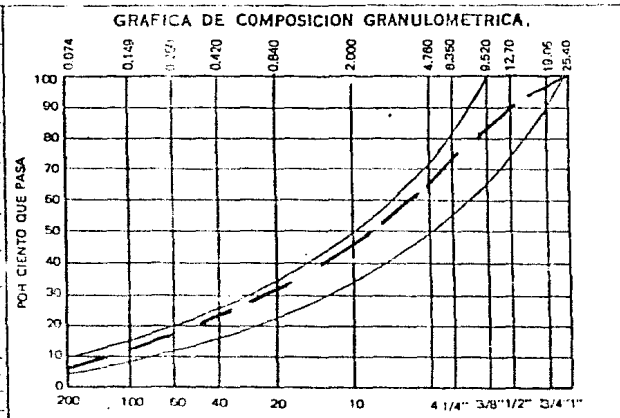
- Limite Liquido = 27
- Limite Plástico = I.N.P.
- Indice Plástico = I.N.P.

REPORTE DE CONCRETO ASFALTICO

MATERIAL: <u>PARA CARPETA</u>	EXPEDIENTE: _____
ENSAJE NUM. <u>3</u>	MUESTRA NUM. <u>3</u>
ENVIADA POR: _____	FECHA RECIBO: _____
PROCEDENCIA: <u>PLANTA TRIBASA LOCALIZADA A 9.0 KM. DE LA OBRA</u>	FECHA INFORME: _____
<u>MEZCLA TOTAL</u>	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PETREO

CLASIFICACION PETROGRAFICA	
PESO VOL. SUELTO	<u>1329</u>
% QUE PASA MALLA	
1"	<u>100</u>
3/4"	<u>98</u>
1/2"	<u>88</u>
3/8"	<u>82</u>
1/4"	<u>74</u>
No. 4	<u>65</u>
" 10	<u>42</u>
" 20	<u>33</u>
" 40	<u>23</u>
" 60	<u>17</u>
" 100	<u>11</u>
" 200	<u>5</u>
DENSIDAD	<u>2.59</u>
ABSORCION	<u>9.66</u>
COEF. DESGASTE	<u>17.60</u>
EQUIVALENTE DE ARENA	<u>65.6</u>



CARACTERISTICAS DEL ASFALTO	
TIPO	<u>No. 6</u>
TEMPERATURA RECOMENDABLE DE APLICACION	<u>120 °C</u>
PENETRACION	_____

PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA	
CONT. OPT. DE ASFALTO (%)	<u>7.13</u>
PESO VOL. MAX. EN MEZCLA COMPACTA [Kg/cm ³]	<u>2265</u>
ADITIVO RECOMENDADO	<u>Ninguno</u>
(*) GRADUO DE COMPACTACION EN CARPETA %	_____
CONT. ASFALTO EN MEZCLA (%)	_____
PERMEABILIDAD DE LA CARPETA	_____

NOTA: EL CONTENIDO DE ASFALTO SE REFIERE AL RESIDUO ASFALTICO DEL PRODUCTO UTILIZANDO EXPRESANDO COMO % EN PESO DEL MATERIAL PETREO SECO.

RECOMENDACIONES	
Limite Líquido	= <u>22</u>
Limite Plástico	= <u>I.N.P.</u>
Indice Plástico	= <u>I.N.P.</u>
Contracción Lineal	= <u>0.0</u>

Conclusión de los resultados obtenidos en el laboratorio efectuados a los materiales pétreos para carpeta asfáltica.

Su granulometría nos dice que se trata de una arena gravosa.

El desgaste de los angeles es de 17.60 % y el máximo permitido por la Secretaría de Asentamientos Humanos y - - Obras Públicas, es de 40%, lo que quiere decir que el material es lo suficiente resistente a las acciones del desgaste y choque a que estará expuesta; su dureza y tenacidad son muy buenas.

El equivalente de arena es de 65.6% y el mínimo permitido es de 55%.

Sus límites de consistencia y contracción lineal nos indica que se trata de materiales bastante resistentes.

La carpeta asfáltica elegida es la elaborada en caliente en planta estacionaria, debido a que son las que proporcionan las carpetas de mejor calidad.

El cemento asfáltico utilizado es el No. 6 porque -

es el más común en México.

La mezcla se elabora en una planta que calienta el material pétreo de 140°C a 150°C y el cemento asfáltico a una temperatura de 110°C a 130°C.

Las mezclas terminadas se transportan en camiones a la extendidora que efectúa el trabajo en capas uniformes con el espesor, anchos y pendientes requeridos. Después de esta etapa se procede a la compactación estando la mezcla a una temperatura superior a los 90°C y se compactará hasta obtener la densidad especificada. La compactación no se debe efectuar a una temperatura inferior de 80°C debido a que a esta temperatura no se logra la densidad especificada.

La carpeta solamente se consideró como superficie de rodamiento, ya que en su diseño no se tomó en cuenta los esfuerzos a que estará expuesta por el tránsito.

A la carpeta se le realizó la prueba de impermeabilidad ya que es necesario que sea impermeable al agua, para que no penetre a las capas inferiores, debido al fenómeno de precolación y se tenga como resultado el reblandecimiento de dichas capas y se exponga más a adquirir deformaciones.

Para determinar la cantidad óptima de asfalto existen varios métodos:

- 1o. El de Hveen
- 2o. El de Índice de Grupo
- 3o. El de Marshall
- 4o. El Modificado de la S.A.H.O.P.

De los cuatro métodos anteriores utilizamos el método de Marshall, por ser este método el que más se utiliza en México para el diseño de mezclas asfálticas en caliente y del cual hablamos a continuación.

NOTA: También se da una breve descripción de la prueba de desgaste de los angeles.

METODO MARSHALL.

Con esta prueba se determinan los valores de estabilidad y flujo de especímenes cilíndricos compactados axialmen

te por un sistema determinado y probados a 60°C. El valor de estabilidad se determina midiendo la carga necesaria para producir la formación de la falla del espécimen, aplicada en sentido normal a su eje, la deformación horizontal producida en el espécimen por dicha carga, es el valor de flujo. El valor de estabilidad expresa la resistencia estructural de la mezcla compactada y está afectada principalmente por el contenido de asfalto, la composición granulométrica y tipo de agregados.

Para determinar el contenido óptimo de asfalto correspondiente a una mezcla elaborada en planta es necesario obtener:

Peso volumétrico del espécimen ya compactado.

El porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos ocupados por el asfalto.

Para el efecto se preparan una serie de probetas con diferentes contenidos de asfalto. Los ensayos deben de realizarse sobre la base de adicionarle al material pétreo una cantidad mayor de 0.5% del contenido mínimo de asfalto determinado por medio de fórmulas empíricas.

Por cada cantidad de asfalto se elaboran tres (3),-

probetas y con los valores obtenidos se dibujan las siguientes gráficas.

Peso volumétrico	-	Contenido de asfalto.
Estabilidad	-	Contenido de asfalto.
Flujo	-	Contenido de asfalto.
Porcentaje de vacíos	-	Contenido de asfalto.
Vacíos ocupados por el asfalto	-	Contenido de asfalto.

Para obtener el contenido óptimo de asfalto se toma el promedio de los contenidos de asfalto correspondiente, el máximo peso volumétrico, a la máxima estabilidad, el valor medio de los límites fijados para el porcentaje de vacíos y el valor medio de los límites fijados por el porcentaje de vacíos ocupados por el asfalto. El promedio así obtenido es el contenido óptimo de asfalto.

Prueba de Desgaste de los Angeles.

La prueba de desgaste tiene por objeto conocer la calidad del material pétreo y es una medida indirecta del grado de alteración alcanzado por éste, así como de la presencia

de planos de debilitamiento o cristalización que provocan una desintegración de la partícula del material. El procedimiento de prueba es el siguiente:

Se romperá la roca por probar en trozos de forma - más o menos cúbica, sin vértices agudos, ni aristas salientes y en número aproximado de 50, que den un peso total de cinco- (5) Kg., más o menos 10 gr. La muestra se lavará y se secará en un horno. Nuevamente se pesará y se anotará este valor como peso inicial "Pi". Es importante que la temperatura de secado no sea excesiva, pues podría afectar los resultados de - la prueba. Cuando la densidad aparente del material sea menor de 2.2 deberá usarse 4Kg. de muestra para prueba, conservando el mismo número de piezas. La muestra seca se colocará dentro de una máquina deval, haciéndola girar aproximadamente 5.5 - hrs. hasta completar diez mil revoluciones. El material se sa- cará de la máquina deval, y se tamizará sobre la malla No. 12. El retenido se colocará en el horno para secarlo hasta obte - ner peso constante que se anotará como peso final "Pf".

El porcentaje de desgaste se calcula con la siguien- te fórmula:

$$\% \text{ de desgaste} = \frac{(P_i - P_f) 100}{P_i}$$

Muestra de SELLO 3-A
 Procedencia BANCO "LA ESCONDIDA"
 Localización A 23.0 KMS. DE LA OBRA
 Enviada por

Expediente No.
 Ensaye No.
 Fecha de Informe
 Fecha de Recibo

Ensaye No.	1	2	Especificaciones Del Mat. No.3-A Para Riego de Sello
% Que Pasa Malla			
1/2"	100	100	100
3/8"	87	2	95-100
No. 8	3	1	0- 5
No. 40	1	1	- 0
Absorción	5.2	4.7	
Densidad	2.0	2.01	

Ensaye No. Km.	% Que pasa Malla	Especificaciones Del Mat. 3-E Para Riego de Sello
	1/2"	100
	3/8"	95-100
No. 4		0- 5
No. 40		- 0
Absorción		
Densidad		
Adherencia		
Desgaste		
Clasif. Tetroc.		

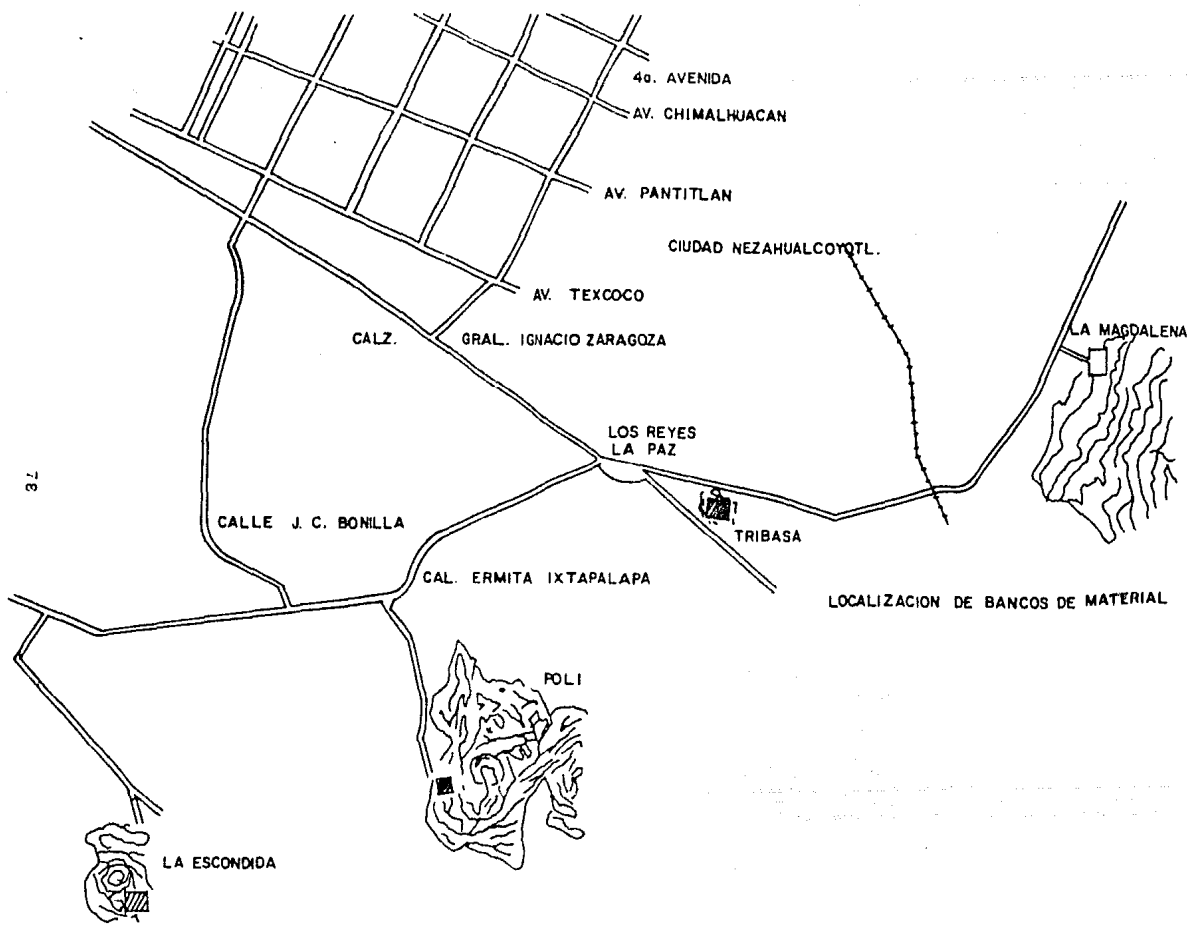
Observaciones: EL MATERIAL ANALIZADO ES ACEPTABLE PARA USARSE COMO PETREO 3-A
 EN RIEGO DE SELLO, CONSIDERANDO QUE SOLO PRESENTA UNA LIGERA DEFICIENCIA
 EN SU GRADUACION GRANULOMETRICA.

El riego de sello se le da con el fin de impermeabilizar más el pavimento, protegerlo del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante (rugosa), con el fin de proporcionar la seguridad de los vehículos aún con el pavimento mojado.

Se utilizó material pétreo 3-A en una proporción de 10 a 12 Lts./m². del banco la Escondida y sólo presentó una ligera deficiencia en su graduación granulométrica.

RELACION DE BANCOS PROPUESTOS

BANCOS	DISTANCIA MEDIA DE CORREO	CLASIFICACION GEOLOGIA	CLASIFICACION PARA PRESUPUESTO	VOLUMEN	UTILIZACION	TRATAMIENTO
EL POILI (BARRERA)	A 11.5 kms. de la obra	Roca Piroclástica (Pies) Al excavar se se obtendrán. G _w Fc.	20 - 20 - 00	Suficiente	Sub-Base, base y filtro.	Cribado a tama- ño máximo de -- 3,8 cm.
LA MAGDALENA	A 18.0 kms. de la obra	Toba Basáltica (Rie). Al exca- varse se obten- drá SC. tenetá te.	00 - 100 - 00	Suficiente	Cementante	Disgregado
TRIRASA	A 19.0 kms.	Basalto gris. poco fractura- do (Pie) Al ex- cavarse se ob- tendrá Fmc-Gp.	00 - 00 - 100	Suficiente	Carpeta	Trituración Total.
LA ISCONHIDA	A 15.0 kms. de la obra	Roca Piroclás- tica. (Pie) Al excavarse se - obtendrá Gw-Fc	20 - 80 - 00	Suficiente	Sello	Cribado a tama- ño máximo de -- 1.9 cm.



78

40. AVENIDA

AV. CHIMALHUJACAN

AV. PANTITLAN

CIUDAD NEZAHUALCOYOTL.

AV. TEXCOCO

CALZ.

GRAL. IGNACIO ZARAGOZA

LA MAGDALENA

LOS REYES
LA PAZ

TRIBASA

CALLE J. C. BONILLA

CAL. ERMITA IXTAPALAPA

LOCALIZACION DE BANCOS DE MATERIAL

POLI

LA ESCONDIDA

IV.2. ALTERNATIVAS.

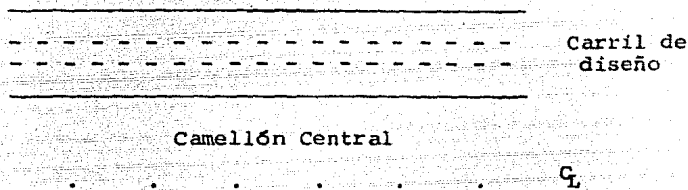
OBRA: 4a. AVENIDA

TRAMO: Av. Nezahualcoyotl - Av. Sor Juana Inés de la Cruz.

DATOS PARA EL DISEÑO:

V.R.S. de diseño a 85% de compactación	=	2.5
T.P.D.A. 1977 EN EL CARRIL DE DISEÑO	=	1500

CROQUIS DE LA SECCION



Composición del tránsito en el carril de diseño

A = 15 %

B = 60 %

C = 25 %

Tasa de crecimiento anual del tránsito: 10%

Carga límite permisible en un eje sencillo: 8172 Kg.

Peso aproximado que se espera: 18000 Kg.

CALCULO POR EL METODO S.O.P.

Tránsito para diseño = $1500 \times 0.85 = 1275$

Proyección del tránsito para el futuro:

T.P.D.A. 1977 = $1275 (1+0.10)^{10} = 1275 \times 2.59 = 3302$

Curva de Diseño No. 1

Con un V.R.S. de 2.5 se obtiene un espesor de 77 cm.

CALCULO POR EL METODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO.

Número de camiones pesados en el carril de diseño: 1275 v.p.d.

Número del tránsito inicial (I.T.N.) : 800 v.p.d.

Número de tránsito diario para un periodo de diseño de 10 años.

DTN. = $800 \times .80 = 640$ v.p.d.

Con un V.R.S. de 2.5 obtenemos:

Un espesor de = 36 cm. de Concreto asfáltico

METODO DEL INSTITUTO DE INGENIERIA

CALCULO DEL TRANSITO ACUMULADO EN LUGAR DE 8.2 TONS. EN EL CARRIL DE DISEÑO

AÑO	VPDA	VPDAX 365	A 15%	B 60%	C 25%	FACTORES DE EQ.			No. DE EJES EQ. A 8.2T
						0.004	1.12	1.74	
1977	1500								
1978	1650	602250	90338	361350	150562	36	404712	261978	666726
1979	1815	662475	99371	397485	165619	40	445183	288177	733400
1980	1997	728905	109336	437342	182226	44	489824	317073	806940
1981	2197	801905	120286	481143	200476	48	538880	348828	887756
1982	2417	882205	132331	529323	220551	53	604042	383759	987854
1983	2659	979535	145580	582321	242634	58	653200	422183	1074441
1984	2925	1067625	160144	640575	266906	64	717444	464416	1181974
1985	3218	1174570	176186	704734	293643	70	789302	510939	1300311
1986	3540	1292100	193815	775260	323025	78	868291	562063	1430432
1987	3894	1421310	213197	852786	355328	85	955120	618271	1573476
								TL	10642269

CON TL = 10643260 y un V.R.S. de 2.5 OBTENIMOS UN ESPESOR DE 87 Cm.

IV.2.1. PROCEDIMIENTO SIN LOSA ESTABILIZADORA.

R E S U M E N

	<u>SAHOP</u>	<u>INST. ASFALTO</u>
Carpeta de Mezcla en planta	10 cm.	10 cm.
Base Hidráulica	24 cm.	26 cm.
Sub - Base	23 cm.	26 cm.
Capa Rompedora de Capilaridad	20 cm.	20 cm.
ESPEJOR TOTAL	77 cm.	82 cm.

<u>INST. DE INGENIERIA</u>	<u>PROMEDIO</u>
10 cm.	10 cm.
28 cm.	26 cm.
28 cm.	26 cm.
20 cm.	20 cm.
86 cm.	82 cm.

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION SIN LOSA ESTABILIZADORA.

TERRACERIAS

a).- Abrir la caja aproximadamente de 82 cm., y desperdiciar el material extraído. La superficie descubierta no recibirá ningún tratamiento de compactación, únicamente se afinará la superficie de desplante.

b).- Sobre la superficie de desplante afinada se colocará una capa de filtro aproximadamente de 20 cm., con el objeto de controlar hasta donde sea posible el ascenso de agua por capilaridad. Esta capa recibirá únicamente un tratamiento de acomodo, previo humedecimiento del material.

c).- Arriba de la capa de filtro se construirá una capa de sub-base con material (grava cementada controlada en planta) proveniente del banco más cercano, de 26 cm. de espesor y compactada al 90% de su P.V.S.M.

d).- Después de la capa de sub-base se construirá una capa de base hidráulica de 26 cm. de espesor compactada al 95% de su P.V.S.M., con material (grava cementada controlada en planta) proveniente del banco más cercano.

MATERIAL ASFALTICO

a) .- RIEGO DE IMPREGNACION

Para impermeabilizar e impregnar la base hidráulica, una vez que esté superficialmente seca y barrida, se aplicará el material asfáltico tipo FM-0 con una dosificación aproximada de - 1.5 Lts./m².

b) .- RIEGO DE LIGA

Una vez fraguado y estabilizado el riego de impregnación se colocará un material asfáltico tipo FR-3 dosificado a 0.6 -- Lts./m². aproximadamente, con el fin de ligar la carpeta asfáltica a la base hidráulica.

c) .- CARPETA ASFALTICA

Se construirá una carpeta asfáltica del tipo mezcla en planta, la cual deberá tener un espesor 10 cm. compactada al 95% de su P.V.S.M. como mínimo.

d) .- RIEGO DE SELLO

De acuerdo con la textura superficial de la carpeta asfáltica, se colocará un riego de sello utilizando material pétreo tipo 3-A y asfáltico FR-3, dosificado como sigue:

Pétreo 3-A ----- 10-12 Lts./m²
 Asfáltico FR-3 ----- 1.2 - 1.5 Lts./m²

Las capas de materiales empleadas en la pavimentación cumplirán con las normas de calidad que la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, establece en la parte octava de las especificaciones generales de construcción.

Para construir las diferentes capas del pavimento se emplearán los materiales de los bancos localizados en la zona y para formar la carpeta asfáltica se podrá emplear la mezcla asfáltica que produce la planta TRIBASA.

IV.2.2. PROCEDIMIENTO CON LOSA ESTABILIZADORA.

	<u>S.O.P.</u>
Carpeta de Mezcla en planta.	10 cm.
Base Hidráulica	26 cm.
Losa Estabilizadora	<u>10 cm.</u>
ESPESOR TOTAL	47 cm.

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION CON LOSA ESTABILIZADORA.

a).- Abrir caja de 51 cm. aproximadamente, y desperdiciar el-

materia extraído. La superficie descubierta no recibirá ningún tratamiento de compactación, únicamente se afinará.

b).- Sobre la superficie de desplante afinada se colocará una capa de tepetate de 10 cm. compactada al 85% de su P.V.S.M.

c).- Después de la capa de tepetate se construirá la losa estabilizadora con concreto hidráulico puzolánico de $F'c = 100\text{-Kg/cm}^2$, únicamente acomodado para dar un espesor de 10 cm.

d).- Arriba de la losa estabilizadora se colocará una capa de base hidráulica de 26 cm. de espesor compactada al 95% de su P.V.S.M. con material (grava cementada controlada en planta) proveniente del banco más cercano .

MATERIAL ASFALTICO

a).- RIEGO DE IMPREGNACION

Para impermeabilizar e impregnar la base hidráulica una vez que esté superficialmente seca y barrida, se aplicará el material asfáltico tipo FM-0 con una dosificación aproximada de 1.5 Lts./m².

b).- RIEGO DE LIGA

Una vez fraguado y estabilizado el riego de impregnación se colocará un material asfáltico tipo FR-3 dosificado a 0.60 Lts./m² aproximadamente, con el fin de ligar la carpeta asfáltica a la base hidráulica.

c).- CARPETA ASFALTICA

Se construirá una carpeta asfáltica del tipo mezcla en planta, la cual deberá tener un espesor de 10 cm. compactada al 95% de su P.V.S.M. como mínimo.

d).- RIEGO DE SELLO

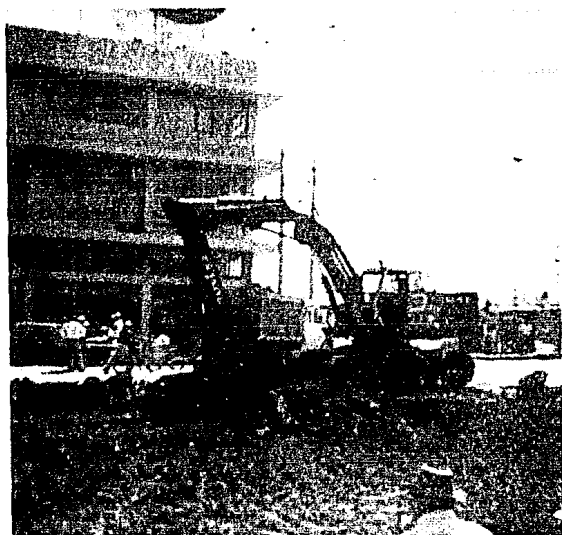
De acuerdo con la textura superficial de la carpeta asfáltica se colocará un riego de sello utilizando material pétreo tipo 3-A y asfáltico FR-3, dosificado como sigue:

Pétreo 3-A ----- 10-12 Lt./m²

Asfáltico FR-3 ----- 1.2 - 1.5 Lt/m²

Para construir las diferentes capas de pavimento se emplearán los materiales de los bancos localizados en la zona y para formar la carpeta asfáltica se podrá emplear la mezcla asfáltica que produce la planta "TRIBASA".

El material de base y los materiales asfálticos que se emplearon en la pavimentación cumplirán con las normas de calidad de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, - que establece en la parte octava de las especificaciones generales de construcción.

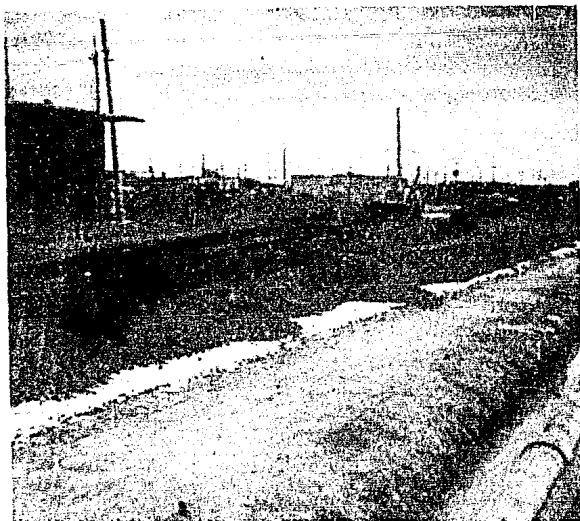


Excavación de la caja donde se alojará la estructura del pavimento.

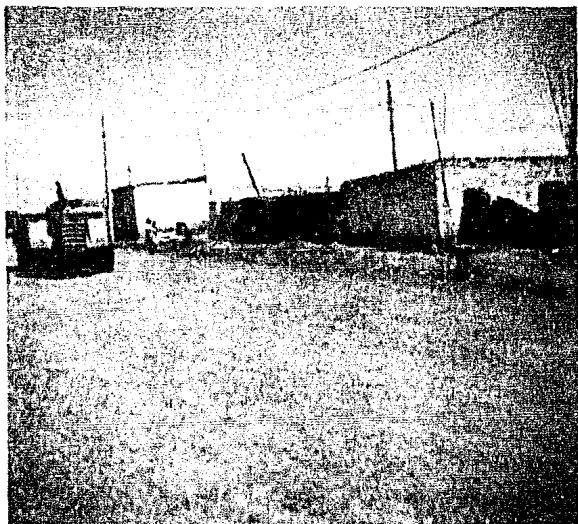


Construcción de losa estabilizadora armada con malla-lack.

CONSTRUCCION DE BASE HIDRAULICA



Tendido de material para base hidráulica.



Compactación de Base Hidráulica.

IV.2.3. CONCLUSION DE LAS ALTERNATIVAS.

1.- En el procedimiento con filtro, se tienen que hacer las excavaciones a mayor profundidad comparado con el procedimiento con losa, lo cual trae como consecuencia incrementos de costos en las excavaciones y en el acarreo del material extraído.

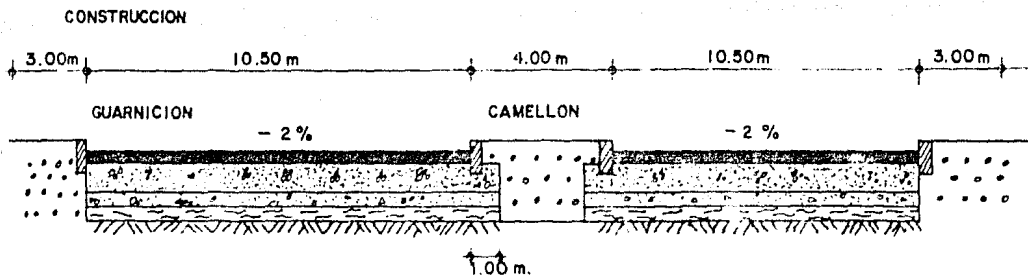
Afectaciones de mayor número de tuberías de agua potable y de alcantarillado, que encarecen la obra por efectos de movimientos de dichas tuberías y mayor volumen de materiales para su protección.

2.- Al ser la caja de mayor profundidad en el procedimiento con filtro, tendremos problemas con el procedimiento constructivo, debido a que el nivel freático se encuentra muy superficial (a sólo 80 cm. del nivel del terreno natural), dando por consecuencia el bombear el agua o construir obras complementarias, además de propiciar un gran número de baches al estar tendiendo y compactando el material de filtro, sub-base, y en algunas ocasiones, hasta en la base hidráulica.

3.- Los esfuerzos que recibiría el terreno natural serán de mayor concentración.

Las observaciones antes mencionadas dan por consecuencia un mayor costo en los trabajos imprevistos, los cuales por razón lógica, atrasan en forma considerable cualquier programa de obras previamente elaborado. Por lo tanto, la alternativa con losa de concreto puede considerarse como la adecuada.

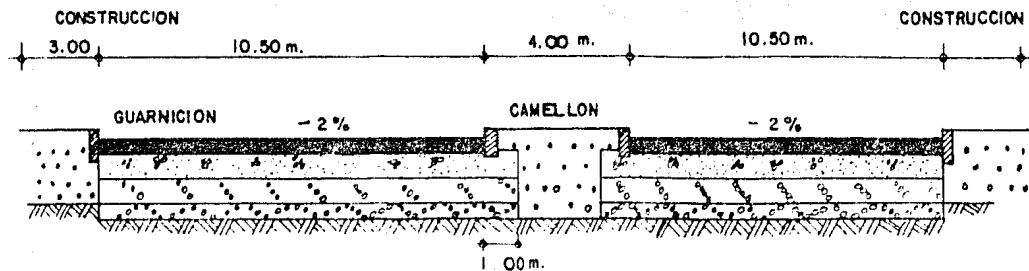
ESTRUCTURA DE LA SECCION




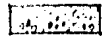
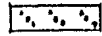
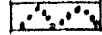
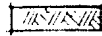

SIMBOLOGIA

	CARPETA ASFALTICA
	BASE HIDRAULICA
	LOSA DE CONCRETO
	TEPETATE
	TERRENO NATURAL
	RELLENO DE BANQUETAS

ESTRUCTURA DE LA SECCION



SIMBOLOGIA

-  CARPETA ASFALTICA
-  BASE HIDRAULICA
-  SUB-BASE
-  FILTRO
-  TERRENO NATURAL
-  RELLENO DE BANQUETAS

V.- PROYECTO VIAL PRIMERA ETAPA (1976-1977)

Siendo el principal medio de desplazamiento de la mayoría de los moradores el sistema de transporte masivo, de tipo Autobus, Trolebus, etc., se optó por dividir las calles de la ciudad en dos tipos de vías:

El Circuito Vial Primario, sobre el cual circularán los sistemas de transportación y de abastos a los centros de servicios, que está constituido por las avenidas principales que cruzan la ciudad de Norte a Sur y de Oriente a Poniente y las calles secundarias, que corresponde a la mayoría de las colonias.

El Circuito Vial Primario tiene una longitud de 163.44 Km. y un área de pavimentación de 3'247,828 m². Para determinar el tipo de pavimento más adecuado de acuerdo a los diferentes tipos de calles que confluyen al circuito, fue necesario realizar estudios detallados de pavimentación y de mecánica de suelos.

Durante el período de Gobierno del Profesor Carlos-Hank Gonzáles, se inició la pavimentación del Circuito Vial Primario en una longitud de 56.84 km. y un área de 1'285,189-m².

Actualmente el Dr. Jorge Jiménez Cantú, Gobernador-

Constitucional del Estado de México, continuó la pavimentación de este Circuito Vial Primario hasta su terminación, habiéndose elaborado un programa para el período de 1976-1977 de 34.54 km. y con una superficie de 586,084 m². lo cual representa que en un año se logró un 60% del global pavimentado hasta el sexenio pasado y en relación con el total del Circuito Vial Primario se ha alcanzado un 55% de avance, mejorando en gran parte todo el servicio de transportación masiva y el acceso a la mayoría de las colonias. Para el período de 1977- a 1978, el Gobierno del Estado ha aprobado la construcción de 31.2 km. de pavimento, con una superficie de 559,355 m², la cual se encuentra hoy en su primera etapa de construcción; Al término de la pavimentación de estas avenidas, el circuito vial primario habrá alcanzado un avance del 75%, quedando para programas posteriores el 25% que corresponde a 40.96 km. con una superficie de 817,200 m², con lo cual se cubrirá en su totalidad el circuito vial primario y contará ciudad Nezahualcoyotl con una vialidad óptima. Las calles secundarias son complemento al circuito vial primario y se pretende que las líneas de transportación masiva no circulen sobre éstas, dejando las calles secundarias exclusivamente para automóviles, camionetas y camiones de uso especializado, como los recolectores de basura, distribuidores de gas, refrescos, etc. A las líneas de autobuses, se les delimitarán sus rutas y en caso de que el circuito vial primario fuera insuficiente para

este tipo de servicios, se tendrá que reforzar dicho pavimento para evitar daños en lo construido.

VI. - CONCLUSIONES GENERALES

Ciudad Nezahualcoyotl, pertenece al Estado de México; y está ubicada al oriente de la ciudad de México, en terrenos desecados en la zona sur del antiguo Vaso de Texcoco - que pertenecían a los municipios de Chimalhuacán, Los Reyes y Ecatepec de Morelos, que al irse fraccionando en diferentes colonias fueron formando un importante núcleo de población - hasta su constitución en municipio, ocupando un área aproximada de 4,000 Has. y con una longitud estimada de 1,600 Km. de calles que requerían su urgente pavimentación para la solución a una serie de problemas de tipo socio-económico:

La pavimentación de estas calles representan un serio problema técnico, ya que la topografía de la zona es horizontal y los servicios municipales de drenaje y agua potable-domiciliaria son prácticamente nulos o con innumerables fugas de agua; por otra parte debido a que la inversión no será recuperable a corto plazo ya que los moradores de la zona son personas de escasos recursos económicos, se pensó en proyectar un pavimento que resultara económico, pues sería honoroso para ellos el tener que pagar una obra demasiado costosa, aunque necesaria.

Si clasificamos las calles en dos grupos resulta menos complicado desarrollar cualquier tipo de estudios ya que-

se definirá de antemano el uso que se dará a cada calle, estos estudios proporcionan al proyectista información geotécnica necesaria para el cálculo de los movimientos de terracerías, los espesores de las diferentes capas que forman el pavimento y los procedimientos de construcción que garanticen un buen comportamiento de la obra.

Geológicamente la zona esta constituida por suelos transportados y residuales, proveniente de los arroyos que alimentaban el Lago de Texcoco, en general son suelos finos de consistencia blanda predominando arcillas de alta plasticidad, color gris verdoso, con alto contenido de humedad y lentes intercaladas de arena fina y materia orgánica.

Estos suelos han sido cubiertos en algunas zonas con basura y escombros y en otras los moradores han colocado una capa de tepetate o tezontle la cual se contaminó con la basura y arcilla.

Para conocer las condiciones geotécnicas de la zona donde se localiza cada una de las avenidas o calles a pavimentar, se efectuaron exploraciones mediante excavaciones con pico y pala, haciendo pozos a cielo abierto hasta 2.00 m. de profundidad, referidos al eje del proyecto y espaciados entre sí de 200 a 300 m. En estos pozos se muestrea el material pa-

ra realizar en el laboratorio los ensayos necesarios de clasificación como son: Granulometría, Límites de Consistencia, Contracción Lineal, Peso Volumétrico Seco Máximo, Porter Estándar, Proctor, etc., los cuales se ajustan a las especificaciones de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

Otro de los parámetros determinantes dentro del proyecto, es el relacionado con Ingeniería de Tránsito, el cual proporciona datos de tránsito actual y futuro que tendrá la avenida o calle. Se realizaron aforos de volúmenes de tránsito clasificándolo de acuerdo a especificaciones ya establecidas, por peso y por el número de ejes de los vehículos, dando una tasa de crecimiento anual y tomando en cuenta la vida útil del pavimento que se desee.

Para todas y cada una de las avenidas es indispensable realizar este tipo de estudios y de acuerdo con ellos se diseña, para lo cual se realizó un análisis comparativo entre 3 métodos de diseño que son: Método del Instituto del Asfalto, el del Instituto de Ingeniería y el de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. Cada uno de estos métodos enfocan los parámetros de diferentes maneras y de acuerdo con el criterio basado en los análisis y pruebas se determina cuál es el diseño óptimo. Determinante es también el es-

tudio económico de todos los materiales y el procedimiento de construcción.

Desafortunadamente en ciudad Nezahualcoyotl los bancos de materiales están localizados fuera del municipio con distancias de acarreo variables entre 10 y 20 kilómetros con lo cual el costo del material se incrementa por el costo de los acarreos. Así mismo como nos encontramos en una zona urbana, no es posible elevar la rasante (salvo en algunos casos), porque la mayoría de las casas tienen sus entradas al nivel del terreno natural, lo recomendable es retirar el material de mala calidad, sustituyéndolo por capas de material de banco, con lo que también se incrementa el costo de las obras.

El mal estado de las tuberías tanto del sistema mixto como de agua potable, hace que en muchos de los casos se tenga que proteger, reinstalar o cambiar tramos de tubos, o bien en algunas avenidas se ha tenido necesidad de profundizar la línea de drenaje y las tuberías de alimentación de agua potable, incrementando los costos y retardando la obra.

Como ya mencionamos anteriormente la salinidad y la manera de comportarse de las arcillas, que debido a su porosidad conservan gran cantidad de humedad hace que se presente el fenómeno de capilaridad que es en esencia al ascenso de

agua a través de los poros arcillosos hacia capas superiores, las cuales se verían afectadas por el agua y disminuirían la consistencia de la estructura del pavimento provocando la falla. Con apoyo en el análisis anterior y con el objeto de romper la capilaridad de las arcillas se propusieron dos alternativas.

PRIMERA ALTERNATIVA.

Colocación de una capa de material a base de tezontle de 20 cm. de espesor y en seguida colocar una capa de sub-base de 26 cm. de espesor compactándola al 90% de su peso volumétrico seco máximo, arriba de la sub-base se construirá una capa de base hidráulica de 26 cm. de espesor, compactado al 95% de su P.V.S.M.

SEGUNDA ALTERNATIVA.

Colocación de una losa de concreto armada con malla-lak y desplantada sobre una capa de tepetate afinada a mano de 10 cm. de espesor y compactada al 85% de su peso volumétrico seco, con el objeto de detener la salinidad; el concreto será puzolánico; en seguida se construirá una capa de base

hidráulica de 26 cm. de espesor, compactada al 95% de su P.V. S.M.

La carpeta asfáltica será de tipo mezcla en planta, la cual deberá tener un espesor de 10 cm. compactado al 95% de P.V.S.M. como máximo, para ambas alternativas.

Los espesores de las dos alternativas se calcularon con los métodos antes mencionados.

Procedimiento sin losa estabilizadora

<u>METODO</u>	<u>SAHOP</u>	<u>INST. DEL ASFALTO</u>	<u>INST. DE ING.</u>	<u>PROMEDIO</u>
Carpeta de mezcla en planta	10 cm.	10 cm.	10 cm.	10 cm.
Base Hidráulica	24 cm.	26 cm.	28 cm.	26 cm.
Sub-Base	23 cm.	26 cm.	28 cm.	26 cm.
Capa Rompedora de Cap.	20 cm.	20 cm.	20 cm.	20 cm.
	<u>77 cm.</u>	<u>82 cm.</u>	<u>86 cm.</u>	<u>82 cm.</u>

Procedimiento con losa estabilizadora

<u>METODO</u>	<u>SAHOP</u>
Carpeta de mezcla en planta	10 cm.
Base Hidráulica	26 cm.
Losa Estabilizadora	<u>10 cm.</u>
	47 cm.

De las 2 alternativas propuestas se considera que - la alternativa con losa estabilizadora es la más conveniente - desde el punto de vista constructivo, siendo su costo más alto, sin embargo, sus beneficios y comportamiento a largo plazo, resultan más económicos.