

8
29.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

"CAMPUS ARAGÓN"

**"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA
UN CENTRO COMERCIAL QUE SE
PROYECTA CONSTRUIR EN ZONA DE LAGO"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

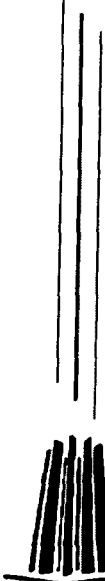
JAVIER BUSTAMANTE SALGADO

**ASESOR DE TESIS :
ING. GABRIEL ALVAREZ BAUTISTA**

MÉXICO

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**





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 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.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGON
DIRECCION

JAVIER BUSTAMANTE SALGADO
PRESENTE

En contestación a su solicitud de fecha 17 de septiembre del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing GABRIEL ALVAREZ BAUTISTA, pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado "ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA UN CENTRO COMERCIAL QUE SE PROYECTA CONSTRUIR EN ZONA DE LAGO" con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento, me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
San Juan de Aragón, México, a 27 de septiembre de 1996
EL DIRECTOR



M en I. CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO

c c p Jefe de la Unidad Académica
c c p Jefatura de Carrera de Ingeniería Civil
c c p Asesor de Tesis

CCMC/AIR/vr



A DIOS

Por haberme permitido venir a este mundo
y darme la oportunidad de vivir hasta lo
gar una de las primeras metas de mi vida.

A MIS PADRES

Por haberme inculcado desde mi niñez
buenos modales y darme un ejemplo de
superación, de salir adelante siempre
cuidarme, quererme, aguantarme en mo
mentos difíciles y educarme

A MIS HERMANOS

Porque compartieron conmigo momentos y -
experiencias que hicieron que mi vida tu
viera alegría, bienestar y ejemplos para
ir siempre adelante con metas claras.

A MI NOVIA

Porque gracias a su cariño, consejos
y apoyo, siempre con palabras de - -
aliento y de optimismo me hizo ver -
que todo lo que nos proponemos en la
vida podemos lograrlo siempre y cuan
do se tenga dedicación, empeño y con
fianza en uno mismo.

A MI ESCUELA

Por permitirme ser parte de la máxima ca
sa de estudios, ser parte de la gran fa-
milia universitaria, siendo esto un orgu
llo para mi persona.

A MIS PROFESORES

Porque gracias a sus enseñanzas y a su dedicación para nuestra formación, me dí cuenta de lo importante que es tener una preparación profesional, y por inculcarme el amor hacia la carrera de: Ingeniería Civil.

A MIS SINODALES

Por tener la confianza plena en mí persona por la estimación que me han tenido a lo largo de mi carrera y por permitirme que - sean parte de mi historia.

A MIS FAMILIARES

Por preocuparse aún estando lejos y - apoyarme en todas mis decisiones y por enorgullicerme siempre al verme, y - - alentarme a luchar por un futuro mejor.

A MI DIRECTOR DE TESIS

Porque además de ser uno de los mejores catedráticos me ha brindado siempre la confianza de un buen amigo, siempre estaré orgulloso y pendiente de sus consejos, sencillez y bondad.

A todas aquellas personas que directa o indirectamente han influido en mi formación, tanto profesional como personal . . .

Gracias . . . Por el consejo a tiempo, por las sonrisas sinceras, por la amistad desinteresada, por el abrazo fraternal y sobre todo por ayudarme a ser siempre mejor y a mirar siempre hacia adelante . . .

. . . Por esto y por mucho más . . .

GRACIAS

Sinceramente:

JAVIER BUSTAMANTE SALGADO

" ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA UN CENTRO COMERCIAL QUE SE PROYECTA CONSTRUIR EN ZONA DE LAGO "

INTRODUCCION

I.	ANTECEDENTES	1
II.	MUESTRO Y EXPLORACION DEL SUBSUELO	2
III.	PRUEBAS DE LABORATORIO	3
IV.	CARACTERISTICAS ESTADISTICAS Y FISICAS DEL SUBSUELO	5
V.	ANALISIS DE CIMENTACION	16
V.1	CAPACIDAD DE CARGA DE LAS ZAPATAS	17
V.2	DIMENSIONES DE LAS ZAPATAS	18
V.3	ESTADO LIMITE DE FALLA	19
V.3.1	ESTADO LIMITE DE FALLA EN CONDICIONES ESTATICAS	20
V.3.2	ESTADO LIMITE DE FALLA EN CONDICIONES DINAMICAS	20
V.4	ESTADO LIMITE DE SERVICIO	21
VI.	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	22
VII.	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RIGIDO	24
VII.1	DISEÑO DE PISO DE LA TIENDA DE TIPO RIGIDO	24
VII.2	DISEÑO DE PAVIMENTO DE TIPO FLEXIBLE CON SUPERFICIE DE RODAMIENTO DE ADOCRETO	25

A N E X O I

ANALISIS DE ASENTAMIENTOS 27

A N E X O I I

**ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE LAS LOSAS DE
CONCRETO DEL PISO DE LA TIENDA 34**

A N E X O I I I

**ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS DE
ADCRETO SOBRE RELLENOS CONTROLADOS LIGEROS 44**

G R A F I C A S

CONCLUSIONES 61

BIBLIOGRAFIA 63

INTRODUCCION

En la Ingeniería Civil, uno de los problemas más importantes para el análisis de la construcción de una estructura, siempre ha sido la problemática que presenta el suelo en donde se construirá dicha estructura.

Antes del surgimiento de la mecánica de suelos como ciencia, los ingenieros y constructores se basaban en su experiencia con algunas situaciones similares que antes se les habían presentado, sin tomar en cuenta que cada caso tiene sus particularidades.

Con el surgimiento de la mecánica de suelos, aunado a las leyes de la mecánica y de la hidráulica, esta problemática se ha aminorado en mucho, ya que se han elaborado técnicas más confiables para el estudio del suelo, es decir, que los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio nos dan una idea más clara de las características del suelo que como ingenieros nos interesa.

En el diseño de cualquier estructura se requiere de una cimentación confiable para garantizar los tres objetivos principales que tiene que cumplir:

- SEGURIDAD
- ECONOMIA
- FUNCIONALIDAD

Cabe señalar que los parámetros recopilados en el laboratorio, para obtener la capacidad de carga del suelo son aproximados, y es ahí donde entran los conocimientos, experiencia y criterio del ingeniero, para que estas estructuras cumplan con los objetivos antes señalados.

En este contexto, se hace patente la importancia que tiene la mecánica de suelos hoy en día, para el diseño de una cimentación, ya que de ella depende la seguridad de cualquier obra civil y sobre todo, enfatizar las características del suelo en la zona de lago de la Ciudad de México, ya que se considera un suelo muy compresible y por lo mismo desfavorable para la construcción de cualquier obra.

El objetivo principal que persigue el estudio, es que mediante el muestreo y exploración del subsuelo del predio de interés, se obtengan los parámetros necesarios, que aplicados a las teorías de capacidad de carga y asentamientos, permitan seleccionar la alternativa de cimentación más adecuada entre varias posibles soluciones que ofrece la Ingeniería Civil.

La investigación realizada consiste como primer punto, en el estudio del lugar donde se desea edificar una estructura previamente diseñada y siguiendo un procedimiento adecuado a través de métodos directos, indirectos y geofísicos, que permitan obtener las propiedades físicas y mecánicas del subsuelo de interés que serán complementadas con ensa

yes de laboratorio; se obtendrá la información necesaria para seleccionar la mejor alternativa a seguir en cuanto a la cimentación de la estructura, que garantice la estabilidad y funcionalidad del proyecto.

El contenido de los capítulos expuestos en esta tesis en forma general es el siguiente:

CAPITULO I

ANTECEDENTES:

Se determina la ubicación exacta en donde se desplazará la construcción de proyecto y el tipo de estructura de diseño que se contempla construir.

CAPITULO II

MUESTREO Y EXPLORACION

Se establecen los tipos de sondeos profundos y superficiales realizados a diferentes profundidades y la secuencia de su ejecución.

CAPITULO III

PRUEBAS DE LABORATORIO

En este capítulo se especifican los diferentes ensayos realizados en el laboratorio para obtener las pruebas necesarias para el diseño y se presentan los resultados obtenidos.

CAPITULO IV

CARACTERISTICAS ESTRATIGRAFICAS Y FISICAS DEL SUBSUELO

Se muestran las diferentes formaciones que presenta el subsuelo y la estratigrafía a distintas profundidades. De acuerdo a los resultados obtenidos de la exploración efectuada.

CAPITULO V

ANALISIS DE CIMENTACION

Como resultado de los datos obtenidos en capítulos anteriores, se es-

tablece el tipo de cimentación más adecuado para la construcción de la estructura.

CAPITULO VI

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Se establece el procedimiento constructivo más adecuado para el proyecto, siguiendo las especificaciones establecidas por el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.

CAPITULO VII

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RIGIDO

Se determina el tipo de pavimento diseñado para el piso de la nave industrial y de estacionamiento, que de acuerdo al proyecto, son de tipo rígido y flexible respectivamente.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se expone en forma resumida el contenido del estudio, así como algunas recomendaciones que deberán implementarse para una correcta ejecución del proyecto.

El trabajo efectuado servirá como apoyo para temas relacionados con la geotécnia, particularmente con el diseño de cimentaciones en la zona - III, denominada zona de lago, de acuerdo al Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, que permita ampliar los conocimientos y aclarar algunas inquietudes de los ingenieros de futuras generaciones, utilizando esta tesis como libro de consulta.

I. ANTECEDENTES

Se proyecta la construcción de la bodega Comercial Mexicana San Juan de Aragón en un predio ubicado en la Av. San Juan de Aragón No. 617, esquina con la calle Puerto Córdiz, en la colonia Héroos de Chapultepec, Delegación Cuatro A. Madero, D.F. En la figura 1 se muestra la localización del predio de interés.

El proyecto arquitectónico contempla la construcción de una estructura de un nivel y doble altura, y un estacionamiento por superficie con pavimento de adoqueto. La bodega estará estructurada por medio de columnas de concreto armado, muros perimetrales y una cubierta metálica ligera, con distancia máxima entre ejes de 10 y 25 m en el sentido longitudinal y transversal respectivamente. En la figura 2 y 3 se presentan la distribución de columnas y las cargas que soportarán a nivel de cimentación.

Debido a que el nivel de terreno actual se encuentra por debajo del nivel de banquetta se proyecta la colocación de una plataforma de materiales controlados que permita sobreelevar el nivel de piso terminado de la tienda 0.30 m sobre el nivel de banquetta actual, y 0.15 m el de los pavimentos.

Con objeto de determinar el tipo de cimentación más apropiado para la estructura proyectada, así como diseñar el pavimento del estacionamiento, se llevó a cabo un estudio de recursos de suelos, consistente en muestreo y exploración del subsuelo, pruebas de laboratorio y análisis de resultados.

En este informe se describen los trabajos realizados, se reportan los resultados obtenidos y se consiguen las recomendaciones para diseño y construcción de la alternativa de cimentación que se juzga más adecuada para las estructuras proyectadas. Además se proporciona la sección estructural del pavimento de adoqueto para el estacionamiento y las recomendaciones necesarias para su construcción.

II. MUESTREO Y EXPLORACION DEL SUBSUELO

Para conocer las características estratigráficas y físicas de los materiales del subsuelo en el sitio de interés se realizaron tres sondeos, de tipo mixto denominados SM-1, SM-2 y SM-3; el sondeo SM-2 se realizó a 30 m de profundidad y los otros sondeos se efectuaron a 21 m de profundidad, con la ubicación que se muestra en la figura 4.

El sondeo mixto se realizó combinando el muestreo inalterado utilizando el muestreador shelby, con el muestreo alterado mediante la realización de la prueba de penetración estándar. El muestreador shelby es un tubo de pared delgada, de 10 cm de diámetro y 1 m de longitud, con el extremo inferior afilado, y unido por el superior a un cabezal con una válvula que permite el alivio de presión durante el hincado y que se cierra durante la extracción; se hincan a presión 60 cm, con velocidad constante, dejando una longitud de 10 cm donde se alojan los análisis que pudieran tenerse en el fondo de la perforación.

La prueba de penetración estándar consiste en hincar 60 cm el penetrómetro estándar, de 3.5 cm de diámetro interior, por medio de golpes que le proporciona un martinete de 63.5 kg, que cae desde una altura de 76 cm; el índice de resistencia a la penetración de los materiales atravesados, se mide contando el número de golpes necesarios para avanzar los 30 cm intermedios.

Las características estratigráficas de los depósitos superficiales del subsuelo se determinaron mediante la excavación de ocho pozos a cielo abierto a profundidades variables entre 1 y 3 m de profundidad, denominados PCA-1 a PCA-8, de los cuales se obtuvieron muestras cúbicas inalteradas de los materiales representativos y se registró la estratigrafía de las paredes mediante técnicas de clasificación de campo.

La localización en planta de los sitios donde se efectuaron los muestreos y los pozos - a cielo abierto dentro del predio se muestra en la figura 4.

III. PRUEBAS DE LABORATORIO

En las muestras representativas alteradas, obtenidas mediante la prueba de penetración estándar se hicieron las siguientes pruebas de laboratorio:

- . clasificación visual y al tacto, en estado húmedo y seco
- . contenido natural de agua
- . análisis granulométrico mediante nubes
- . densidad de sólidos

A las muestras inalteradas obtenidas con el muestreador tubo Shelby y las muestras cúbicas inalteradas labradas de los pozos a cielo abierto, además de las anteriores - - pruebas se hicieron:

- . compresión axial no confinada
- . compresión triaxial no consolidada-no drenada
- . peso volumétrico natural
- . consolidación unidimensional.

En las muestras cúbicas inalteradas de la superficie se hicieron las siguientes pruebas:

- . clasificación visual y al tacto, en estado seco y húmedo
- . contenido natural de agua
- . contracción lineal
- . valor relativo de soporte en estado natural (CRR)

- valor relativo de soporte en estado recompatado
- compactación próctor

Las pruebas de laboratorio se realizaron siguiendo las especificaciones establecidas en el Manual de Laboratorio de la S.A.R.H.

En las figuras 5 a 7 se presentan los perfiles estratigráficos de los moneos mixtos, con los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas en las muestras alteradas e inalteradas, incluyendo además el índice de resistencia a la penetración estándar en las profundidades en las que el muestreo se efectuó aplicando este procedimiento.

En las figuras 8 a 15 se presenta la estratigrafía de las paredes de los pozos a cielo abierto excavados y los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas a las muestras cúbicas extraídas.

Las curvas granulométricas de algunos materiales arenosos, cribados en un juego de mallas se han dibujado en las figuras 16 a 21.

La ley de resistencia de los materiales definida como la envolvente de los círculos de Mohr correspondientes a los estados de esfuerzo máximo determinados en las pruebas de compresión triaxial no consolidada - no drenada, se presentan en las figuras 22 a 30 .

Las curvas de compresibilidad resultantes de las pruebas de consolidación unidimensional se muestran en las figuras 31 a 40.

IV. CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRAFICAS Y FISICAS DEL SUBSUELO

El predio de interés se ubica en la Zona de Lago, que tiene las siguientes formaciones:

- a) Manto Superficial: compuesto por depósitos arena-arcillosos o limosos, y rellenos artificiales con espesor variable entre 1.2 y 1.6 m.
- b) Formación Arcillosa Superior: esta constituida por arcilla bentonítica de alta - compresibilidad, de variados colores, de consistencia variable entre blanda y media, con espesor medio de 32 m; conteniendo lentes de arenas delgadas e intercaladas aleatoriamente.
- c) Capa Dura: esta constituida por los suelos limo-arcillosos compactos o rígidos - cementados con carbonato de calcio con espesor medio de 3 m.
- d) Formación Arcillosa Inferior: compuesta por arcilla volcánica semejante a la - Formación Arcillosa Superior, pero más resistente, con espesor de 10 m.
- e) Depósitos Profundos: depósitos de arena con grava separados por estratos de limo o arcilla arenosa.

La superficie del terreno en el sitio de interés es horizontal y sobre él se encuentran algunas construcciones de un nivel y doble altura, las cuales alojan algunos cajones de cimentación desplazados a profundidades variables entre 1.2 y 1.6 m de - - profundidad, sobre los que se apoyaban equipos industriales.

Las características estratigráficas y físicas del subsuelo en el sitio de interés en - forma general tienen la siguiente secuencia:

Inicialmente entre la superficie y 0.30 m de profundidad se tienen materiales de relleno constituidos por arena limosa con escoria desperdicio de metales, en estado muy compacto, excepto en las áreas con construcciones las cuales tienen un firme de concreto de 5 cm de espesor. Subyaciendo a esta capa superficial y hasta una profundidad media de 1.5 m se tiene arcilla lila arenosa fina, gris oscura, con contenido de agua media 32%, de consistencia firme, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) variable entre 11 y 16 golpes.

Entre 1.5 a 4.7 m de profundidad, se encuentra arcilla limosa, gris verdosa, con fósiles calcáreos y contenido de agua medio de 170%, de consistencia variable entre blanda y firme, el índice de resistencia a la penetración estándar es variable entre 3 y 12 golpes; en este estrato existe la intercalación una capa de arena arcillosa con fósiles entre 3.3 y 3.8 m de profundidad, con contenido de agua medio 170%, de resistencia a la penetración estándar (IRPE) es de 3 golpes. A continuación entre 4.2 y 12.5 m de profundidad, existe arcilla, café rojiza y verdosa, con fósiles calcáreos, contenido de agua medio de 190%, de consistencia blanda, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) variable entre 2 y 9 golpes.

Subyaciendo a la capa anterior entre 12.5 y 17.5 m, se tiene arcilla, café rojiza, con contenido de agua media 400%, de consistencia variable entre muy blanda y firme, índice de resistencia a la penetración estándar variable entre 1 y 10 golpes. A continuación entre 17.5 y 31.8 m de profundidad, se tiene arcilla, gris verdosa, de consistencia blanda, índice de resistencia a la penetración estándar variable entre 1 y 5 golpes.

La estratigrafía detallada de cada uno de los sondeos se describe a continuación:

Profundidad

Descripción

(m)

0.0 - 0.6

Rellenos constituidos por arena limosa, con gravas y escoria de fundición café, con contenido de agua medio de 19%, de compactación media, e índice medio de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 21 golpes; constituido granulométricamente por 2% de arena y 98% de finos; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo CL; densidad de sólidos medio de 2.45

Profundidad

Descripción

(m)

0.6 - 5.0

Arcilla limo-arenosa, con conchillas, gris obscuro verdoso, con contenido de agua variable entre 40 y 270%, de consistencia variable entre blanda y firme, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) variable entre 1 y 19 golpes; de límite líquido igual a 152% y límite plástico de 41%, en su procién fina; constituido granulométricamente por 30% de arena y 70% de finos; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo CH; con cohesión de 3.6 ton/m², ángulo de fricción interna de 3° y peso volumétrico de 1.2 ton/m³, determi-

nados en pruebas triaxiales rápidas UU - no consolidadas - no drenadas; densidad de sólidos medio de 2.31.

5.0 - 13.0

Arcilla, café clara, con algunas intercalaciones de vetas de arena, con contenido de agua, variable entre 220 y 435% de consistencia blanda, índice medio de resistencia a la penetración estándar - (IRPE) de un golpe; de límite líquido - igual a 43% y límite plástico de 7%, en su porción fina; constituido granulométricamente por 4% de arena y 96% de finos; de acuerdo al SCS pertenece al grupo Cl; con cohesión de 2.0 ton/m², y peso volumétrico de 1.18 ton/m³, determinados en pruebas de compresión simple; densidad de sólidos medio de 2.47.

Profundidad
(m)

13.0 - 16.5

Descripción

Arcilla, café rojiza y gris verdosa, — con contenido de agua variable entre — 375 y 430%, de consistencia blanda, índice medio de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 2 golpes; de límite líquido igual a 43% y límite plástico de 5%, en su porción fina; constituido de granulométricamente por 4% de

arena y 56% de finos; de acuerdo al —
SUCS pertenece al grupo CH; con cohe-
sión de 1.2 ton/m², y peso volumétrico
de 1.15 ton/m³, determinados en pruebas
de compresión simple; densidad de sólidos
medio de 2.35.

16.5 - 20.0

Arcilla, gris verdosa, con fósiles, con
contenido de agua variable entre 25% y
42%; de consistencia blanda, índice me-
dio de resistencia a la penetración es-
tándar (IPPE) de 3 golpes; de límite li-
quido igual a 41% y límite plástico de
10%, en su porción fina; constituido —
granulométricamente por 5% de arena y —
55% de finos; de acuerdo al SUCS pertene-
ce al grupo CH, con cohesión de 1.7 —
ton/m², y peso volumétrico de 1.15 —
ton/m³, determinados en pruebas de com-
presión simple; densidad de sólidos me-
dio de 2.30.

SONDEO MIXTO S6-2

Profundidad
(m)

Descripción

0.0 - 0.6

Rellenos constituidos por arcilla limo-
sa poco arenosa, con gravas y desperdi-
cio de fundición, gris oscuro, con con-
tenido de agua medio de 35%, de consis-
tencia firme, índice medio de resis-
tencia a la penetración estándar (IPPE) de
12 golpes, constituido granulométrico—

mente por 15% de arena y 85% de finos; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo - CL; densidad de sólidos medio de 2.49.

0.6 - 4.5

Arcilla limosa, poco arenosa con fósiles calcáreos, gris oscuro y verdoso, con contenido de agua medio de 160%, de consistencia variable entre blanda y firme, índice medio de resistencia a la penetración estándar variable entre 3 y 16 golpes; de límite líquido igual a 192% y límite plástico de 42%, en su porción fina; constituido granulométricamente por 4% de arena y 96% de finos; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo - CH; con cohesión de 3.5 ton/m², ángulo de fricción interna de 15°, y peso volú métrico de 1.3 ton/m³, determinadas en pruebas triaxiales rápidas UU no consolidadas-no drenadas; densidad de sólidos medio de 2.41.

Profundidad
(m)

4.5 - 12.5

Descripción

Arcilla con fósiles calcáreos, café rojizo claro y gris verdoso, con contenido de agua medio de 400%, de consistencia blanda, índice medio de resistencia a la penetración estándar (IPPE) de 3 - golpes; de límite líquido igual a 462% y límite plástico de 64%, en su porción fina; constituido granulométricamente por 0% de gravas, 23% de arena y 77% de finos; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo CH; con cohesión de 1.5 ton/m², -

12.5 - 17.0

y peso volumétrico de 1.2 ton/m³, determinados en pruebas de compresión simple; densidad de sólidos medio de 2.47.

Arcilla, gris verdosa, con contenido de agua medio de 400%, de consistencia variable entre blanda y media, índice de resistencia a la penetración variable entre 1 y 10 golpes; de límite líquido igual a 47% y límite plástico de 60%, en su porción fina; constituido granulométricamente por 2% de arena y 98% de finos; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo CH; con cohesión de 1.1 ton/m², ángulo de fricción interna de 0° y peso volumétrico de 1.15 ton/m³, determinados en pruebas de compresión simple; densidad de sólidos medio de 2.19.

Profundidad

(m)

17.0 - 20.0

Descripción

Arcilla poco arenosa, con fósiles calcáreos, gris verdosa, con contenido de agua medio de 350% de consistencia blanda, índice medio de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de un golpe; de límite líquido igual a 40% y límite plástico de 7%, en su porción fina; constituido granulométricamente por 20% de arena y 70% de finos; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo CH; con cohesión de 2.5 ton/m², ángulo de fricción

Intervalo de 0^o, y peso volumétrico de - 1.15 ton/m³, determinados en pruebas de compresión simple; densidad de sólidos medio de 2.23.

20.0 - 24.0

Arcilla plástica, gris verdosa, con contenido de agua medio de 36.0%, de consistencia blanda, índice medio de resistencia a la penetración estándar (LPS) de 2 golpes; de líquido igual a 36.2% y límite plástico de 60%, en su porción fina; constituido granulométricamente por 7% de arena y 93% de finos; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo CH; con consistencia de 3.5 ton/m³, y peso volumétrico de 1.15 ton/m³, determinados en pruebas de compresión simple; densidad de sólidos medio de 2.33.

Profundidad
(m)

24.0 - 26.5

Descripción

Arcilla plástica, gris verdosa, con contenido de agua medio de 36.0%, de consistencia blanda, índice medio de resistencia a la penetración estándar (LPS) de 3 golpes; de límite líquido igual a 36.0% y límite plástico de 65%, en su porción fina; constituido granulométricamente por 3% de arena y 97% de finos;

de acuerdo al SUCS pertenece al grupo -
GH; con cohesión de 2.2 ton/m², ángulo -
de fricción interna de 0° y peso volu-
métrico de 1.2 ton/m³, determinados en -
pruebas de compresión simple; densidad
de sólidos medio de 2.26.

26.5 - 31.5

Arcilla plástica, gris verdosa y café ro-
jiza, con conchillas aisladas, con conte-
nido de agua medio de 390%, de consisten-
cia blanda, índice medio de resistencia
a la penetración estándar (ISPT) de dos
golpes; de límite líquido igual a 370% y
límite plástico de 60%, en su porción fi-
na; constituido granulométricamente por
2% de arena y 98% de finos; de acuerdo -
al SUCS pertenece al grupo GH; con cohe-
sión de 1.1 ton/m², y peso volumétrico -
de 1.15 ton/m³, determinados en pruebas
de compresión simple; densidad de sólidos
medio de 2.18.

SONDEO NÚMERO SM-3

P r o f u n d i d a d
(m)

D e s c r i p c i ó n

0.0 - 0.7

Rellenos constituidos por arcilla limosa
poco arenosa con gravas y escoria de fun-
dición, café claro, con contenido de —

0.7 - 3.0

agua medio de 50%, de consistencia dura; índice medio de resistencia a la penetración estándar (ISPT) de 21 golpes; constituido granulométricamente por 20% de arena y 80% de finos; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo CL; densidad de sólidos medio de 2.38.

Arcilla poco arenosa, con fósiles calcáreos, gris verdosa, con contenido de agua variable entre 50 y 75%, de consistencia variable entre blanda y muy firme, índice medio de resistencia a la penetración estándar variable entre 1 y 24 golpes; de límite líquido igual a 112% y límite plástico de 49%, en su porción fina; constituido granulométricamente por 15% de arena y 85% de finos; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo CH; con cohesión de 6 ton/m², ángulo de fricción interna de 17°, y peso volumétrico de 1.4 ton/m³, determinados en pruebas triaxiales rápidas UU no consolidado-no drenadas; densidad de sólidos medio de 2.38.

P r o f u n d i d a d

(m)

3.0 - 8.5

D e s c r i p c i ó n

Arcilla con fósiles calcáreos y vetas -
pequeñas de arena fina, gris y café ver-
dosa, con contenido de agua variable -
entre 170 y 370%, de consistencia blanda,
índice medio de resistencia a la pe-
netración estándar (IPSE) de un golpe;
de límite líquido igual a 400% y límite
plástico de 60%, en su porción fina; -
constituida granulométricamente por 1%
de arena y 99% de finos; de acuerdo al
SUCS pertenece al grupo CH; con cohe-
sión de 2.2 ton/m², ángulo de fricción
interna de 13° , y peso volúmetrico de
1.25 ton/m³, determinados en pruebas -
triaxiales rápidas UU no consolidadas -
no drenadas; densidad de sólidos medio
de 2.41.

8.5 - 14.0

Arcilla plástica, gris variable, con fós-
iles calcáreos e intercalación de algu-
nas vetas de arena, con contenido de -
agua medio de 400%, de consistencia - -
blanda, índice medio de resistencia a -
la penetración estándar (IPSE) de dos -
golpes; de límite líquido igual a 431%
y límite plástico de 76%, en su porción
fina; constituido granulométricamente -
por 1% de arena y 99% de finos; de -
acuerdo al SUCS pertenece al grupo CH;
con cohesión de 2.2 ton/m², y peso volu

métrico de 1.2 ton/m3, determinados en pruebas de compresión simple; densidad de sólidos medio de 2.14.

Profundidad

(m)

14.0 - 20.0

Descripción

Arcilla plástica, gris ventosa, con 16% de los calcáreos, con contenido de agua variable entre 20% y 25%, de consistencia blanda índice medio de resistencia a la penetración entre 1000 y 1200, de un pedregal de límite líquido igual a 20% y límite plástico de 4%, en su porción fina es constituido aproximadamente por 10% de arena y 90% de finos; de acuerdo al SCS pertenece al grupo CL, en promedio de 2.0 ton/m3, y peso volumétrico de 1.19 ton/m3, determinados en pruebas de compresión simple; densidad de sólidos medio de 2.14.

El nivel de agua freática se detectó a 2.0 m de profundidad con respecto al nivel de la superficie actual del terreno, en la zona en que se realizó la exploración. De acuerdo a datos obtenidos de estudios realizados al medio de interés se tienen asentamientos piezométricos a partir de 10 m de profundidad y en la figura 4 se muestra el diagrama de presiones efectivas del subsuelo.

V. ANALISIS DE CONSOLIDACION

Considerando las características geotécnicas y físicas del subsuelo en particular que el monto superficial es de menor muy reducido y asociado a este monto se —

tiene la formación arcillosa superior, la cual tiene contenidos de agua variables entre 60 y 450% y teniendo en cuenta su baja resistencia a la penetración estándar, así como sus condiciones de preconsolidación, se ve limitada la capacidad de carga admisible para cimentaciones superficial a una presión del orden de 6.5 ton/m², que por otra parte deben de corresponder a elementos de cimentación de dimensiones adecuadas, tales que los incrementos de esfuerzos transmitidos al nivel en que se encuentra la formación arcillosa de alta compresibilidad den lugar a asentamientos admisibles y los correspondientes a los proyectos arquitectónicos y estructurales se juzga que las alternativas para la tienda de autoservicio las columnas perimetrales estarán cimentadas por zapatas corridas, las columnas centrales serán resacas a base de zapatas aisladas rigidizadas con traveses en el sentido longitudinal. (Ver fig. 40.3).

Las zapatas se desplazarán a 1.2 m de profundidad con respecto al nivel de la superficie actual del terreno diseñadas para una capacidad de carga admisible de 6.5 ton/m².

A continuación se presentan los resultados de los análisis de la cimentación elegida.

5.1 Capacidad de carga de las zapatas.

La capacidad de carga de los materiales de apoyo de las zapatas, se calculó considerando que los materiales del subsuelo afectados por la superficie potencial de falla son predominantemente cohesivos y aplicando el criterio establecido en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, dado por la siguiente expresión:

$$Q_n = C_n \cdot F_R \cdot P_v$$

donde:

c : cohesión del material de apoyo, en ton/m²

Nc: coeficiente de capacidad de carga, adimensional y dado por la siguiente fórmula:

$$Nc = 5.14 (1 + 0.25 Df/B + 0.25 B/L)$$

siendo:

Df: Profundidad de desplante de la cimentación, en m

B : ancho del cimiento, en m

L : largo del cimiento, en m

F_R: factor de reducción de la resistencia

P_v: presión vertical total a la profundidad de desplante por peso propio del suelo, en ton/m²

Q_n: capacidad de carga admisible

Considerando una cohesión de 1.35 ton/m², y un peso volumétrico de 1.45 ton/m² (obtenidos de la prueba triaxial no consolidada-no drenada, realizada en los materiales de apoyo) y nivel de desplante de 1.2 m, se obtuvo una capacidad de carga admisible de los materiales de apoyo de las zapatas en condiciones estáticas de 6.5 ton/m².

5.2 Dimensionamiento de las zapatas

Para el dimensionamiento de las zapatas se deberá considerar que el Reglamento de Construcciones indica tomar la carga que resulta mayor de las siguientes condiciones:

- Condiciones estáticas, que considere la combinación de cargas permanentes más — carga viva con intensidad máxima más el peso de la cimentación, afectada de un factor de carga de 1.4.
- Condiciones dinámicas, que considere la combinación de cargas permanentes más — carga viva con intensidad instantánea y acción accidental más crítica (incremento de carga provocada por el momento de volteo debido al sismo), afectada por — un factor de carga de 1.1.

En el caso de combinación de cargas (es particular las que incluyen sollicitaciones sísmicas) que den lugar a excentricidades actuando a una distancia "e" del eje — centroidal del cimiento, el ancho efectivo de éste, deberá considerarse igual a:

$$B' = B - 2e$$

donde:

- B': ancho reducido, en m
- B : ancho de la zapata, en m
- e : excentricidad con respecto al centroide del área de cimentación

Una vez dimensionadas las zapatas se hará la revisión de los estados límite de — falla que indica el Reglamento de Construcciones, con el siguiente procedimiento:

5.3 Estado límite de falla .

Una cimentación será segura si cumple la revisión del estado límite de falla en — condiciones estáticas y dinámicas satisfaciendo las siguientes desigualdades:

5.3.1 Estado límite de falla en condiciones estáticas.

Considerando la combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad máxima, más el peso de la cimentación, afectadas por un factor de 1.4, — una vez dimensionadas las zapatas, deberá verificarse que la desigualdad siguiente se satisfaga:

$$\sum \frac{Q F_c}{A} < R F_R$$

donde:

- Q : combinación de cargas permanentes (incluyendo el peso de la cimentación) más cargas vivas con intensidad máxima.
- F_c : factor de carga, adimensional e igual a 1.4
- R : capacidad de carga del suelo de apoyo, para las zapatas es igual a 6.5 ton/m²
- A : área de apoyo de la zapata de cimentación, en m²
- F_R : factor de resistencia, adimensional e igual a 0.7 .

Considerando las dimensiones de las zapatas y las cargas enviadas por el estructurista la desigualdad se cumple.

5.3.2 Estado límite de falla en condiciones dinámicas

Considerando la combinación de cargas permanentes, cargas vivas con intensidad instantánea, acción accidental más crítica (sismo) más el peso de la cimentación, afectadas por un factor de carga de 1.1, deberá comprobarse que la desigualdad siguiente se satisfaga:

$$\sum \frac{Q F_c}{A} < R F_R$$

donde:

ΣQ : combinación de cargas permanentes (incluyendo el peso de la cimentación) más cargas vivas con intensidad instantánea y acción accidental más crítica (incremento de carga provocada por el remonto de volteo debida a sismo).

Fc: factor de carga, adimensional de igual a 1.1

R: capacidad de carga del suelo de apoyo, para los zapatas es igual a - 6.5 ton/m².

A: área de la base de la cimentación.

Considerando las dimensiones de las zapatas y las cargas enviadas por el estructurista la desigualdad se cumple.

5.4 Estado límite de servicio

La revisión del estado límite de servicio correspondiente al cálculo de los asentamientos, se realizó considerando que la deformación que sufrirán los materiales del subsuelo será por la consolidación de los depósitos arcillosos.

Los asentamientos que sufrirá la estructura se calcularon considerando la combinación de cargas permanentes más cargas vivas con intensidad media, más el peso de la cimentación aplicando un incremento de carga neta al subsuelo de 4.65 ton/m². Más el peso del relleno ligero y controlado que se proyecta colocar por debajo de las áreas que ocuparán la tienda y el estacionamiento con objeto de alcanzar el nivel de piso terminado de proyecto. Para el cálculo se utilizó un programa de computadora que determina primeramente el incremento de esfuerzos verticales provocados por la sobrecarga según el criterio de Boussinesq, y en base a éstos los asentamientos, tomando en cuenta el diagrama de presiones efectivas y las curvas de compresibilidad de los estratos arcillosos afectados por la sobrecarga aplicada.

En la figura 42 se presentan los resultados obtenidos, suponiendo que la cimentación es flexible, observándose que son admisibles tanto en su magnitud total como diferencial.

En el anexo I se presenta el listado de los parámetros del suelo, la geometría de la cimentación y los hundimientos calculados por la computadora para los puntos requeridos.

VI. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Dado que el nivel de piso terminado de la tienda y del estacionamiento serán casi semejantes al de piso de pavimento de Av. San Juan de Aruzón, será necesario colocar una plataforma de materiales ligeros controlados constituidos por tezonite y tepatete con espesores variables de 40 y 65 cm, con las especificaciones que se mencionan en el anexo II y con el objeto de reducir los asentamientos.

La secuencia que se propone para la construcción y control de terracería es la siguiente:

1. Se despalmará la superficie completa, dentro del área en que se efectuará el movimiento de tierras a una profundidad de 10 cm. El material producto del despalme que contenga materia orgánica se retirará del área al lugar indicado por la dirección de obra.
2. En las áreas en las que se vaya a colocar el terrapién, antes de su construcción se deberán escarificar la superficie del terreno natural hasta una profundidad de 10 cm, compactándola al 90% próctor estándar.
3. Todas las referencias topográficas existentes en el lugar se respetarán durante la construcción, tales como: alineamientos, niveles, señalamientos, etc., reponiéndose en caso de que se dañen o alteren.

4. El material importado para la construcción de rellenos ligeros podrán ser mezclas de gravas, arenas y material fino (tepetate) con tezontle en una proporción 30-70% en peso y el tepetate deberá satisfacer las siguientes especificaciones:

Límite líquido	40% máximo
Índice plástico	20% máximo
Contracción lineal	5% máximo
Valor relativo de soporte (CRR)	10% mínimo
Contenido de agua óptimo	30% máximo
Peso volumétrico seco máximo	1.3 ton/m3 mínimo

5. Los materiales con los que se construirán las plataformas se desagregarán hasta el grado de no presentar grumos o terrones y se mezclarán en forma mecánica hasta obtener una revoltura homogénea en su constitución y granulometría.
6. Los materiales que constituirán los terraplenes ya mezclados y con el contenido de agua óptimo, previamente determinado en el laboratorio, se colocarán en capas de 20 cm de espesor, como máximo compactadas al 98% de su peso volumétrico seco máximo según la prueba próctor estándar, hasta alcanzar el nivel del lecho inferior de la losa de piso del nivel inferior empleando rodillo vibratorio o su equivalente.
7. Se deberán efectuar pruebas de compactación en las capas compactadas para verificar el porcentaje de compactación alcanzando en la construcción. Se recomienda hacer una prueba de consistencia en una celda volumétrica, por cada 50 m3 de material compactado.
8. Para el control de compactación, se recomienda que desde las primeras capas tendidas se desarrolle un terraplen de prueba, para definir el número de pasadas óptimo con el equipo elegido.

El proceso de compactación será controlado por el laboratorio de mecánica de suelos, usando la expresión:

$$\% \text{ de compactación} = \frac{\gamma \text{ d sitio}}{\gamma \text{ d óptimo}} \times 100$$

requiriéndose como mínimo el 90%

- Una vez alcanzado el nivel de lecho interior de planta baja se efectuarán las excavaciones que alojarán las zapatas y traves de cimentación. Deberá preverse la existencia de un muro perimetral que confiere las plataformas.

En el caso de que alguna zapata quedará desplazada sobre alguna de las cimentaciones antiguas, esta última deberá demolerse en su totalidad hasta el material natural y a partir de este nivel colocar relleno hasta el nivel de desplante de las zapatas en capas de 20 cm con las especificaciones antes mencionadas y compactadas al 95% de su peso volumétrico seco máximo según la prueba próctor estándar.

- Una vez construida la cimentación y colocado el relleno ligero controlado en su totalidad se procederá a construir la losa de piso de la tienda con las especificaciones y recomendaciones establecidas en el anexo III.

VII DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RIGIDO

7.1 DISEÑO PISO DE LA TIENDA DE TIPO RIGIDO

El diseño de la losa de piso de la tienda de autoservicio se determinó en función de la carga máxima aplicada por los montacargas ligeros manuales, que circularán por él, y de los esfuerzos aplicados por los racks con mercancía almacenada y estibada para su venta, por el módulo de ruptura del concreto y el módulo de reacción de la subestructura del material de apoyo, determinándose en función de estos parámetros una losa cuya vida útil corresponde a la usualmente establecida para estructuras de concreto,

siempre y cuando se tenga un mantenimiento adecuado de los materiales que sellan las juntas entre losas y que no se permitan la circulación de cargas de mayor peso al de diseño, considerando lo anterior se obtuvo un espesor de losa 12 cm, que se construirá dejando tableros de 5 x 5 m, entre juntas de construcción o de contracción, para su construcción será necesario colocar una plataforma de materiales ligeros constituida por una mezcla de terronillo-tepetate en una proporción 70-30%, en peso, para alcanzar el lado inferior del nivel de piso de proyecto. En el anexo II se presenta las especificaciones constructivas de los rellenos y en el anexo III se establecen las especificaciones constructivas de los pisos.

7.2 DISEÑO DE PAVIMENTO DE TIPO FLEXIBLE CON SUPERFICIE DE RODAMIENTO DE ADEQUATO.

El diseño de pavimentos adecuados se realiza en forma similar a los pavimentos flexibles, para la cual se considerará el adecuado exclusivamente como superficie de rodamiento.

Dicho diseño se basa en el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM para un período de vida útil de veinte años, considerando que la superficie del terreno natural es horizontal y que los depósitos superficiales del muestreo son materiales cohesivos y homogéneos en toda el área, sobre los que se colocará una plataforma de materiales de relleno ligero y controlado (ver anexo II), de tal manera que el nivel de piso terminado del pavimento de estacionamiento sea semejante al de piso de pavimento de Av. San Juan de Aragón, es decir, 0.15 m sobre el nivel de banquetas.

Los materiales que constituyen los depósitos superficiales son arcillas poco arenosas, de color café, con distintas tonalidades, con contenido de agua de 32%, valor relativo de soporte en estado natural promedio de 2%, y en especímenes recompactados al 90% de su peso volumétrico solo máximo PVMN obtenido de la prueba próctor estándar de 4.9% y recompactados al 99% de su PVMN de 8.4%.

Considerando los datos anteriores se obtuvo la siguiente sección de pavimento; como se indica en la figura 45.

La construcción del pavimento de adoquero requiere como base de apoyo una carpeta de concreto asfáltico de 3 cm de espesor, encima de la cual se coloca una cama de arena de 3 a 5 cm de espesor y posteriormente el adoquero, resultando el espesor total del pavimento que se muestra en la figura 45 y distribuido en la siguiente forma:

- a) 3 cm de carpeta asfáltica
- b) 12 cm de base de grava cementada controlada.
- c) el faltante para el espesor total requerido se convertirá con material de sub-base mezcla de tezontle-tepetate (70-30% en peso) que se colocará en capas no mayores de 20 cm compactadas al 95% de su P.M.M. teórico.

Para la construcción del pavimento será necesario un despalme en donde se elimine todo el material de la capa de suelo vegetal. Como la diferencia entre el nivel de piso terminado de proyecto del pavimento y el nivel de terreno una vez despalmeado será mayor al espesor total del pavimento, será necesario la construcción de un terraplén ligero y, dependiendo de su espesor, la sección estructural del pavimento será la -- que se muestra en la figura 45.

ANEXO I

RESULTADOS DEL CALCULO DE ASENTAMIENTOS				PUNTO 1		
ESTRATO	PROFUNDIDAD	Eo	Pe	Pe	ESFUERZO	ASENTAMIENTO
No.	(m)	(AD)	(Ton/m ²)	(Ton/m ²)	(Ton/m ²)	(m)
1	0.80	1.09	1.25	9.50	0.092	0.00071
2	2.10	3.62	3.10	9.00	4.318	0.01312
3	2.80	5.32	3.30	8.80	3.195	0.00484
4	3.60	4.11	3.50	8.50	2.257	0.00364
5	5.00	9.18	3.80	8.00	1.809	0.01098
6	6.10	6.64	3.95	7.70	1.681	0.00289
7	7.70	9.66	4.15	7.00	0.816	0.01027
8	9.30	6.28	4.40	6.25	0.696	0.00156
9	10.85	9.18	4.55	6.00	0.572	0.00644
10	12.30	6.04	4.80	6.20	0.510	0.00075
11	13.95	10.39	5.00	6.40	0.456	0.00452
12	15.05	6.04	5.25	6.50	0.427	0.00072
13	16.15	10.87	5.75	7.00	0.403	0.00245
14	17.50	7.00	6.50	7.50	0.377	0.00116
15	18.50	9.90	7.40	8.00	0.360	0.00104
16	19.85	8.94	8.70	10.00	0.340	0.00142
17	20.90	2.17	9.90	11.50	0.326	0.00014
18	23.55	8.94	13.75	15.25	0.296	0.00228
19	26.25	2.98	19.00	20.00	0.271	0.00008
20	29.00	9.42	24.00	24.00	0.249	0.01443

RESULTADOS DEL CALCULO DE ASENTAMIENTOS				PUNTO 2		
ESTRATO	PROFUNDIDAD	Eo	Pe	Pe	ESFUERZO	ASENTAMIENTO
No	(m)	(AD)	(Ton/m ²)	(Ton/m ²)	(Ton/m ²)	(m)
1	0.80	1.09	1.25	9.50	0.536	0.00356
2	2.10	3.62	3.10	9.00	3.167	0.01059
3	2.80	5.32	3.30	8.80	2.184	0.00663
4	3.60	4.11	3.50	8.50	1.677	0.00759
5	5.00	9.18	3.80	8.00	1.280	0.01010
6	6.10	6.64	3.95	7.70	1.103	0.00294
7	7.70	9.66	4.15	7.00	0.919	0.01144
8	9.30	6.28	4.40	6.25	0.783	0.00182
9	10.85	9.18	4.55	6.00	0.683	0.00760
10	12.30	6.04	4.80	6.20	0.609	0.00088
11	13.95	10.39	5.00	6.40	0.542	0.00532
12	15.05	6.04	5.25	6.50	0.505	0.00085
13	16.15	10.87	5.75	7.00	0.473	0.00310
14	17.50	7.00	6.50	7.50	0.439	0.00135
15	18.50	9.90	7.40	8.00	0.417	0.00120
16	19.85	8.94	8.70	10.00	0.391	0.00163
17	20.90	2.17	9.90	11.85	0.373	0.00016
18	23.55	8.94	13.75	15.25	0.334	0.00257
19	26.25	2.98	19.00	20.00	0.301	0.00009
20	29.00	9.42	24.00	24.00	0.274	0.01586

RESULTADOS DEL CALCULO DE ASENTAMIENTOS PUNTO 3

ESTRATO No.	PROFUNDIDAD (m)	Eo (AD)	Pe (Ton/m ²)	Pc (Ton/m ²)	ESFUERZO (Ton/m ²)	ASENTAMIENTO (m)
1	0.80	1.09	1.25	9.50	0.662	0.00048
2	2.10	3.62	3.10	9.00	4.504	0.01350
3	2.80	5.32	3.30	8.80	3.547	0.00522
4	3.60	4.11	3.50	8.50	2.624	0.01084
5	5.00	9.18	3.80	8.00	1.700	0.01287
6	6.10	6.64	3.95	7.70	1.324	0.00345
7	7.70	9.66	4.15	7.00	1.017	0.01253
8	9.30	6.28	4.40	6.25	0.839	0.00194
9	10.85	9.18	4.55	6.00	0.721	0.00305
10	12.30	6.04	4.80	6.20	0.647	0.00094
11	13.95	10.39	5.00	6.40	0.575	0.00566
12	15.05	6.04	5.25	6.50	0.540	0.00031
13	16.15	10.87	5.75	7.00	0.505	0.00331
14	17.50	7.00	6.50	7.50	0.479	0.00144
15	18.50	9.90	7.40	8.00	0.457	0.00124
16	19.85	8.94	8.70	10.00	0.418	0.00174
17	20.90	2.17	9.90	11.50	0.369	0.00017
18	23.55	8.94	13.75	15.25	0.256	0.00273
19	26.25	2.98	19.00	20.00	0.170	0.00010
20	29.00	9.42	24.00	24.00	0.100	0.01674
						<u>0.10350</u>

RESULTADOS DEL CALCULO DE ASENTAMIENTOS PUNTO 4

ESTRATO No.	PROFUNDIDAD (m)	Eo (AD)	Pe (Ton/m ²)	Pc (Ton/m ²)	ESFUERZO (Ton/m ²)	ASENTAMIENTO (m)
1	0.80	1.09	1.25	9.50	0.253	0.00210
2	2.10	3.62	3.10	9.00	3.880	0.01221
3	2.80	5.32	3.30	8.80	2.966	0.00458
4	3.60	4.11	3.50	8.50	2.247	0.00661
5	5.00	9.18	3.80	8.00	1.501	0.01159
6	6.10	6.64	3.95	7.70	1.173	0.00310
7	7.70	9.66	4.15	7.00	0.864	0.01115
8	9.30	6.28	4.40	6.25	0.730	0.00170
9	10.85	9.18	4.55	6.00	0.628	0.00703
10	12.30	6.04	4.80	6.20	0.569	0.00082
11	13.95	10.39	5.00	6.40	0.500	0.00493
12	15.05	6.04	5.25	6.50	0.468	0.00079
13	16.15	10.87	5.75	7.00	0.441	0.00289
14	17.50	7.00	6.50	7.50	0.412	0.00127
15	18.50	9.90	7.40	8.00	0.393	0.00113
16	19.85	8.94	8.70	10.00	0.370	0.00156
17	20.90	2.17	9.90	11.50	0.355	0.00015
18	23.55	8.94	13.75	15.25	0.321	0.00247
19	26.25	2.98	19.00	20.00	0.292	0.00009
20	29.00	9.42	24.00	24.00	0.257	0.01545
						<u>0.03462</u>

RESULTADOS DEL CALCULO DE ASENTAMIENTOS						FUNTO 5
ESTRATO	PROFUNDIDAD	Es	Ps	Ps	ESPESOR	ASENTAMIENTO
No.	(m)	(AD)	(Ton/m ²)	(Ton/m ²)	(Ton/m ²)	(m)
1	0.80	1.09	1.75	9.50	0.370	0.00054
2	2.10	3.62	3.10	9.00	4.450	0.01339
3	2.80	5.32	3.30	8.80	3.412	0.00907
4	3.60	4.11	3.50	8.50	2.442	0.01025
5	5.00	9.18	3.80	8.00	1.506	0.01162
6	6.10	6.64	3.95	7.70	1.139	0.00302
7	7.70	9.66	4.15	7.00	0.849	0.01064
8	9.30	6.28	4.40	6.25	0.688	0.00161
9	10.85	9.18	4.52	5.50	0.590	0.00663
10	12.30	6.04	4.80	6.20	0.526	0.00777
11	13.95	10.39	5.00	6.40	0.471	0.00466
12	15.05	6.04	5.25	6.50	0.442	0.00075
13	16.15	10.87	5.75	7.00	0.417	0.00074
14	17.50	7.00	6.50	7.50	0.391	0.00120
15	18.50	9.60	7.40	8.00	0.374	0.00108
16	19.85	8.94	8.70	10.00	0.353	0.00148
17	20.90	2.17	9.50	11.50	0.339	0.00015
18	23.55	8.94	13.75	15.25	0.308	0.00037
19	25.25	2.98	19.00	20.00	0.281	0.00009
20	29.00	9.42	24.00	24.00	0.258	0.01285
						0.00993

RESULTADOS DEL CALCULO DE ASENTAMIENTOS						FUNTO 6
ESTRATO	PROFUNDIDAD	Es	Ps	Ps	ESPESOR	ASENTAMIENTO
No.	(m)	(AD)	(Ton/m ²)	(Ton/m ²)	(Ton/m ²)	(m)
1	0.80	1.09	1.75	9.50	0.565	0.00072
2	2.10	3.62	3.10	9.00	3.007	0.01035
3	2.80	5.32	3.30	8.80	2.027	0.00342
4	3.60	4.11	3.50	8.50	1.477	0.00682
5	5.00	9.18	3.80	8.00	1.043	0.00944
6	6.10	6.64	3.95	7.70	0.874	0.00259
7	7.70	9.66	4.15	7.00	0.753	0.00931
8	9.30	6.28	4.40	6.25	0.650	0.00153
9	10.85	9.18	4.52	6.00	0.596	0.00669
10	12.30	6.04	4.80	6.20	0.527	0.00081
11	13.95	10.39	5.00	6.40	0.522	0.00514
12	15.05	6.04	5.25	6.50	0.501	0.00094
13	16.15	10.87	5.75	7.00	0.482	0.00915
14	17.50	7.00	6.50	7.50	0.460	0.00141
15	18.50	9.60	7.40	8.00	0.445	0.00128
16	19.85	8.94	8.70	10.00	0.426	0.00177
17	20.90	2.17	9.50	11.50	0.411	0.00018
18	23.55	8.94	13.75	15.25	0.378	0.00290
19	25.25	2.98	19.00	20.00	0.348	0.00011
20	29.00	9.42	24.00	24.00	0.320	0.01951
						0.00878

RESULTADOS		DEL	CALCULO	DE	ASENTAMIENTOS	PUNTO	7

ESTRATO	PROFUNDIDAD	Es	Ps	Pc	ESFUERZO	ASENTAMIENTO	
No.	(m)	(AD)	(Ton/m ²)	(Ton/m ²)	(Ton/m ²)	(Ton/m ²)	(m)
1	0.80	1.09	1.25	9.50	4.829	-	0.00507
2	2.10	3.62	3.10	9.00	5.443	0.01525	
3	2.80	5.32	3.30	8.80	4.041	0.00571	
4	3.60	4.11	3.50	8.50	2.849	0.01134	
5	5.00	9.18	3.80	8.00	1.775	0.01334	
6	6.10	6.64	3.95	7.70	1.366	0.00355	
7	7.70	9.66	4.15	7.00	1.043	9.01282	
8	9.30	6.28	4.40	6.25	0.884	0.00199	
9	10.85	9.18	4.55	6.00	0.754	0.00834	
10	12.30	6.04	4.80	6.20	0.681	0.00098	
11	13.95	10.39	5.00	6.40	0.618	0.00603	
12	15.05	6.04	5.25	6.50	0.585	0.00098	
13	16.15	10.87	5.75	7.00	0.556	0.00362	
14	17.50	7.00	6.50	7.50	0.526	0.00160	
15	18.50	9.90	7.40	8.00	0.505	0.00145	
16	19.85	8.94	8.70	10.00	0.481	0.00200	
17	20.90	2.17	9.90	11.50	0.464	0.00070	
18	23.55	8.94	13.75	15.25	0.426	0.00326	
19	26.25	2.98	19.00	20.00	0.393	0.00012	
20	29.00	9.42	24.00	24.00	0.363	0.02094	
							0.10866

RESULTADOS		DEL	CALCULO	DE	ASENTAMIENTOS	PUNTO	8

ESTRATO	PROFUNDIDAD	Es	Ps	Pc	ESFUERZO	ASENTAMIENTO	
No.	(m)	(AD)	(Ton/m ²)	(Ton/m ²)	(Ton/m ²)	(Ton/m ²)	(m)
1	0.80	1.09	1.25	9.50	0.991	0.00070	
2	2.10	3.62	3.10	9.00	4.343	0.01317	
3	2.80	5.32	3.30	8.80	3.252	0.00490	
4	3.60	4.11	3.50	8.50	2.309	0.00982	
5	5.00	9.18	3.80	8.00	1.457	0.01130	
6	6.10	6.64	3.95	7.70	1.151	0.00305	
7	7.70	9.66	4.15	7.00	0.932	0.01158	
8	9.30	6.28	4.40	6.25	0.823	0.00190	
9	10.85	9.18	4.55	6.00	0.759	0.00839	
10	12.30	6.04	4.80	6.20	0.715	0.00103	
11	13.95	10.39	5.00	6.40	0.673	0.00653	
12	15.05	6.04	5.25	6.50	0.647	0.00108	
13	15.15	10.87	5.75	7.00	0.624	0.00404	
14	17.50	7.00	6.50	7.50	0.596	0.00181	
15	18.50	9.90	7.40	8.00	0.577	0.00164	
16	19.85	8.94	8.70	10.00	0.552	0.00228	
17	20.90	2.17	9.90	11.50	0.533	0.00023	
18	23.55	8.94	13.75	15.25	0.490	0.00374	
19	26.25	2.98	19.00	20.00	0.449	0.00014	
20	29.00	9.42	24.00	24.00	0.412	0.02378	
							0.11113

RESULTADOS DEL CALCULO DE ASENTAMIENTOS PUNTO 9

ESTRATO No.	PROFUNDIDAD (m)	Eo. (AD)	Po. (Ton/m ²)	Pc (Ton/m ²)	ESFUERZO (Ton/m ²)	ASENTAMIENTO (m)
1	0.80	1.09	1.25	9.50	-0.000	-0.00000
2	2.10	3.62	3.10	9.00	0.250	0.00117
3	2.80	5.32	3.30	8.80	0.251	0.00052
4	3.60	4.11	3.50	8.50	0.252	0.00135
5	5.00	9.18	3.80	8.00	0.257	0.00228
6	6.10	6.64	3.95	7.70	0.262	0.00077
7	7.70	9.66	4.15	7.00	0.270	0.00360
8	9.30	6.28	4.40	6.25	0.277	0.00068
9	10.85	9.18	4.55	6.00	0.281	0.00326
10	12.30	6.04	4.80	6.20	0.284	0.00043
11	13.95	10.39	5.00	6.40	0.285	0.00287
12	15.05	6.04	5.25	6.50	0.285	0.00049
13	16.15	10.87	5.75	7.00	0.284	0.00189
14	17.50	7.00	6.50	7.50	0.283	0.00088
15	18.50	9.90	7.40	8.00	0.282	0.00082
16	19.85	8.94	8.70	10.00	0.280	0.00117
17	20.90	2.17	9.90	11.50	0.277	0.00012
18	23.55	8.94	13.75	15.25	0.271	0.00209
19	26.25	2.98	19.00	20.00	0.263	0.00008
20	29.00	9.42	24.00	24.00	0.255	0.01474

0.03920

RESULTADOS DEL CALCULO DE ASENTAMIENTOS PUNTO 10

ESTRATO No.	PROFUNDIDAD (m)	Eo. (AD)	Po. (Ton/m ²)	Pc (Ton/m ²)	ESFUERZO (Ton/m ²)	ASENTAMIENTO (m)
1	0.80	1.09	1.25	9.50	0.120	0.00091
2	2.10	3.62	3.10	9.00	4.234	0.01295
3	2.80	5.32	3.30	8.80	3.161	0.00480
4	3.60	4.11	3.50	8.50	2.297	0.00978
5	5.00	9.18	3.80	8.00	1.505	0.01161
6	6.10	6.64	3.95	7.70	1.193	0.00315
7	7.70	9.66	4.15	7.00	0.941	0.01164
8	9.30	6.28	4.40	6.25	0.797	0.00185
9	10.85	9.18	4.55	6.00	0.700	0.00785
10	12.30	6.04	4.80	6.20	0.645	0.00096
11	13.95	10.39	5.00	6.40	0.591	0.00578
12	15.05	6.04	5.25	6.50	0.562	0.00094
13	16.15	10.87	5.75	7.00	0.536	0.00356
14	17.50	7.00	6.50	7.50	0.509	0.00155
15	18.50	9.90	7.40	8.00	0.491	0.00141
16	19.85	8.94	8.70	10.00	0.468	0.00190
17	20.90	2.17	9.90	11.50	0.452	0.00020
18	23.55	8.94	13.75	15.25	0.416	0.00310
19	26.25	2.98	19.00	20.00	0.384	0.00010
20	29.00	9.42	24.00	24.00	0.355	0.02050

0.10460

RESULTADOS DEL CALCULO DE ASENTAMIENTOS PUNTO 11						
ESTRATO No.	PROFUNDIDAD (m)	E ₀ (AD)	P ₀ (Ton/m ²)	P _c (Ton/m ²)	ESFUERZO (Ton/m ²)	ASENTAMIENTO (m)
1	0.80	1.09	1.25	9.50	-0.002	-0.00002
2	2.10	3.62	3.10	9.00	0.523	0.00235
3	2.80	5.37	3.30	8.80	0.598	0.00119
4	3.60	4.11	3.50	8.50	0.714	0.00360
5	5.00	9.18	3.80	8.00	0.870	0.00718
6	6.10	6.66	3.95	7.70	0.916	0.00249
7	7.70	9.66	4.15	7.00	0.902	0.00249
8	9.30	6.28	4.40	6.25	0.848	0.01125
9	10.85	9.18	4.55	6.00	0.788	0.00156
10	12.30	6.64	4.80	6.20	0.734	0.00868
11	13.95	10.39	5.00	6.40	0.679	0.00105
12	15.05	6.04	5.25	6.50	0.646	0.00659
13	16.15	10.87	5.75	7.00	0.617	0.00107
14	17.50	7.00	6.50	7.50	0.584	0.00399
15	18.50	9.90	7.40	8.00	0.561	0.00177
16	19.85	8.94	8.70	10.00	0.534	0.00160
17	20.90	2.17	9.90	11.50	0.514	0.00221
18	23.55	8.94	13.75	15.25	0.469	0.00032
19	26.25	2.98	19.00	20.00	0.430	0.00359
20	29.00	9.42	24.00	24.00	0.394	0.00013
						0.08366

RESULTADOS DEL CALCULO DE ASENTAMIENTOS PUNTO 12						
ESTRATO No.	PROFUNDIDAD (m)	E ₀ (AD)	P ₀ (Ton/m ²)	P _c (Ton/m ²)	ESFUERZO (Ton/m ²)	ASENTAMIENTO (m)
1	0.80	1.09	1.25	9.50	-0.000	-0.00000
2	2.10	3.62	3.10	9.00	0.500	0.00225
3	2.80	5.37	3.30	8.80	0.500	0.00101
4	3.60	4.11	3.50	8.50	0.500	0.00259
5	5.00	9.18	3.80	8.00	0.501	0.00431
6	6.10	6.64	3.95	7.70	0.501	0.00143
7	7.70	9.66	4.15	7.00	0.501	0.00652
8	9.30	6.28	4.40	6.25	0.501	0.00120
9	10.85	9.18	4.55	6.00	0.498	0.00565
10	12.30	6.64	4.80	6.20	0.495	0.00073
11	13.95	10.39	5.00	6.40	0.488	0.00488
12	15.05	6.04	5.25	6.50	0.483	0.00081
13	16.15	10.87	5.75	7.00	0.476	0.00312
14	17.50	7.00	6.50	7.50	0.467	0.00143
15	18.50	9.90	7.40	8.00	0.460	0.00132
16	19.85	8.94	8.70	10.00	0.450	0.00187
17	20.90	2.17	9.90	11.50	0.441	0.00019
18	23.55	8.94	13.75	15.25	0.419	0.00321
19	26.25	2.98	19.00	20.00	0.395	0.00012
20	29.00	9.42	24.00	24.00	0.371	0.02141
						0.06400

RESULTADOS DEL CALCULO DE ASENTAMIENTOS PUNTO 13

ESTRATO	PRODUNDIDAD	Es	Ps	Pc	ESFUERZO	ASENTAMIENTO
No	(m)	(AD)	(ton/m ²)	(Ton/m ²)	(Ton/m ²)	(m)
1	0.80	1.09	1.25	9.50	0.208	0.00153
2	2.10	3.62	3.10	9.00	2.158	0.00795
3	2.80	5.32	3.30	8.80	1.832	0.00316
4	3.60	4.11	3.50	8.50	1.554	0.00712
5	5.00	9.18	3.80	8.00	1.209	0.00962
6	6.10	6.64	3.95	7.70	1.043	0.00280
7	7.70	9.66	4.15	7.00	0.899	0.01122
8	9.30	6.28	4.40	6.25	0.814	0.00188
9	10.85	9.18	4.55	6.00	0.756	0.00836
10	12.30	6.04	4.80	6.20	0.713	0.00102
11	13.95	10.39	5.00	6.40	0.670	0.00651
12	15.05	6.04	5.25	6.50	0.644	0.00107
13	16.15	10.87	5.75	7.00	0.619	0.00401
14	17.50	7.00	6.50	7.50	0.591	0.00179
15	18.50	9.90	7.40	8.00	0.571	0.00163
16	19.85	8.94	8.70	10.00	0.545	0.00226
17	20.90	2.17	9.90	11.50	0.526	0.00023
18	23.55	8.94	13.75	15.25	0.482	0.00369
19	26.25	2.98	19.00	20.00	0.442	0.00014
20	29.00	9.42	24.00	24.00	0.405	0.02334

 0.09932

ANEXO II

ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE LAS LOSAS
DE CONCRETO HIDRAULICO DEL PISO DE LA TIENDA

1. Espesor de la losa de concreto hidráulico

Será de 12 cm según se especifica en el estudio de mecánica de suelos.

2. Preparación de la subrasante

Una vez fijado el espesor de la losa de concreto hidráulico y la plataforma de materia mejorada sobre la que se apoyará se efectuará la excavación necesaria para su —
construcción.

La subrasante deberá tener las pendientes que fija el proyecto. A la subrasante se le
hará una escarificación de 10 cm y se recompactará con su contenido de agua óptimo al —
98% de su peso volumétrico seco máximo según la prueba próctor estándar.

3. Plataforma de materiales mejorados.

Los materiales mejorados sobre la que se apoyará la losa de piso podrá ser una mezcla —
de gravas, arena y material fino (toposete) que satisfagan las siguientes especifica—
ciones:

Límite líquido	40% máximo
Índice plástico	15% máximo
Contracción libreal	5% máximo
Valor relativo de soporte (CIS)	10% máximo
Contenido de agua óptimo	20% máximo
Peso volumétrico seco máximo	1.3 ton/m ³ mínimo

Se tenderá en capas con espesor máximo de 20 cm, compactándolas con el contenido de —
agua máximo óptimo hasta alcanzar el 98% de su peso volumétrico seco máximo según la —
prueba próctor estándar; en las zonas extremas se requerirá ampliar la sección 1 m, —

debido a que en la compactación en estas zonas no es adecuada ante la falta de confinamiento, posteriormente se tendrá que recortar el material excedente.

4. Determinación del refuerzo de las losas

El objeto del refuerzo de las losas es el siguiente:

I Contacto íntimo de las losas adyacentes para permitir una adecuada transmisión de carga a través de la grieta por la trabazón de los agregados tal que la carga de ruedas de los montacargas sobre la grieta sea soportada por las losas en ambos lados reduciendo los esfuerzos de flexión en el concreto en esta zona y las deflexiones producidas por la carga.

II Reducir la filtración de agua al suelo de la subrasante y la infiltración del suelo en la grieta.

El criterio de diseño está basado en las normas del American Concrete Institute (ACI), que toma en consideración lo siguiente:

a) Cuando la temperatura disminuye, las losas del piso tienden a contraerse. Esta contracción es resistida por la subrasante. La resistencia al deslizamiento que aumenta desde los extremos al centro de la losa, deberá resistirse por la resistencia a la tensión del acero a través de cualquier grieta. El esfuerzo máximo del acero se presentará en una grieta a la mitad de la longitud de la losa, y el esfuerzo se diseñará bajo esta consideración.

— La resistencia al deslizamiento variará de acuerdo con el desplazamiento, dimensiones de la losa, cambios de temperatura y características de la subrasante, alcanzando su valor máximo cuando se presente el deslizamiento de la losa sobre la —

subrasante. Para efectos de diseño se recomienda un coeficiente de fricción de 1.5. Las experiencias con el valor han dado resultados satisfactorios, probablemente compensando otros factores no considerados en la práctica de diseño actual.

- Se ha desarrollado un método más preciso para determinar el valor del coeficiente de fricción cuando se consideran condiciones de deslizamiento y sin deslizamiento. Este método supone que la resistencia a la fricción de la subrasante es directamente proporcional a la raíz cuadrada del movimiento de la losa, hasta que tiene lugar el deslizamiento libre, con un coeficiente de fricción constante para las partes de la losa sujetas a deslizamiento libre. Una explicación completa de este método racional para seleccionar los valores del coeficiente de fricción se encuentra en "Consideraciones para el Diseño de Pavimento de Concreto Reforzado para Control de Grietas", del Subcomité IV, Comité ACI 308, ACI Journal, octubre de 1966, Proc. Vol. 53, pág. 341.
- Las losas que formarán el piso tendrán refuerzo de acero para el control de agrietamientos por temperatura, determinado mediante la siguiente expresión:

$$A_s = \frac{Wf_l}{2f_s} \dots \dots I$$

donde:

- As: área de acero para una franja de metro de ancho de losa, en cm².
- W: peso de la losa, en kg/m
- f: coeficiente de fricción entre la losa, igual a 1.5.
- l: longitud de los tableros de losa, en m
- f_s: esfuerzo permisible en el acero en kg/cm², considerando de 2500 kg/cm² que es igual al esfuerzo de fluencia de 4200 kg/cm² afectado por un factor de reducción para tener el esfuerzo de trabajo del acero igual a 0.6.

Se obtuvo un área de acero igual a 1.74cm² para una franja de un metro de ancho de losa que tiene una longitud de 4.5 m en su tablero.

Además de acuerdo a las Normas Complementarias del Reglamento, en toda dirección en que la dimensión de un elemento estructural sea mayor que 1.5 m, el área de refuerzo que se suministre no será menor que:

$$a_s = \frac{f_c(x) \cdot x_l}{f_y(x) + 100}$$

donde:

- as: Área transversal del refuerzo colocado en la dirección que se considera, por unidad de ancho de la pieza (cm²/cm). El ancho mencionado se mide perpendicularmente a dicha dirección y a x_l
- x_l: dimensión mínima del miembro medida perpendicularmente al refuerzo (cm)

Si x_l no excede de 15 cm, el refuerzo puede colocarse en una sola capa. Si x_l es mayor que 15 cm el refuerzo se colocará en dos capas contrapuestas.

En elementos estructurales expuestos directamente a la intemperie o en contacto con el terreno, el refuerzo no será menor de 1.5a_s.

Con el criterio anterior se obtuvo un área igual a 2.81 cm² para una franja de ancho de la losa que tiene 4.5 m de longitud en su tablero.

Considerando varillas de 3/8", que tienen un área transversal de 0.71cm², y tomando el va-

Por del área de acero determinada, se requieren cuatro varillas de 3/8" por metro.

Lo anterior se calculó en la dirección longitudinal, en tanto que para el sentido transversal será a cada 35 cm, como se indica en la figura III-1, en donde también se indica la — posición de las burmas.

En caso de usar otro diámetro de varilla, la separación máxima será de 40 cm en la dirección longitudinal y 35 cm en la dirección transversal, con un área de acero equivalente.

Otra opción para el refuerzo por temperatura, será emplear como acero de refuerzo la malla electrosoldada de 632-6/6, la cual tiene un área transversal de 1.02 cm² por metro y calculando el área de acero por franja de un metro de ancho de losa, con la expresión 1, se — obtuvo un valor de 2.36 cm², en cuyo caso se requerirá de dos mallas electrosoldadas en un solo — lecho, ubicado a 5 cm del lecho superior de las losas, como se indica en la figura III-2.

Debe tenerse en cuenta que en caso de reducir la longitud de los tableros, por consiguiente se reducen las áreas de acero.

Dado que tendrá un control efectivo de las juntas mediante el refuerzo debido al acero — distribuido, el espaciamiento entre juntas transversales será 4.5 m. Respecto al ancho — de las losas, estas serán de acuerdo al proyecto, que para este caso será de 5.0 m.

El diseño de la losa de concreto hidráulico de acuerdo al criterio de la Portland Cement — Association es función de la carga máxima aplicada por el montacargas de mayor peso que — circulará por el piso, por el módulo de ruptura del concreto y el módulo de resistencia de la subrasante del material de apoyo, determinándose en función de estos parámetros un piso — cuya vida útil corresponda a la usualmente establecida de 25 años, siempre y cuando se en — cuentre debidamente protegidos los materiales que sellan las juntas entre las losas y que no permita la circulación de montacargas de mayor peso al de diseño.

5. Moldes

El concreto se vaciará en moldes metálicos e indeformables, que no sufrán variaciones en sus alineamientos y niveles, fijados firmemente a la base.

Antes del vaciado se encurarán las superficies que estarán en contacto con el concreto. Los moldes no se removerán antes de que el concreto haya endurecido lo suficiente, para soportar sin deterioro las maniobras respectivas, siendo este lapso de — 24 horas como mínimo.

Al retirar los moldes y en cuanto la superficie este suficientemente seca, se procederá a pintarla con cemento asfáltico No. 6 u 8, hasta lograr un espesor uniforme de — 3 mm antes de proceder al vaciado de la losa contigua.

6. Juntas de construcción

Estas pueden ser de dos tipos

- Longitudinales. El piso se dividirá longitudinalmente en fajas de ancho variable, de acuerdo con el proyecto, entre estas juntas existirán juntas longitudinales — machihembrada o planas.

- Transversales. El vaciado longitudinal se hará en forma continua dependiendo del avance del contratista haciendo una junta transversal plana, al terminar el trabajo diario o por interrupción imprevista. Estas juntas estarán espaciadas a una — distancia múltiple de 4.5 m a partir del punto de iniciación del vaciado que debe — ser la junta transversal de construcción anterior.

El objeto de una junta de construcción es limitar los esfuerzos de tensión a valores permisibles. Como estas juntas deben estar en libertad de abrirse, la continuidad del refuerzo se interrumpe en las juntas. Esta junta se construye formando una ranura en la superficie de la losa. Las juntas irán espaciadas a cada 4.5 m.

Estas juntas consisten en ranuras cuya profundidad será la tercera parte del espesor de la losa, las cuales se harán por medio de cortadoras especiales de abrasivo o diamante industrial con un ancho de 3 a 6 mm, el tiempo que debe transcurrir entre el colado y el corte será de 72 horas.

Las ranuras se limpiarán perfectamente y se rellenarán con un material elástico resistente al efecto de los solventes, al calor y al intemperismo. Debe ser adherente a las paredes y permitir dilataciones y contracciones sin agrietarse. Se recomiendan dispositivos mecánicos para transmisión de cargas entre juntas mediante postejuntas lisas, con el propósito de mantener las caras de las losas colindantes en contacto intimo asegurando así una transmisión de cargas adecuada. Para este propósito se podrán emplear barras lisas de 4/8" de 70 cm de longitud espaciadas a cada 85 cm, o barras lisas de 5/8" de 80 cm de longitud espaciadas a cada 120 cm.

En la figura III-3, se presentan los detalles recomendados para el diseño de una junta.

7. Concreto hidráulico

El concreto por emplearse deberá de tener una resistencia mínima a la compresión a la edad de 28 días de 200 kg/cm².

El revenimiento del concreto será entre 8 y 12 cm.

8. Colocación y vibrado del concreto

Antes de iniciar la colocación del concreto, se deberá humedecer la superficie sobre la que se apoyará hasta saturarla, pero sin que se formen charcos.

Será conveniente utilizar una espaciadora tipo tolva que recibe el concreto del camión de descarga lateral y lo deposita de manera uniforme sobre todo el ancho de la losa.

La altura de caída del concreto no deberá ser mayor de 50 cm.

El concreto en el momento de colocarse tendrá la consistencia especificada por el —
requisito de proyecto.

La revoltura se distribuirá uniformemente sobre la superficie preparada y se compactará mediante vibrador de inmersión, seguido de una regla vibratoria hasta lograr —
una compactación uniforme y la eliminación de huecos.

9. Acabado de la losa

Una vez conformada la superficie mediante el vibrado superficial, se alisará con —
llana de madera de mango largo, después se afinará con banda de lana y hule de —
aproximadamente 20 cm de ancho, colocada perpendicularmente al eje de la vía, con el
objeto de eliminar prominencias y depresiones, hasta dejarla uniforme pero con una —
textura ligeramente áspera. No se permitirán crestas ni depresiones mayores de 3 mm
medidas con una regla paralela al eje de la vía.

También puede dársele a la losa un acabado con ranuras longitudinales con objeto de lograr una superficie antideslizante.

Las aristas de las juntas se redondearán a un radio aproximado de 3 mm para lo cual se emplea un voltador que se pasa sobre el concreto fresco inmediatamente después de terminado el afinado de la superficie.

10. Curado del concreto de la losa.

Inmediatamente después de terminarse el colado de las losas, se procederá a cubrirla con una membrana impermeable de algún producto aprobado por la dirección de la obra y que cumpla con la especificación ASTM C-309 vigente, que se aplicará finalmente atomizando y mantendrá la humedad por un tiempo mínimo de 24 horas, al cabo de las cuales se podrá retirar usando esta membrana manteniéndola en buenas condiciones o alguno de los siguientes procedimientos durante siete días posteriores al colado.

- a) Riego de agua. Para conservar constante y eficientemente húmeda toda la superficie.
- b) Lámina de agua. Con un tirante de 5 cm retenida mediante bordes de arcilla.
- c) Arena húmeda. Con un espesor de 5 cm manteniéndola constantemente húmeda.*

11. Protección del concreto

La losa de concreto hidráulico terminada deberá protegerse contra el tránsito de vehículos o personas por un tiempo mínimo de siete días si se emplea cemento de resistencia rápida y 14 días con concreto de resistencia normal.

ANEXO III

**ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS
DE ADCRETO SOBRE RELLENOS CONTROLADOS LIGEROS**

1. NIVELES

Se construirán rellenos ligeros para que la superficie tenga los niveles indicados en el proyecto.

Para eliminar la capa de suelo superficial que contiene materia orgánica, deberá hacerse un despalme, de 10 cm.

El material producto del despalme será desechado.

Todas las referencias topográficas existentes en el lugar se respetarán durante la construcción, tales como: alfileramientos, niveles, señalamientos, etc., reponiéndose en caso de que dañen o alteren.

2. MATERIALES

Para construir los pavimentos se requerirán materiales para terracerías, base, asfáltica y adcreto.

Las características que deberán tener los materiales son las siguientes:

2.1 Para terracería

- a) Se construirá sobre el nivel de piso actual del terreno una plataforma de materiales mejorados y ligeros constituidos por una mezcla de tezontle-tepetate en proporción 70% - 30%, revolviéndose en forma adecuada hasta tener una mezcla homogénea.

- b) La mezcla tezontle - tepalcate se colocará en capas de 20 cm, en estado suelto, - compactándose cada capa con rodillo vibratorio o su equivalente, hasta lograr una compactación del 92% (+ 2%) de la prueba portier estándar, según su peso volu métrico máximo.
- c) La incorporación del agua a la mezcla tezontle - tepalcate se realizará en forma uniforme mediante aspersión, utilizando botes perforados, bajo la siguiente se-
cuencia:
- Extender el material en un área suficiente de trabajo, con una altura máxima de 20 cm.
 - Agregar el porcentaje óptimo de agua con los botes regando toda el material extendido, sin llegar al saturamiento, o sea que absorba el material toda el agua y no se formen espejos.
 - Traspalear hasta lograr homogeneidad del material, no deberá permitirse que el material presente continuaciones y terrones del mismo material en tal caso se eliminarán.
 - Finalmente se podrá colocar el material en su correspondiente trazo, en capas de 20 cm y efectuar su compactación.
- d) Se recomienda llevar un control del número de pasadas del rodillo a una capa, - así como el volumen de agua incorporado, de tal manera que comparando con el por-
centaje obtenido, se pueda deducir aproximadamente cuando una capa tiene cierto grado de compactación.
- e) Las capas a compactar no deberán de ser mayores de 20 cm ni menores de 10 cm.
- f) Es frecuente que en los sitios cercanos a las colindancias el rodillo no pueda - abarcar estas áreas, por lo que no deberá completarse su compactación con ballari-
nos.

- g) No deberá emplearse material producto de la excavación como relleno bajo áreas de construcción.
- h) El proceso antes descrito se llevará a cabo hasta 30 cm por arriba del nivel actual de bodega de donde se procederá a construir la losa de piso terminado de la bodega y la colocación de las cuniladas interiores.

2.2 Para Hase .

a) De granulometría.

La curva granulométrica deberá quedar comprendida entre el límite inferior de la zona 1 y el superior de la zona 2 (ver figura 43), adoptando una forma semejante a la de las curvas que limitan las zonas, y no tener cambios bruscos de pendiente.

La relación del porcentaje en peso que pasa la malla No. 200 al que pasa la malla No. 40, no deberá ser superior a 0.65.

- b) De contracción lineal, valor cementante, valor relativo de aporte (CER) - tamaño máximo y peso volumétrico seco máximo, las siguientes:

Zonas granulométricas del material

	1	2
Contracción lineal, %	3.5 máx.	2.0 máx.
Valor cementante, kg/cm ²	4.5 mín.	3.5 mín.
Valor relativo de aporte, %	80 mín.	80 mín.
Tamaño máximo del agregado	1 1/2" máx.	1 1/2" máx.
Peso volumétrico seco máximo, kg/cm ³ .	1500 mín.	1800 mín.

2.2.1 Especificación de materiales.

- a) El tepetate que se emplee para construir los rellenos a base de tepetate, deberá satisfacer las siguientes especificaciones.
- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| - Límite líquido | 40% máximo (tolerancia + 5%) |
| - Índice plástico | 15% máximo (tolerancia + 5%) |
| - Contracción lineal | 5% mínimo (tolerancia + 2%) |
| - Valor relativo de soporte | 15% mínimo (tolerancia + 5%) |
- b) Durante la construcción de los rellenos a base de tepetate, se deberá verificar que cada capa alcance el grado de compactación especificado con una tolerancia \pm 2%. La verificación se hará para determinar el peso volumétrico seco en el sitio, las cuales se harán por cada capa de área compactada.
- c) El tezontle deberá ser de consistencia no degradable, bien graduado con tamaño de partícula máximo de 3".

Para la construcción de rellenos ligeros se empleará tezontle cuya curva granulométrica esté comprendida en el siguiente rango:

Malla	% que pasa
2" (51 mm)	50 - 100
1 1/2" (38 mm)	35 - 80
1" (25 mm)	20 - 55
3/4" (19 mm)	10 - 35
1/2" (13 mm)	0 - 10

El peso volumétrico del tezontle acomodado con su humedad natural deberá ser de 1 ton/m3.

El tezontle deberá tener la resistencia suficiente para resistir su compactación - sin sufrir la rotura de sus partículas, ya que de ocurrir este fenómeno es de esperarse un incremento en su peso volumétrico por la reducción de la relación de - - vacíos.

2.3 Para carpeta asfáltica.

El contratista deberá proponer la planta de asfalto que suministre la mezcla, la - cual deberá ser calificada por el Director de la Obra, de acuerdo a las marcas a continuación:

relación de vacíos	3-5%
estabilidad (Prueba Marshall)	450 kg
flujo (Prueba Marshall)	2 a 4.5 mm
contenido de asfalto	el óptimo \pm 0.2% obtenido de la prueba Marshall

En la mezcla deberá emplearse cemento asfáltico No. 6 con las siguientes caracte- rísticas:

penetración	80 - 100 grados
punto de inflamación	232° C mín.
ductilidad	100 cm mín.
solubilidad	99.5% mín.
viscosidad	85 mín.

La curva granulométrica del agregado pétreo deberá quedar comprendida entre los límites marcados en la figura 44 sin presentar cambios bruscos de pendiente.

Las características físicas del agregado pétreo deberán satisfacer los siguientes valores:

tamaño máximo	3/4"
contracción lineal	2.0% máximo
desgaste "Los Angeles"	40 % máximo
forma de partículas equivalente de arena	35 % máximo 56 % mínimo
afinidad con el asfalto:	
• desprendimiento por fricción.	25 % máximo
• pérdida de estabili- dad por inmersión - en agua.	25 % máximo

2.4 Especificación de adobe.

- 1) Dimensiones y Tolerancias.- Las dimensiones del adobe para pavimento podrán ser variables tanto en la longitud como en el ancho dependiendo del tipo y forma requerido. El espesor también podrán ser variables pero no menor a 7.5 cm. — (Ver figura 44).

2) Pruebas Físicas.- Las pruebas físicas y especificaciones que deberán cumplir — los adoquines son las siguientes:

- | | |
|--|--------------------------|
| a) Resistencia a la compresión (cubos)
Promedio mínimo de 3 muestras. | 350 kg/cm ² . |
| b) Módulo de ruptura, promedio mínimo de
3 muestras. | 50 kg/cm ² . |
| c) Absorción en agua a temperatura ambiente
en 24 hrs. máximo % en peso. | 12% |
| d) Desgaste, número de revoluciones para
desgastar un milímetro de espesor en
la superficie de trabajo (de rodadura)
to). Máquina tipo Timus Olsen o Ri-
chó-Hros. | 150 |

3) Acabado.- Las piezas de adoquín deberán ser compactadas, bien fabricadas, libres de grietas, desconchamientos y otros defectos que dificulten su colocación y — afecten su apariencia.

Los acabados especiales deberán indicarse en el proyecto arquitectónico.

4) Aceptación o rechazo.- Se hará de acuerdo con los resultados de las pruebas, — lote que no cumpla con los requisitos de esta norma se rechazará.

2.4.1 Métodos de prueba.

- 1) Muestreo.— Deberán escogerse adoquines enteros que formen el lote de — muestras de prueba, que serán representativas del lote total de entrega — seleccionado.
- 2) Lote de prueba.— Para cada lote de 5,000 adoquines o fracción se tomarán — por lo menos 3 muestras (piezas) y para lotes mayores 3 muestras de cada — 10,000 piezas o fracción.
- 3) Pruebas de compresión.
 - a) Especímenes de prueba.— Cada una de las muestras se cortará en forma de cubo cuya dimensión por lado corresponderá aproximadamente al espesor del adoquín, procurando usar herramientas apropiada para evitar — que sus aristas se deterioren.
 - b) Preparación de los especímenes.— Para la ejecución de la prueba los — especímenes se secarán en estufa a una temperatura de 110° C hasta — obtener peso constante. Las muestras deberán prepararse aplicando la — carga en la dirección del espesor del adoquín y las caras planas que — recibirán perpendicularmente la carga, deberán cubrirse mediante — azufre limpio y fundido, dejándose enfriar durante 2 horas por lo — menos.
 - c) Pruebas.— Los especímenes se probarán en una máquina de compresión — axial que se encuentre en buenas condiciones de funcionamiento y que — éste debidamente calibrada. La carga sobre la muestra deberá aplicarse a una velocidad aproximada de 140 kg/cm² por minuto (movimiento de — de la cabeza móvil de 13 mm por minuto).

d) Cálculo.- Resistencia a la compresión igual a $\frac{P}{A}$ en kg/cm² en donde:

P = Carga máxima de ruptura en kgs.

A = Área de la sección de carga en cm².

4) Pruebas de la flexión (módulo de ruptura).

a) Preparación de los especímenes.- De cada una de las piezas que componen la muestra de aleación se prepararán los especímenes para la prueba de flexión - cuya longitud sea mayor de 18 cm, el ancho cuando menos igual al espesor, - pero no mayor de 2 veces éste, los cortes deberán hacerse con sierra de diamante industrial para evitar golpes o impactos sobre la muestra, que provoquen fracturas internas no visibles.

b) Prueba.- La muestra se colocará sobre los "apoyos libres" que tendrán un claro de 18 cm y la carga se aplicará al centro del claro sobre la superficie que estará expuesta al tránsito, por medio de una placa de acero de 0.64 cm de espesor y 3.8 cm de ancho con una longitud igual o mayor al ancho del espécimen.

La dirección de la carga será perpendicular a la superficie que estará expuesta al tránsito y la velocidad de aplicación de la misma será la correspondiente al desplazamiento de la cabeza móvil de la máquina de prueba a razón de 13 mm por minuto.

- c) Cálculo .- Para cada muestra se calculará el módulo de ruptura de acuerdo.

$$M_r = \frac{3 P_1}{2 b d^2} \text{ en kg/cm}^2$$

en donde:

- M_r: módulo de ruptura en kg/cm²
- P: carga máxima registrada por la máquina de prueba en kg.
- l: distancia entre los soportes (18 cm) en cm.
- b: ancho promedio en cm.
- d: espesor promedio en cm.

El espesor obtenido de todas las piezas será el módulo de ruptura de la muestra de adoquín.

5) Absorción.

- a) Procedimiento.- Las piezas para esta prueba deberán secarse en estufa a 110°C hasta obtener peso constante (P_s), posteriormente se sumergirán en agua potable con temperatura de 15 a 30°C, durante 24 horas y después se procederá a pesarlos (P_h), limpiando previamente el agua superficial con tela húmeda el tiempo transcurrido desde que los especímenes fueron sacados del agua y la operación de pesado no deberá ser mayor de 10 minutos.
- b) Cálculo.- La absorción de cada pieza deberá calcularse en la forma siguiente:

$$\text{Absorción} = \frac{100 (P_h - P_n)}{P_n} \text{ en } \%$$

en donde:

P_h = peso del espécimen después de estar sumergido durante 24 hrs. en agua en gr.

P_n = peso del espécimen secado a peso constante en gr.

El promedio de todos los especímenes se tomará como la absorción de la muestra.

6) Pruebas de desgaste.

- a) Preparación de la muestra.- De cada pieza de adoquín se cortará un espécimen de 6 cm de ancho por 7 cm de largo y una altura igual al espesor del adoquín.
- b) Aparato.- Se empleará una máquina de desgaste del Tipo Timus Olson o Richle-Brau, con las siguientes características:

Disco giratorio con diámetro exterior de 5 cm y un ancho de pista o franja de desgaste de 15 cm aproximadamente, la velocidad del disco será a 65 a 70 r.p.m. El portamuestras permitirá aplicar la presión a la muestra, que se especifica, haciendo variar la carga. Se usará arena de mina lavada y cribada por la malla No. 50 y retenida en la No. 80 como material abrasivo.

- c) Procedimiento.- Se colocará el espécimen en el portamuestras siendo la cara de desgaste la misma que estará expuesta al tránsito. Se aplicará una presión a la muestra de 250 gr/cm².
- d) Cálculo.- Si el adoquín presenta un acabado especial tal como: entriado, cuadrifolado u onleado se determinará el número de revoluciones necesarias para borrar dicho acabado y posteriormente se determinará el número de revoluciones para desgastar 1 mm del espesor de la probeta.

3. GRADOS DE COMPACTACION.

Los grados de compactación que deberán alcanzarse en las diferentes capas que forman el pavimento serán los siguientes:

Subrasante (en terracerías):	90% con respecto a la prueba Proctor estándar
Terracerías:	96% con respecto a la prueba Proctor estándar
Las últimas capas de la terracería (15cm c/u)	98% con respecto a la prueba Proctor estándar
Base:	98% con respecto a la prueba Proctor estándar
Carpeta asfáltica	98% con respecto a la prueba Marshall

Para el control de compactación, se recomienda que desde las primeras capas tendidas de cada tipo de material se desarrolle un terraplén de prueba, para definir el número de pasada óptimo, con el equipo elegido, sean necesarios para alcanzar el grado de compactación recomendado.

4. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVO

- 4.1 Se despalmeará el terreno natural eliminando la capa de suelo orgánico. El material producto del despalme será desechado.

4.2 Posteriormente se hará una escarificación de 5 cm de profundidad del nivel de - piso actual del terreno y se colocará el mejoramiento ligero.

en capas de 15 cm, humedeciéndolo y homogenizándose hasta alcanzar un valor cercano a la humedad óptima ($\pm 2\%$).

4.3 En las áreas donde existían cajones de cimentación y fueron rellenos por materiales no controlados se recomienda extraer los materiales colocados en el interior, colocándolos en capas de 20 cm y compactarlos al 98% de su peso volumétrico seco máximo.

4.4 Las dos últimas capas del terraplén se compactarán al 98% del peso volumétrico - seco máximo de la prueba Proctor estándar, con espesor de 15 cm cada una.

A continuación se hará una escarificación a 5 cm de profundidad de la terracería y se colocará la base. Para compactar se deberá humedecer y homogeneizar el material hasta alcanzar un valor cercano a la humedad óptima ($\pm 2\%$).

4.5 Terminada la base, se dejará crear por un período mínimo de 24 horas., a continuación se barrerá la superficie y se aplicará un riego de impregnación con asfalto rebajado tipo FM-0 o similar a razón de 1.4 lts/m², este riego se aplicará a la base para protección de este durante el tiempo que tarde la construcción.- Cuando se termine la obra, se revisará el estado del riego de impregnación y de la base, y si fuera necesario se le aplicará otro riego, conservándose este por un mínimo de 24 hrs, hasta comprobar mediante pruebas de campo la penetración de asfalto a la base.

4.6 A continuación se aplicará un riego de liga con asfalto rebajado tipo FR-3 a razón de 0.6 lts/m², de 2 a 4 horas antes del tendido de la carpeta asfáltica.

- 4.7 Previamente al tendido de la mezcla asfáltica deberá aplicarse en encima del riego de liga unas palcas de mezcla, para evitar que el tránsito necesario de - - construcción levante dicho riego. Posteriormente y para evitar la segregación, - se tenderá la mezcla con una máquina terminadora (Finisher) en un espesor tal que una vez compacto se obtenga el de proyecto. La velocidad de la máquina terminadora al colocar la mezcla deberá estar comprendida entre 2 y 4 km/hora.

Para obtenerse los espesores de material compacto de proyecto deberán controlarse los espesores que va dejando la terminadora según la siguiente relación:

Espeor proyecto X 1.3 (abundamiento) = Espesor
tendido por terminadora.

La temperatura recomendable para el tendido debe estar comprendida entre 100°C y 130°C, debiendo evitarse ésta, cuando la temperatura ambiente sea menor a los - 10°C.

- 4.8 La mezcla asfáltica deberá compactarse a una temperatura comprendida entre 90° y 110°C, siendo la óptima 100°C. La compactación se hará longitudinalmente traspasando a toda rueda, iniciando de la parte baja hacia la parte alta, avanzando de la guarnición al centro del arroyo, el equipo recomendado es el siguiente:

- a) Para la compactación inicial deberá emplearse una compactadora de rodillos - lisos tipo tandem de 6 a 8 tons con una velocidad que no debe exceder de 5 - km/hora para evitar el levantamiento de la mezcla caliente, se traspasará - entre pasada y pasada media rueda, con el objeto de darle el acercado inicial al material.
- b) Una vez que la compactadora Tandem deja huellas apenas perceptibles se procederá a compactar la capa con una compactadora de 3 rodillos lisos y un peso de 12 tons, hasta que las huellas de ésta sean muy leves.

- 4.9 Después de terminada la carpeta asfáltica sobre la superficie se colocará una capa de arena de 3 a 5 cm de espesor estabilizada con cal a razón del 5 al 10% en volumen.

La plantilla consistirá de una capa de arena fina, que no tenga más de 10% retenido en una malla de 0.5 cm. Una vez esporeada la arena, esta se debe esporear con una regla hasta obtener el espesor y el nivel deseado. El perfil de la arena sin compactar deberá ser semejante al de la superficie terminada de proyecto. Durante el esporeamiento de la arena y el curado, los trabajadores no deberán pisar sobre la arena, ya que se presentaría una compactación previa irregular, causando con ello imperfecciones en la superficie final.

La construcción del adoquinado comprenderá tres etapas: La colocación de los adoquines, el corte de los muros en los bordes del curado y el vibrado del área terminada. Las primeras hileras de adoquines se deben colocar con sumo cuidado, para evitar que se desplacen los adoquines ya colocados. La persona que coloca los adoquines debe trabajar partiendo de los adoquines ya colocados, y debe evitar alterar tanto la arena entera, como la última hilera de adoquines ya colocada, en esta etapa no se deben cortar los adoquines para ajustarlos a los bordes del curado. Una vez que se hayan colocado los adoquines en piezas completas, los espacios en los bordes que requieran de piezas cortadas, se les debe dar la forma necesaria partiendo los adoquines con una cortadora o con cancel y martillo. Una vez que se haya completado un trazo de curado, incluyendo a los bordes, los adoquines se deberán vibrar con un rodillo o placa vibratoria. Por último, se capillará la arena sobre la superficie.

5. CONTROL DE CALIDAD

5.1 Materiales de terracería

- a) Deberán verificarse las características de los materiales a emplearse en el pavimento, de acuerdo con lo especificado en los incisos 2.2 y 2.3.
- b) Para verificarse los grados de compactación alcanzados, se llevarán a cabo pruebas en cada capa. Se recomienda hacer una prueba por cada 50 m³ de material compactado.
- c) Para conocer las variaciones del peso volumétrico seco máximo de los materiales, se recomienda hacer una prueba próctor o pórter, según se requiera por cada 500 m³ de material compactado o cuando cambie el tipo de material.
- d) El material empleado deberá estar exento de materia orgánica y partículas extrañas.

5.2 Carpeta asfáltica.

- a) Se deberán efectuar las pruebas indicadas en el inciso 2.3 a los materiales empleados.
- b) Deberán verificarse, las características del concreto asfáltico cada día de tendido, mediante pastillas Marshall.
- c) Se controlará la temperatura de la mezcla asfáltica, de acuerdo con las siguientes recomendaciones:

.....# 59

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Al salir de la planta	120 a 150°C
Al tender	100°C
Al compactar	50°C

En general la compactación deberá terminarse a 70°C mínimo.

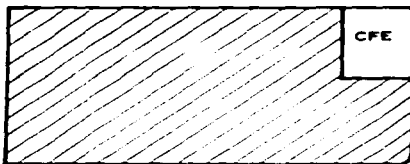
d) Posteriormente deberá efectuarse pruebas de compactación en la carpeta.

Una sección del pavimento tipo sobreceto se muestra en la figura 45.

AV. SAN JUAN DE ARAGON
NO. 617

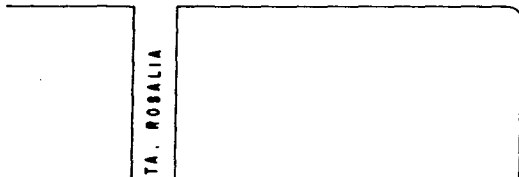


CANAL DE
AGUAS
NEGRAS



CFE

PTO. CADIZ



PTO. STA. ROSALIA

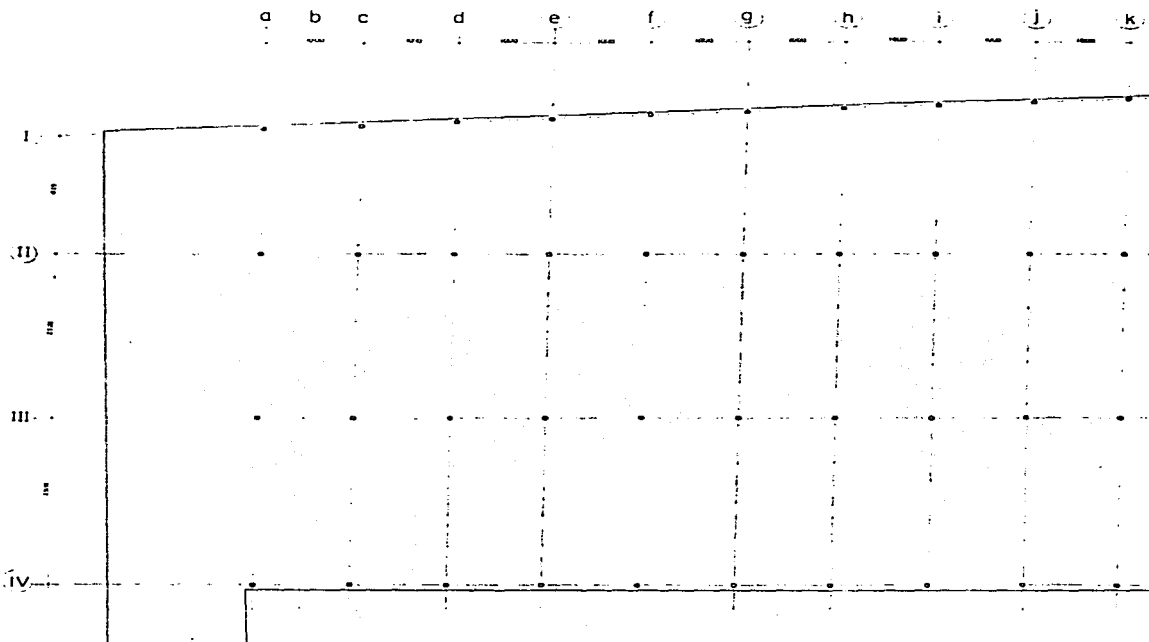
PTO. COATZACOALCOS

AV. SAN JUAN DE ARAGON

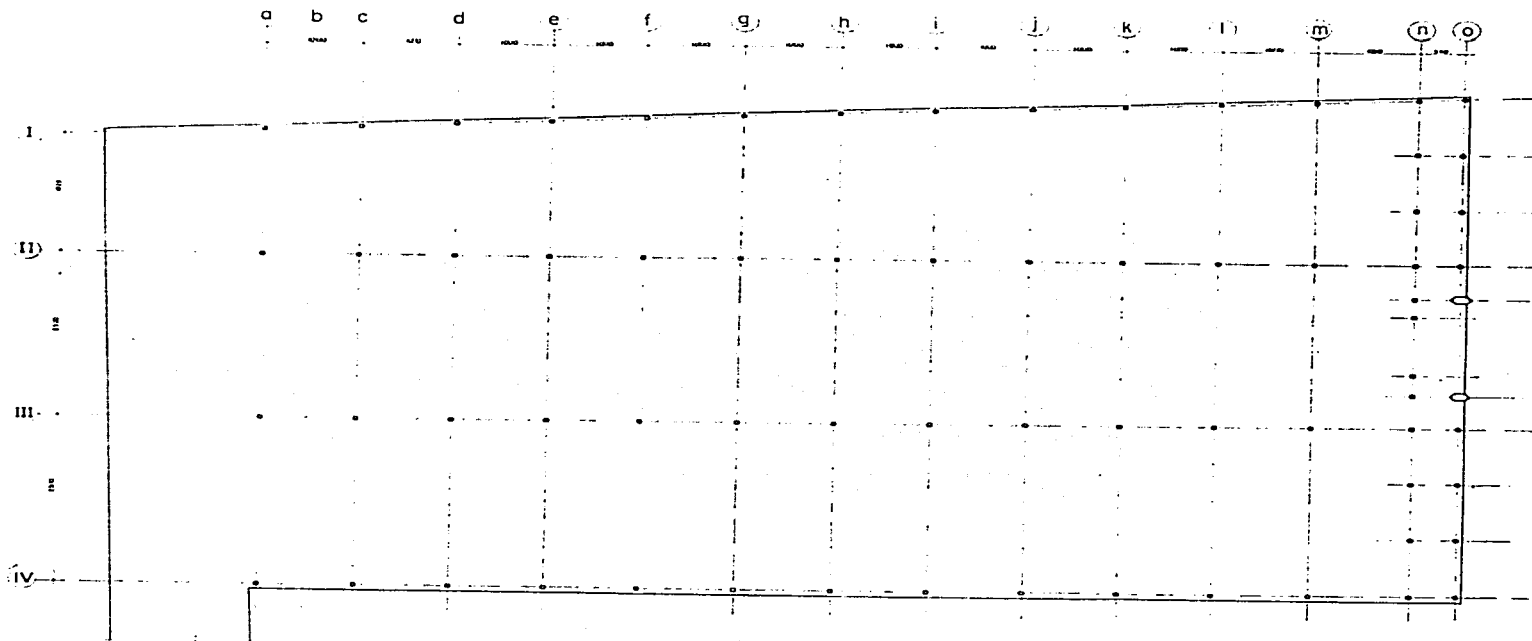


LOCALIZACION

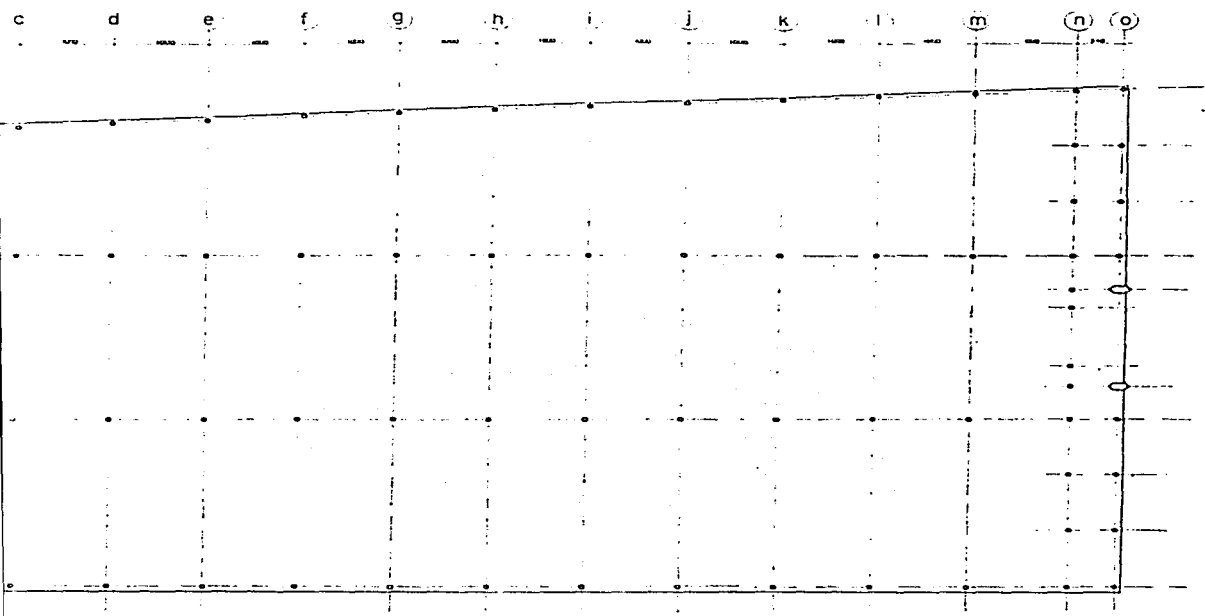
FIGURA No. 1



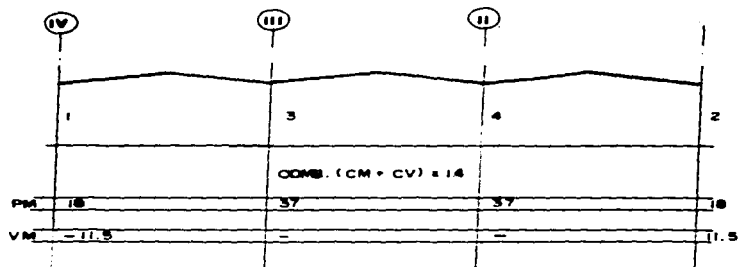
PLANTA DE COLUMNAS



PLANTA DE COLUMNAS



PLANTA DE COLUMNAS



MARCOS PRINCIPALES

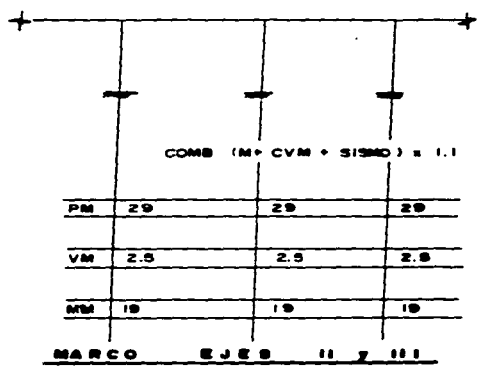
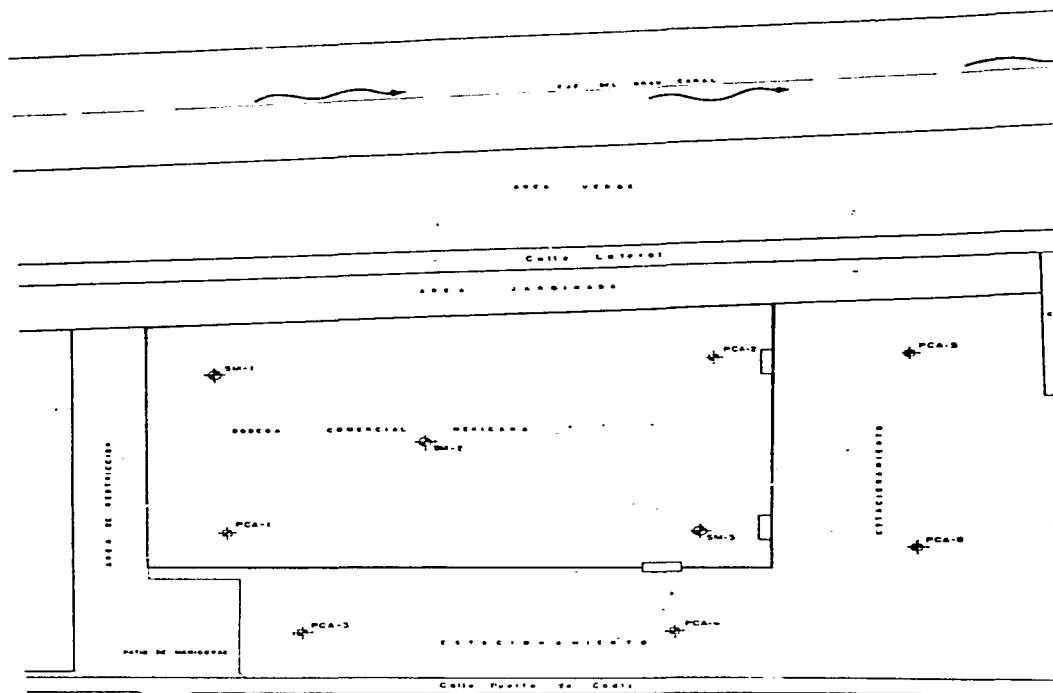
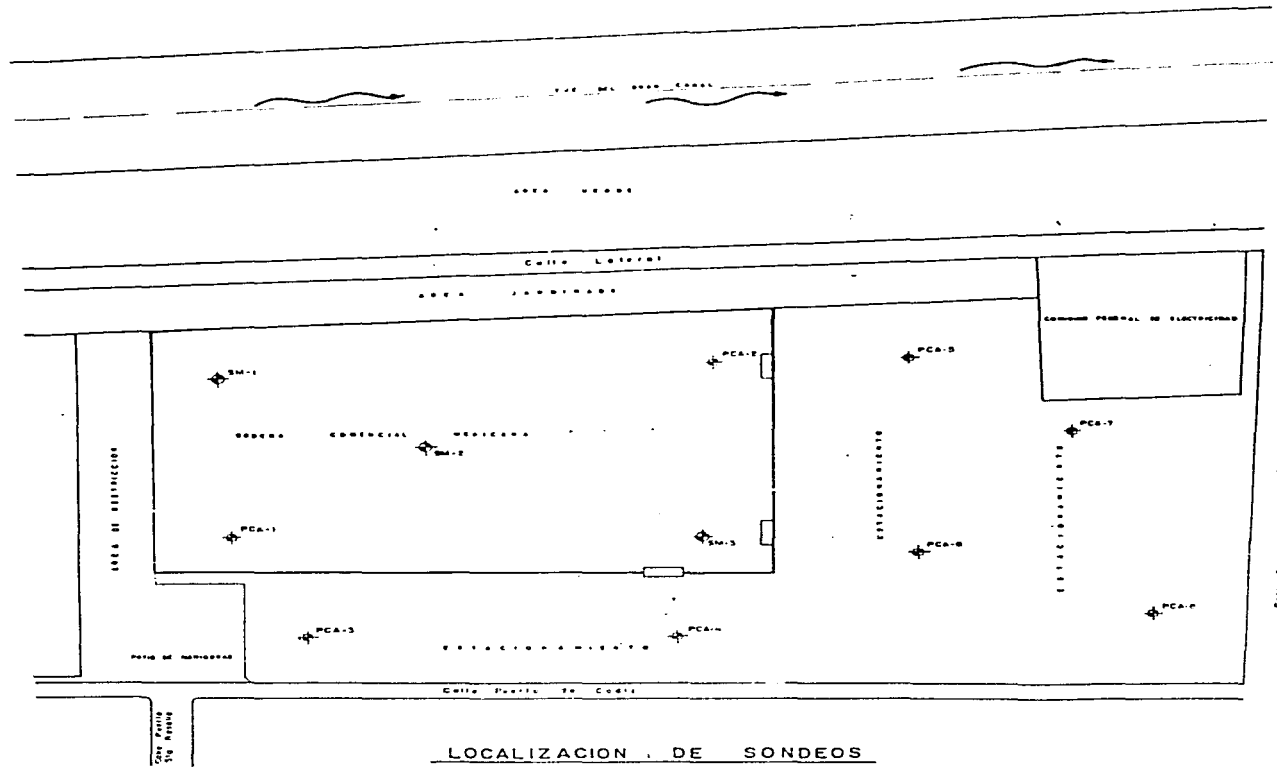
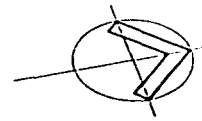


FIGURA No 5

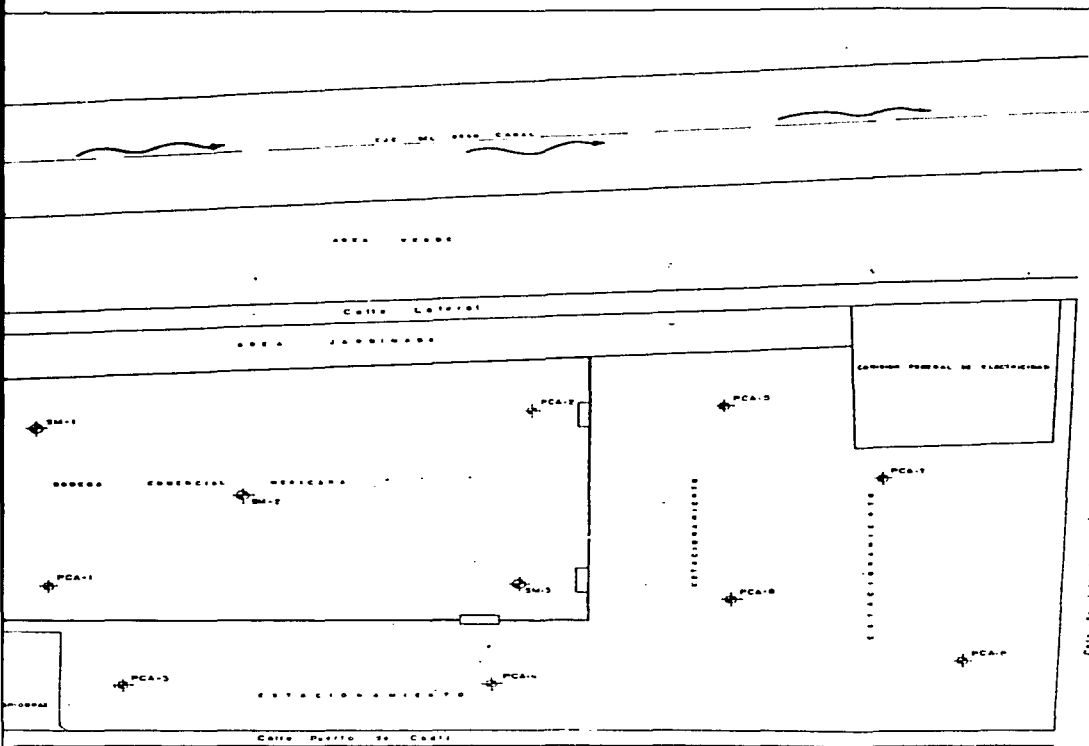
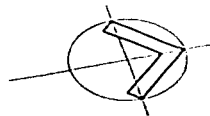


LOCALIZACION DE SONDEOS

CALLE PASADIZO
50 METROS



LOCALIZACION DE SONDEOS

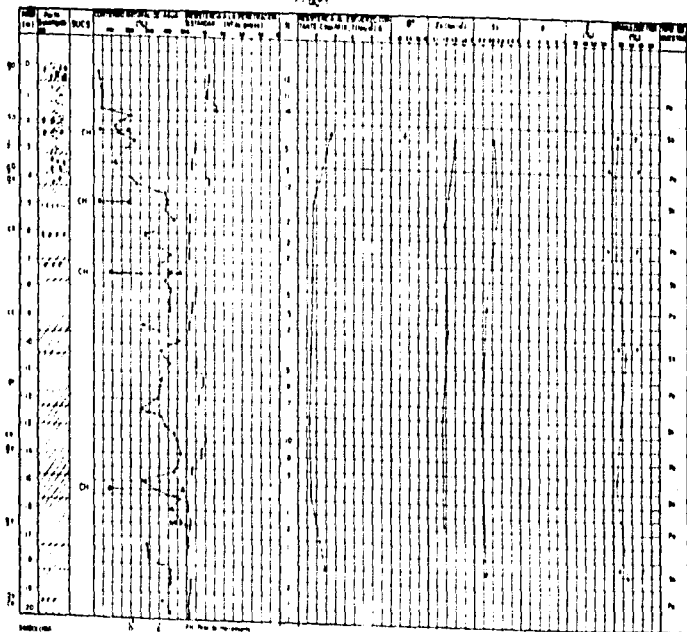


LOCALIZACION DE SONDEOS



OBRA No. _____
 LOCALIZACIÓN en las Laminas de la Carta No. 417

TIPO DE BORDOS No. 3
 COTA 0.0 en 0.00 22.00



LEYENDA

- Toposuelo
- Perfil A
- Perfil B
- Perfil C
- Perfil D
- Perfil E

- 1. Arena gruesa
- 2. Arena
- 3. Fango
- 4. Lodo
- 5. Arcilla
- 6. Esqueleto pedregoso
- 7. Grava gruesa
- 8. Grava
- 9. Piedra
- 10. Piedra de gran tamaño
- 11. Piedra de gran tamaño
- 12. Piedra de gran tamaño
- 13. Piedra de gran tamaño
- 14. Piedra de gran tamaño
- 15. Piedra de gran tamaño
- 16. Piedra de gran tamaño
- 17. Piedra de gran tamaño
- 18. Piedra de gran tamaño
- 19. Piedra de gran tamaño
- 20. Piedra de gran tamaño
- 21. Piedra de gran tamaño
- 22. Piedra de gran tamaño
- 23. Piedra de gran tamaño
- 24. Piedra de gran tamaño
- 25. Piedra de gran tamaño
- 26. Piedra de gran tamaño
- 27. Piedra de gran tamaño
- 28. Piedra de gran tamaño
- 29. Piedra de gran tamaño
- 30. Piedra de gran tamaño
- 31. Piedra de gran tamaño
- 32. Piedra de gran tamaño
- 33. Piedra de gran tamaño
- 34. Piedra de gran tamaño
- 35. Piedra de gran tamaño
- 36. Piedra de gran tamaño
- 37. Piedra de gran tamaño
- 38. Piedra de gran tamaño
- 39. Piedra de gran tamaño
- 40. Piedra de gran tamaño
- 41. Piedra de gran tamaño
- 42. Piedra de gran tamaño
- 43. Piedra de gran tamaño
- 44. Piedra de gran tamaño
- 45. Piedra de gran tamaño
- 46. Piedra de gran tamaño
- 47. Piedra de gran tamaño
- 48. Piedra de gran tamaño
- 49. Piedra de gran tamaño
- 50. Piedra de gran tamaño



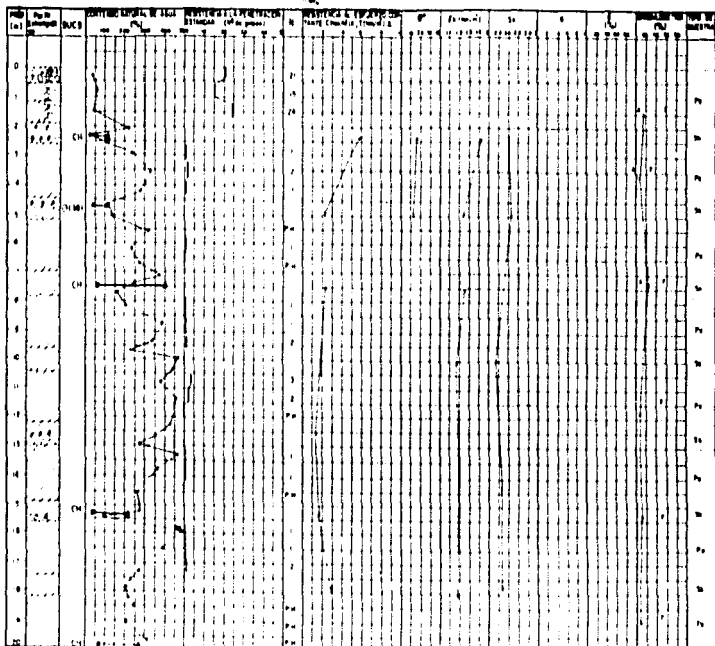
OBRA No.

LOCALIZACION AV. SAN JUAN DE AMARU

TIPO DE SONDEO No. 3

No. 67

COTA 0.0 = 817.11 m



1. Arena gruesa
2. Arena mediana
3. Arena fina
4. Limo grueso
5. Limo fino
6. Arcilla
7. Grava gruesa
8. Grava mediana
9. Grava fina
10. Piedra
11. Esqueleto
12. Marga
13. Marga arenosa
14. Marga arcillosa
15. Marga calcárea
16. Marga silíceo-calcareo
17. Marga silíceo-arcillosa
18. Marga silíceo-calcareo-arcillosa
19. Marga silíceo-arcillosa-calcareo
20. Marga silíceo-arcillosa-calcareo-silíceo
1. Dureza de bloques
2. Dureza
3. Resistencia
4. Resistencia a la tracción
5. Resistencia a la compresión
6. Resistencia a la flexión
7. Resistencia a la torsión
8. Resistencia a la rotación
9. Resistencia a la vibración
10. Resistencia a la erosión
11. Resistencia a la congelación
12. Resistencia a la desmenuzación
13. Resistencia a la desmenuzación por choque
14. Resistencia a la desmenuzación por choque y vibración
15. Resistencia a la desmenuzación por choque y vibración y congelación
16. Resistencia a la desmenuzación por choque y vibración y congelación y desmenuzación
17. Resistencia a la desmenuzación por choque y vibración y congelación y desmenuzación y erosión
18. Resistencia a la desmenuzación por choque y vibración y congelación y desmenuzación y erosión y congelación
19. Resistencia a la desmenuzación por choque y vibración y congelación y desmenuzación y erosión y congelación y desmenuzación
20. Resistencia a la desmenuzación por choque y vibración y congelación y desmenuzación y erosión y congelación y desmenuzación y erosión y congelación y desmenuzación



L) CONTENIDO DE AGUA %
 LL LIMITE LIQUIDO %
 LP LIMITE PLASTICO %
 IP INDICE DE PLASTICIDAD %
 Ss SEMBRADA DE SOLIDOS
 CL CONTRACCION LINEAL %
 LULI PRUEBA TRIAXIAL NO CONSOLIDADA
 NO DREJADA
 C CEMENTO (kg/m³)
 B ANGULO DE FRICCION INTERNA (°)

g) PESO VOLUMETRICO HUMEDO
 O ARENA %
 A ARENA %
 F FMS %
 CBRnet coeficiente de soporte en estado natural %
 CBRcomp coeficiente de soporte en estado compactado %
 g) max PESO VOLUMETRICO SECO (kg/m³)
 L) coef CONTENIDO DE AGUA OPTIMO

OBRA No.

LOCALIZACION: Av. San
 Juan de Araya No. 637

TIPO DE SONDEO: U-1

B.A.F.

PROF. m	DESCRIPCION	PERFIL	GRUP. PUSE		LP	IP	CL	G	A	F	Ss	C	M	W	CBA net	CBA comp	CBA	CBA	OBSERVACION	
			LL	LL																
	Luna de concreto																			
	Avilla arena para lim. na. (tepetate)																			
	Avilla arena		M	47.6	49.3	11.7		0.11	47.0	11.0	2.52				1.53	4.0				

RELLENO

ARCILLA

LMO

ARENA

GRAVA

MATERIA ORGÁNICA

FIGURA No. 11



L) CONTENIDO DE AGUA, %
 LL) LIMITE LIQUIDO, %
 LP) LIMITE PLASTICO, %
 Ip) INDICE DE PLASTICIDAD, %
 Ss) GRANJAS DE BOLONOS
 CL) CONTRACCION LINEAL, %
 LAL) PRUEBA TRIAXIAL NO CONSOLIDADA
 NO DISEÑADA
 C) CONTENIDO (100/2)
 B) AMPLIO DE FRICCION INTERNA (B)

Ss) PESO VOLUMETRICO HUMEDO
 O) GRASA, %
 A) AGUA, %
 F) FIBRA, %
 CBR) valor de soporte de acuerdo al estado natural %
 CBR) valor de soporte de acuerdo al estado compactado %
 Ss) PESO VOLUMETRICO SECO (HUMEDO)
 L) PESO VOLUMETRICO SECO (OPTIMO)

OBRA No.

LOCALIZACION Av. San Juan
de Araya No. 617

TIPO DE SONDEO: HA-5

N.A.F.

PROF. m.	DESCRIPCION	PERNA	MUESTRA	ANALISIS											OBSERVACION										
				LJ	LL	LP	Ip	CL	O	A	F	Ss	C	B		Ss	CBR	CBR	10%	20%					
0.20	Sección constituida por pedacera de roca de función empacadas en arcilla arenosa.																								
0.40																									
0.60																									
0.80	Arcilla limosa		PH	15.0	58	32.4			0.00	0.00	0.4														
1.00																									

RELLENO

ARCILLA

LIMO

ARENA

GRAVA

MATERIA ORGÁNICA

FIGURA No. 1



C) CONTENIDO DE AGUA, %
 LL LIMITE LIQUIDO, %
 LP LIMITE PLASTICO, %
 Ip MODE DE PLASTICIDAD, %
 Ss BONDAD DE BOLIDOS
 CL CONTRACCION LINEAL, %
 ULL TIEMPO TRANSITO DE CONSOLIDACION
 DE DISEÑO
 C COEFICIENTE (1/m²/s)
 B ANILLO DE PRECION INTERNA (Ø)

Fñ PERO VOLUMENICO HUMEDO
 O GRASA, %
 A ARENA, %
 F FMO, %
 CDF_{test} valor relativo de separa en estado natural %
 CDF_{residuo} valor relativo de separa de impureza y compactada %
 Fñ_{test} PERO VOLUMENICO SECO (masa/m³)
 C_{opt} CONTENIDO DE AGUA OPTIMO

OBRA No.

LOCALIZACION: AV. SAN
 JUAN DL ARAGON No. 617

TIPO DE SONDEO: CA-6

N.A.F.

PROF. m	DESCRIPCION	PENET. (mm)	C	LL	LP	Ip	CL	O	A	F	Ss	U	V	C _{DF}	C _{DF}	C _{DF}	Fñ _{test}	Fñ _{residuo}	Fñ _{test}	C _{opt}	B	Ø	OBSERVACION	
																								z
0.20	Relleno constituido por pedacera de roca empacados en escoria de fundición																							
0.40																								
2.60	Arcilla limosa (gris obscura)																							
4.80	Arcilla (gris verdosa)		PL	49	34.9	28.5		0.0	16.0	4.0				1.54	4.24									



RELLENO



ARCILLA



LIM



ARENA



GRAS



MATERIA ORGANICA

FIGURA No 11

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS



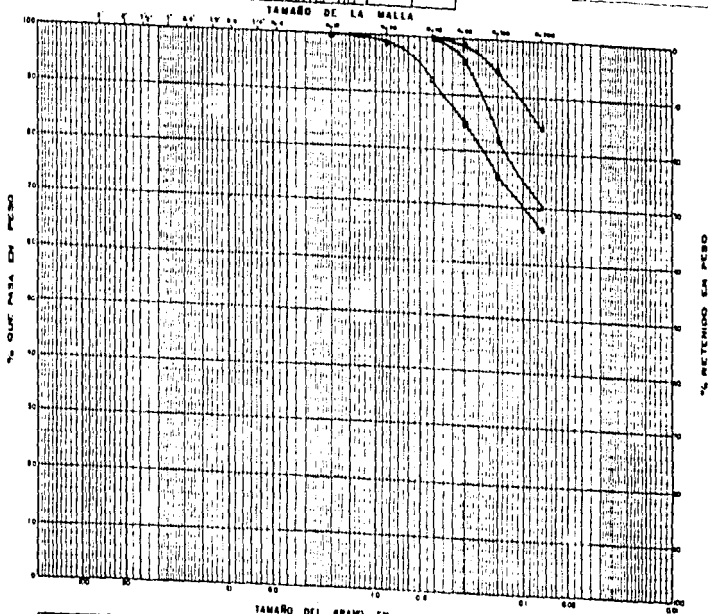
PUNDADES	MUESTRA	SÍMBOLO	Pa		P ₁₀		P ₃₀		P ₅₀		P ₇₀		P ₉₀		GRUPO
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	
1.60-1.00	1	—													
1.00-0.50	1	—													
1.10-1.30	2	—													

OBRA N° _____

LOCALIZACIÓN San Juan de Aragón

No. 617

TIPO DE SONDEO PCA.-1



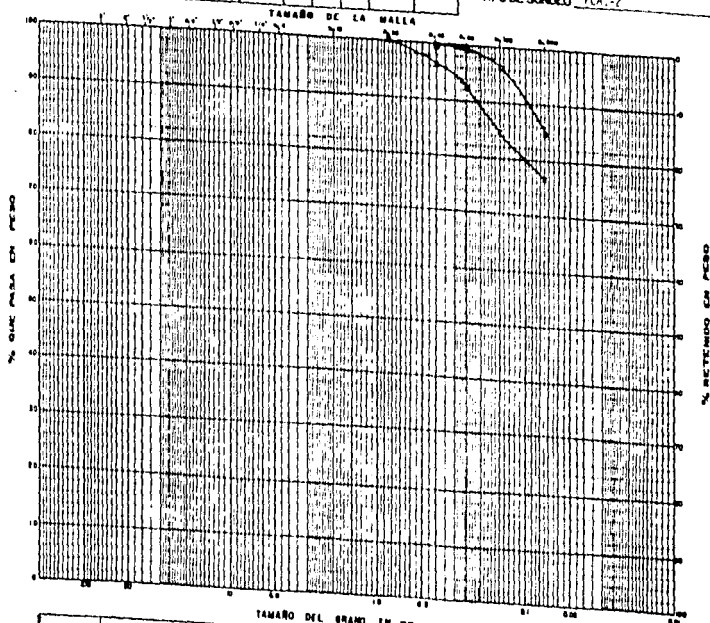
BOLEDO	GRUPO				LÍM. IN. DE MLLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	FINA	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS



PROPÓSITO	MUESTRA	DIÁMETRO	D ₁₀	D ₃₀	D ₅₀	C _u	C _l	C _u / C _l	GRASA	AREA	FIBRA	OPORTUNIDAD DEL MUESTRO	GRUPO P. O. C. S.
=	Nº	mm	mm	mm	mm	%	%	%	%	%	%	%	
0.90-1.10	1								0	24	76		
1.70-1.90	2								0	14	86		

OBRERA N° _____
 LOCALIZACIÓN Rv. San Juan de Acagón
 - No. 617
 TIPO DE SONDEO P.C.A. - 2



MUESTRA	GRUPO A			GRUPO B		
	GRUESA	FINA	GRUESA	GRUESA	FINA	FIBRA

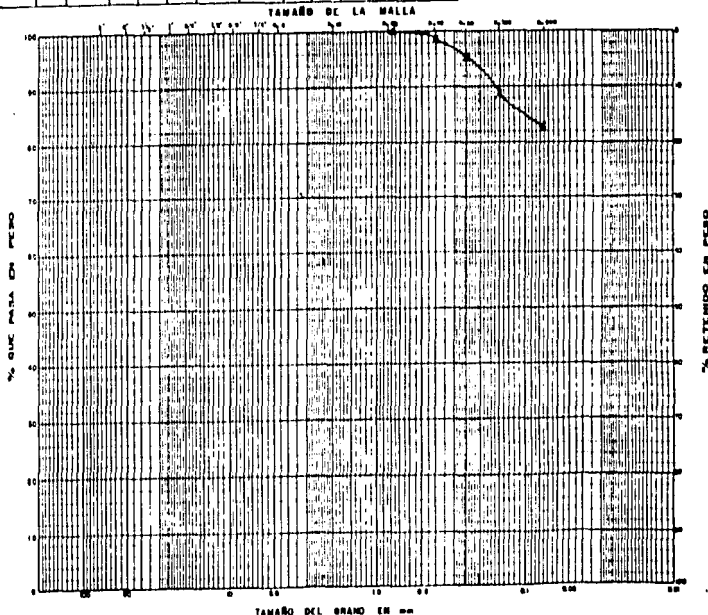
FIGURA N.º 17

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS



PROFUNDIDAD	METRO	DIBUJO	GRUPO			TIPO DE MUESTRA			ESTADO	FECHA	LABOR	ANÁLISIS	GRUPO
			1	2	3	1	2	3					
0.60-1.00	1								0	17	21		

OBRAS N° _____
 LOCALIZACIÓN Av. San Juan de _____
 Aragon No. 617 _____
 TIPO DE SONDEO FCA-3 _____



BOLEDO	GRUVA			MEDIA			FINO	
	GRUVA	FINA	GRUVA	MEDIA	FINA	LINDA	ARCILLA	

FIGURA No. 1A

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS



PROFUNDIDAD	CANTIDAD	SIEDELO	S ₁₅	S ₃₀	S ₄₅	S ₆₀	S ₇₅	S ₉₀	S ₁₀₅	S ₁₂₀	GRANOS	FINES	FINES	PERCENTUAL	GRANOS
m	kg	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	%	%	%	%	mm
0.60-1.00	1	0.075									0	16	84		
		0.15													
		0.30													
		0.60													

OBRA N° _____

LOCALIZACIÓN Av. San Juan de Aragón No. 617

TIPO DE SONDEDOR PCA-6

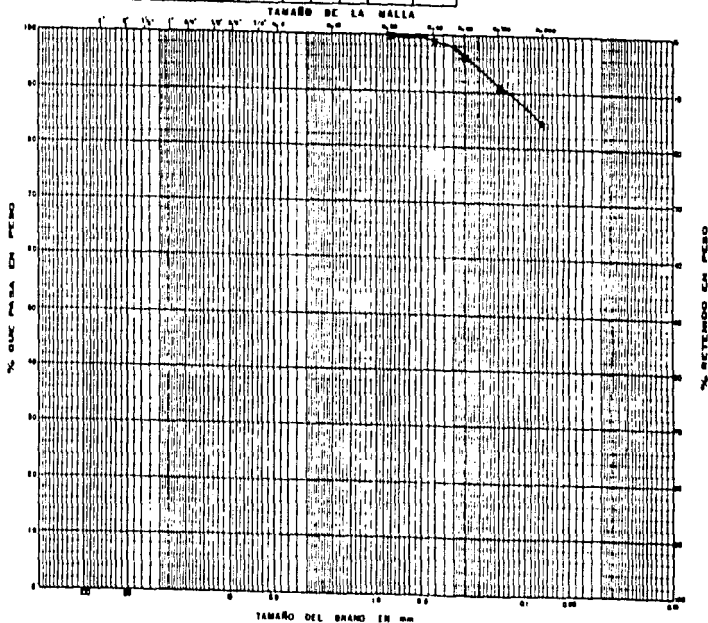


FIGURA No. 21

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS

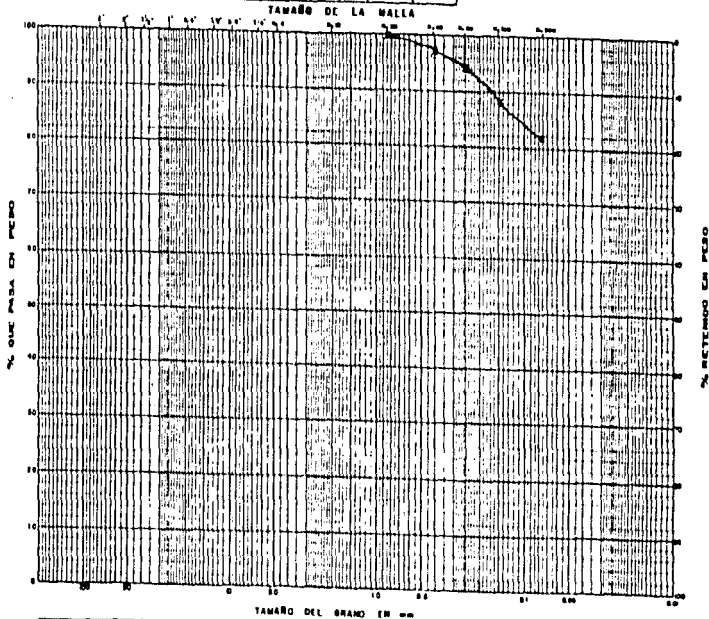


PROFUNDIDAD m	ALTIMETRIA m	DIÁMETRO mm	TAMANO DE LA MALLA										GRANOS mm	AREA mm ²	FINES %	MUESTREO POR MUESTRO	GRUPO S.M.E.D.			
			20	30	40	60	80	100	150	200	300	425						600		
0.60-1.00	1	→														0	18	82		
		→																		
		→																		

OBRA N° _____

LOCALIZACION Av. San Juan
de Aragon No. 617

TIPO DE SONDEO PCA-7



BOLEDO	GRASA			MEDIANA			FINES		
	GRASA	FINES		GRASA	MEDIANA	FINES	LIN	TA	LLA

CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIA.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



NO CONSOLIDADA LLL CONSOLIDADA CU CONSOLIDADA CD
 NO DRENADA NO DRENADA DRENADA

PRUEBA No	C_u %	C_v %	el	el	(S_v) %	(S_v) %	σ'_{vc} ton/m ²	$K \cdot \sigma'_{vc}$ ton/m ²	V ton/m ³	ASPECTO DE RESISTENCIA AL ESP. CORTANTE
1		30.5					2.5	15.22	1.522	Ø = 19 "
2		39.1					5.0	17.02	1.515	
3		41.7					10.0	22.00	1.506	
4										Ø = 4.5 ton/m ²
5										

OBRA No
 LOCALIZACION AV SAN JUAN DE ARAUCO
 No. 617
 TIPO DE SONDEO PCA - 1
 MUESTRA No PROF. Q.I.-O.B.M.
 DESCRIPCION ARCILLA AMENSA. FOCO
 LIMOSA. CAPA GALIZA

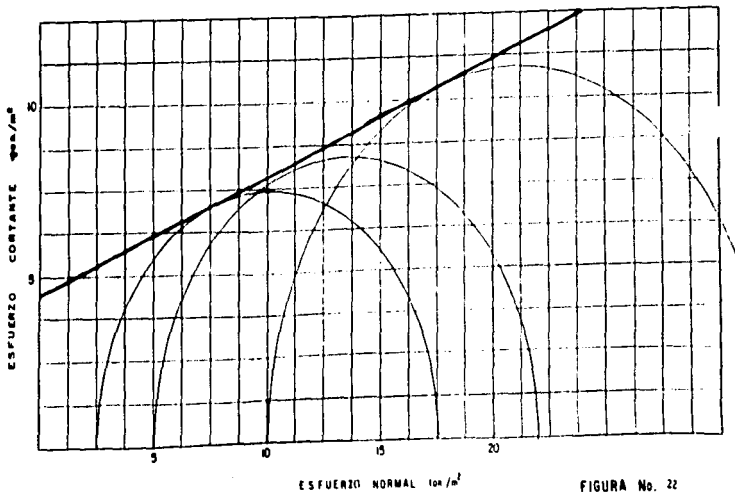


FIGURA No. 22



CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

NO CONSOLIDADA NO DRENADA		LUL <input checked="" type="checkbox"/> R		CONSOLIDADA NO DRENADA		CU <input type="checkbox"/>		CONSOLIDADA DRENADA		CD <input type="checkbox"/>	
PRUEBA No	C _u %	C _l %	e _i	e _f	(S _v) %	(S _v) %	σ _m ton/cm ²	σ _v - σ _m ton/cm ²	τ	MOMENTOS DE RESISTENCIA AL TSP CORTE	
1		37.0					2.5	20.77	1.553	Ø 130	c = 6.8 ton/cm ²
2		34.9				5.0	33.70	1.585			
3		38.6				10.0	43.57	1.582			
4											
5											

OBRA No. _____
 LOCALIZACION AY. SAN JUAN DE ARAUCO.
 No. 617
 TIPO DE SONDEO PCA-1
 MUESTRA No. 2 PROF. 110-130 m.
 DESCRIPCION ARCILLA GASE CLARO
 CALIZA CON POCA ARENA FINA
 Y RAICES FOSILES AISLADAS

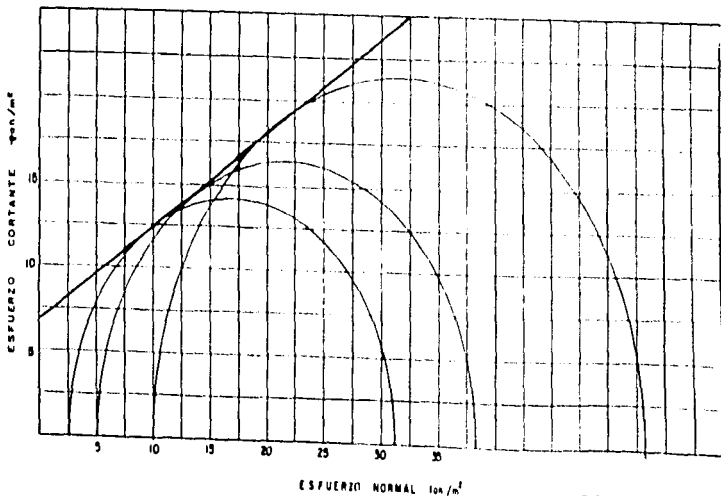


FIGURA No. 23



CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIA.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PRUEBA No	NO CONSOLIDADA NO DRENADA		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		CONSOLIDADA NO DRENADA		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		CONSOLIDADA DRENADA		<input type="checkbox"/>
	CU %	Cl %	ei	ef	(S ₁) %	(S ₂) %	σ'_m ton/m ²	σ'_v ton/m ²	τ ton/m ²	ANIMETROS DE RESISTENCIA AL ESP. CONSTANTE	
1		40.3					2.5	13.00	1.403		
2		41.1					5.0	16.26	1.466	Ø = 20 "	
3		41.9					10.0	21.40	1.516	c = 3.05 ton/m ²	
4											
5											

OBRA No _____
 LOCALIZACION Av. SAN JUAN DE ARABON
 No. 617
 TIPO DE SONDEO PCA-2
 MUESTRA No. 1 PROF. 0.9-1.10 m.
 DESCRIPCION Arena arenosa Lmo. med.
 tiempo colap. 30 seg.

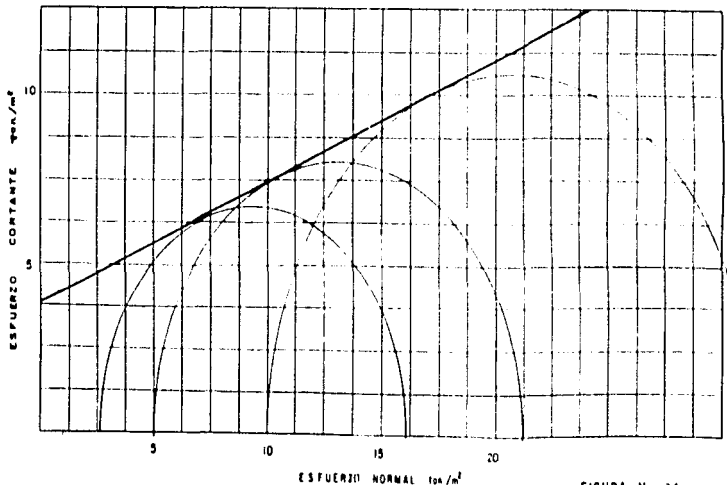


FIGURA No. 24



CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

NO CONSOLIDADA
NO DRENADA

UU

CONSOLIDADA
NO DRENADA

CU

CONSOLIDADA
DRENADA

CD

PRUEBA No	C _u %	C _v %	e _i	e _f	(S _r) _i %	(S _r) _f %	σ _m ton/m ²	σ _v - σ ₃ ton/m ²	τ ton/m ²	ANGULO DE RESISTENCIA AL ESP. CORTANTE
1	48.1						2.5	32.24	1.650	
2	47.5						5.0	35.76	1.650	φ = 26 °
3	48.0						10.0	44.84	1.662	
4										c = 0.5 ton/m ²
5										

OBRA No

LOCALIZACION AV. SAN JUAN DE ARABON

No. 517

TIPO DE SONDEO PCA 2

MUESTRA No 2 PROF. 17-1 P. M.

DESCRIPCION AICHO BRANCO LAD. COL. CERO

CO-10

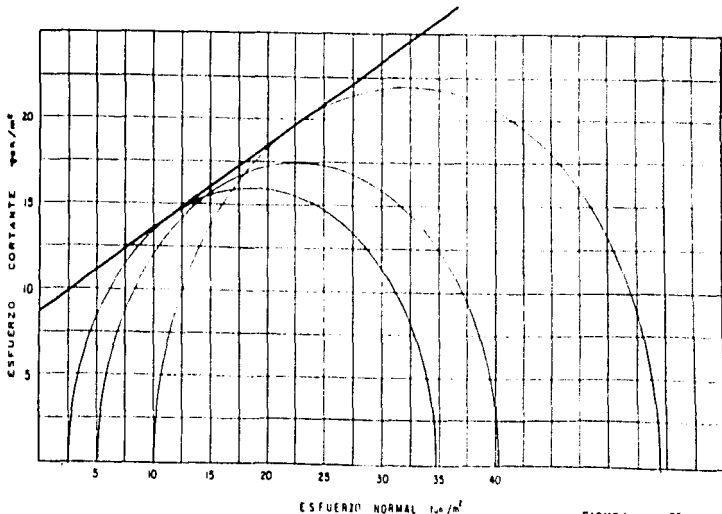


FIGURA No. 25



CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PRUEBA No	NO CONSOLIDADA NO DRENADA		<input checked="" type="checkbox"/> CONSOLIDADA NO DRENADA		CU <input type="checkbox"/> CONSOLIDADA DRENADA		CD <input type="checkbox"/>		PARAMETROS DE RESISTENCIA AL ESP. CONSTANTE
	C _u %	C _v %	e _i	e _f	(S _v) _i %	(S _v) _f %	σ _v ton/m ²	(σ _v - σ ₃) _u ton/m ²	
1		30.0					2.5	4.36	1.14
2		28.0					5.0	4.98	1.14
3		28.0	4				10.0	5.80	1.14
4									c = 1.85 ton/m ²
5									

OBRA No _____
 LOCALIZACION en SAN JUAN DE MADON
 No 817.
 TIPO DE SONDEO SM-1
 MUESTRA No 4 PROF. 1.8 - 2.6 m.
 DESCRIPCION ARCILLA CAFE ROJIZO

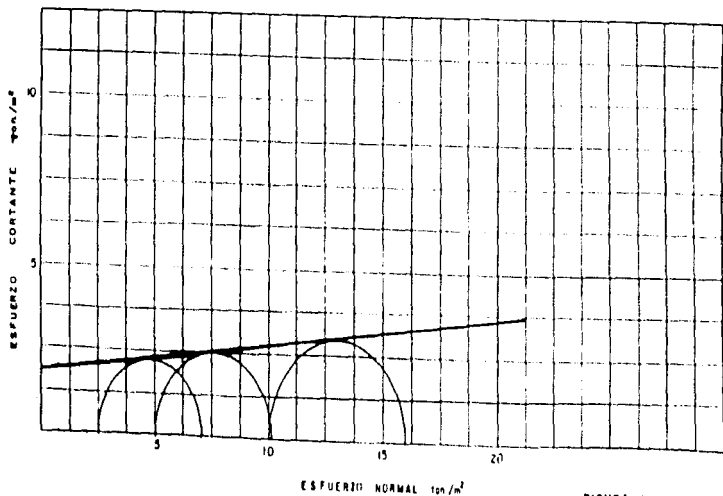


FIGURA No. 26



CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

NO CONSOLIDADA NO DRENADA CONSOLIDADA NO DRENADA CONSOLIDADA DRENADA

PRUEBA No.	C _u %	C _l %	e _i	e _f	(e _u) ₁ %	(e _u) ₂ %	V _w %	V _w - V _w %	γ	DIAMETRO DE RESISTENCIA AL ESP. CONSTANTE
1		100.0					2.5	7.97	1.23	Ø = 3" c = 3.6 ton/m ²
2		154.1					5.0	8.33	1.23	
3		91.5					10.0	8.22	1.23	
4										
5										

OBRA No. _____
 LOCALIZACION AV. SAN JUAN DE ARAGON
 No. 612
 TIPO DE SONDEO SM-1
 MUESTRA No. 8 PROF. 4A-2.2 m.
 DESCRIPCION ARCILLA GRIS VERDOSO

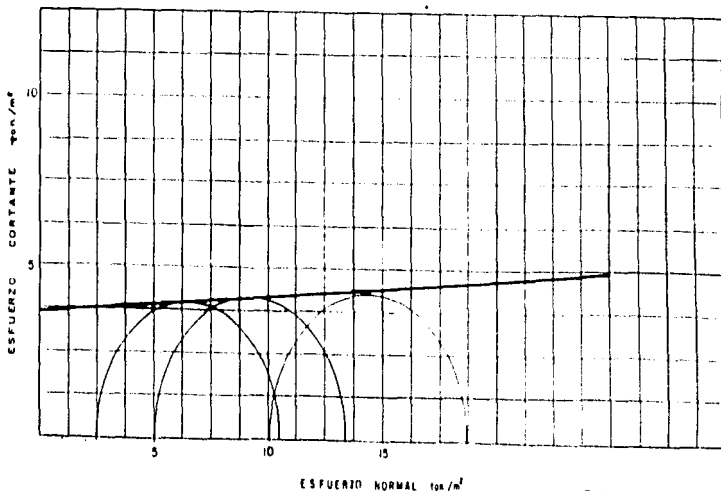


FIGURA No. 27



CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

NO CONSOLIDADA NO DRENADA		CONSOLIDADA NO DRENADA		CONSOLIDADA DRENADA		CONSOLIDADA DRENADA		CONSOLIDADA DRENADA	
PRUEBA No.	C _u %	C _l %	e _l	e _f	(e _u) %	(e _f) %	σ _v ton/m ²	σ ₃ ton/m ²	τ ton/m ²
1		12.1	0.8				2.5	11.24	1.28
2		11.36					3.0	13.00	1.32
3		11.00					0.0	13.00	1.29
4									
5									

OBRA No
LOCALIZACION: SAN JUAN DE ARAGON
No 617
TIPO DE SONDEO: SM-2
MUESTRA No. 4 PROF. LINDO-ZEBO M.
DESCRIPCION: ARELLA ARENOSA FINA
GRIS YERDOSA

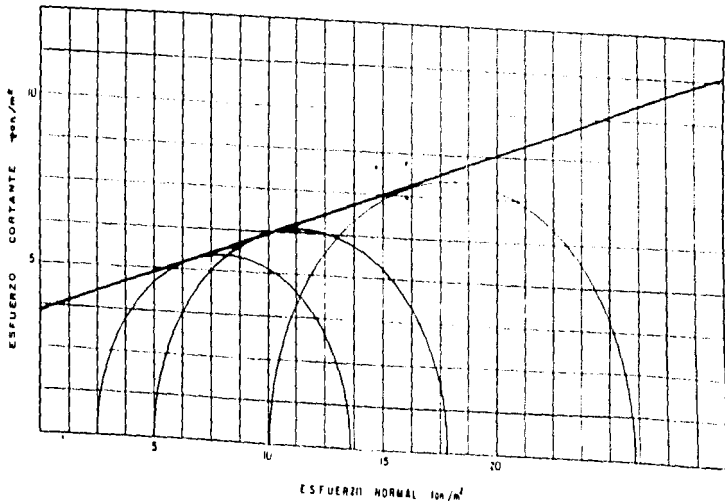


FIGURA No. 28



CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

NO CONSOLIDADA NO DRENADA		<input checked="" type="checkbox"/> U		CONSOLIDADA NO DRENADA		<input type="checkbox"/> CU		CONSOLIDADA DRENADA		<input type="checkbox"/> CD	
PALQUETA	C _u %	C _l %	e _i	e _f	(S _v) _i %	(S _v) _f %	σ _v _i ton/m ²	σ _v _f ton/m ²	σ ₃ ton/m ²	RESISTENCIA DE RESISTENCIA AL EMPUJE CONSTANTE	
1		91.54					2.0	17.50	1.53		
2		80.30					3.0	10.02	1.44	θ = 17 °	
3		88.87					5.0	23.66	1.42		
4											c = 5.0 ton/m ²
5											

OBRA No. _____
 LOCALIZACION BY SAN JUAN DE LOS RIOS No. 617
 TIPO DE SONDEO 54-3
 MUESTRA No. 4 PROF. 1.00-2.00 m
 DESCRIPCION ARCILLA GRIS VERDEA
 ARENOSA FINA CON FORMAS CALCAREAS

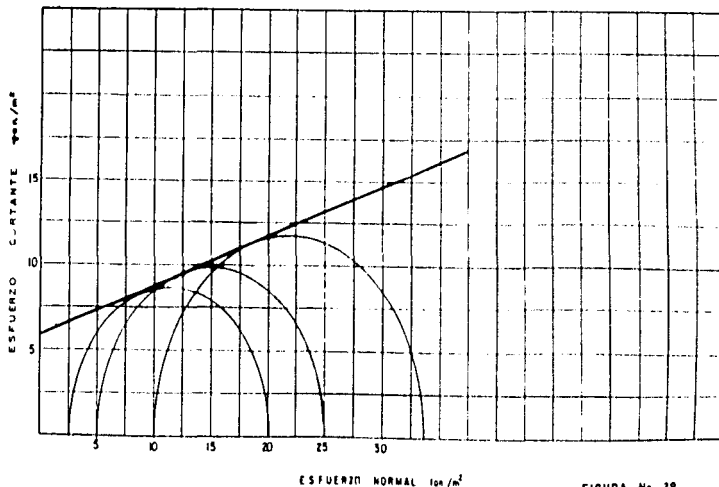


FIGURA No. 29



CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

NO CONSOLIDADA NO DRENADA CONSOLIDADA NO DRENADA CU CONSOLIDADA DRENADA CD

PRUEBA No	C _u %	C _v %	w _i	w _f	(S _u) _i %	(S _u) _f %	σ _v 10 ³ /m ²	σ ₁ - σ ₃ 10 ³ /m ²	τ 10 ³ /m ²	ángulo de resistencia al esp. cortante
1		133.0					2.5	7.30	1.23	φ = 13 ° c = 2.2 10 ³ /m ²
2		140.3					5.0	9.10	1.22	
3		123.7					10.0	11.85	1.32	
4										
5										

OBRA No _____
 LOCALIZACION AY SAN JUAN DE ARBORE No 617
 TIPO DE SONDEO SM-3
 MUESTRA No 0 PROF. 4.4 a 5.2 m.
 DESCRIPCION ARCILLA POCO ARENOSA
 GRIS VERDOSO S
 DRUMCSO

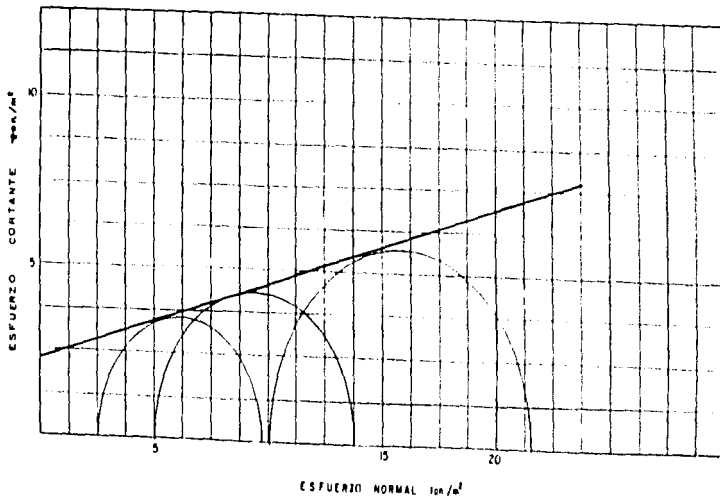


FIGURA No. 30

Laboratorio de Mecánica de Suelos
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Obra N° _____ Sondeo SM-1 Localización CM. ARAGON

SÍMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD W (%) e_0 S (%) ρ (kg/cm³) β (kg/cm²) ρ_s (kg/cm³)
(cm)

X ——— X Δ 1.80-2.60 360 8.3 100 0.64

P_a = PRESION APLICADA P = PRESION TOTAL P_e = PRESION EFECTIVA H_c = CARRA DE RECONSOLIDACION

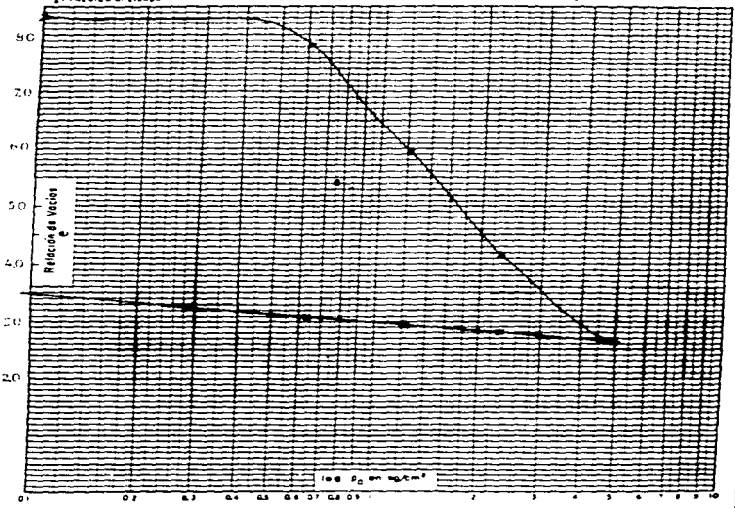


FIGURA N° 31

Laboratorio de Mecánica de Suelos
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Obra N° _____ Sondeo SN=1 Localización CM BRACON

SÍMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD (m) w (%) w_p (%) p (kg/cm²) ρ (kg/cm³) ρ_s (kg/cm³)

X — X 8 4.40-5.20 154.4 4.18 49 1.39

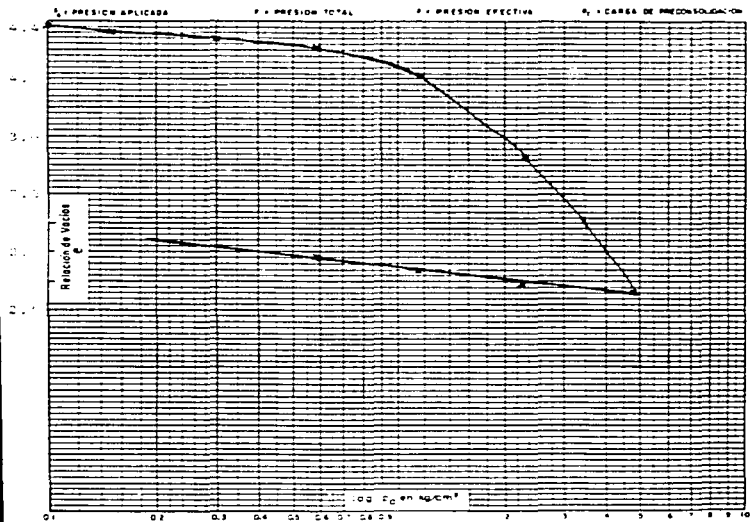


FIGURA N° 32

Laboratorio de Mecánica de Suelos
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Obra N° _____ Sondeo _____ m. Localización _____ ARAGON

SÍMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD (m) ea 5r(%) p (kg/cm²) p (kg/cm²) p (kg/cm²)

X 12 7.0-7.40 152 10 102 0.4

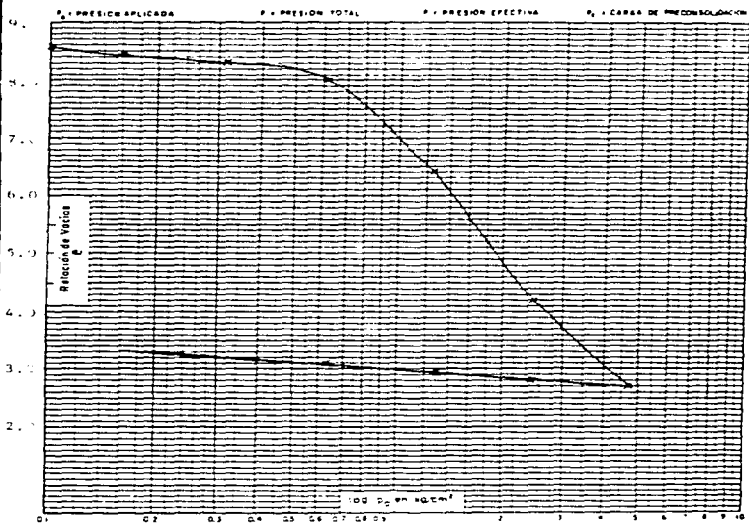


FIGURA N° 3.1

Laboratorio de Mecánica de Suelos
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Obra N° _____ Sondaje SM-1 Localización (C.M.) ARAGON

SÍMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD (cm) ω (%) e_0 S_r (%) ρ_s (g/cm³) ρ_w (g/cm³) ρ_s (g/cm³)

X _____ 24 14.80-15.60 491 96.4 98 0.75

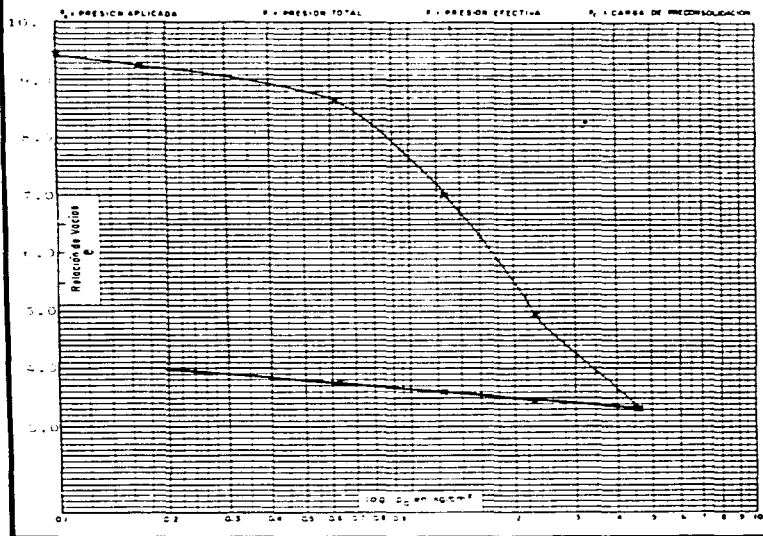


FIGURA NR. 34

Laboratorio de Mecánica de Suelos
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Obra N° _____ Sondeo _____ (Metros) Localización (C.M., ARAGON)

SÍMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD (cm) (Pie) σ_1 (kg/cm²) (lb/inch²) σ_2 (kg/cm²) (lb/inch²)
 (cm)

X _____ Y _____ H _____ W _____ D _____

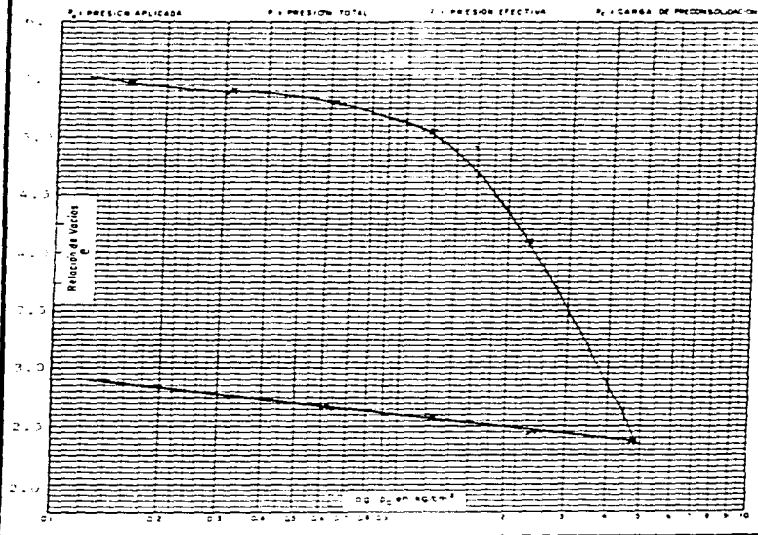


FIGURA N° 111

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Obra N° _____ Sondeo SM-1 Localización RM ARACON

SÍMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD (m) 0.51 w_0 (%) 51 p_0 (kg/cm²) 0 ρ (kg/cm³) 1.94 ρ_s (kg/cm³) _____

X _____ X 20 12.20-1.30 14.92 7.7 94 12.62

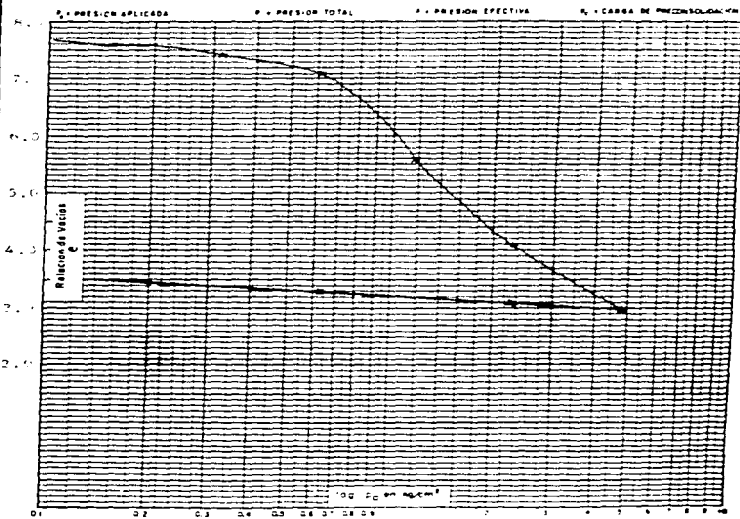


FIGURA N° 36

Laboratorio de Mecánica de Suelos
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Obra N° _____ Sonda _____ Localización MM. APAGON

SÍMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD (m) w_p (%) w_L (%) ρ (g/cm³) ρ_s (g/cm³) ρ_w (g/cm³)

X _____ X 40 26.0 26.6 200.4 2.7 1.0 1.0 0.52

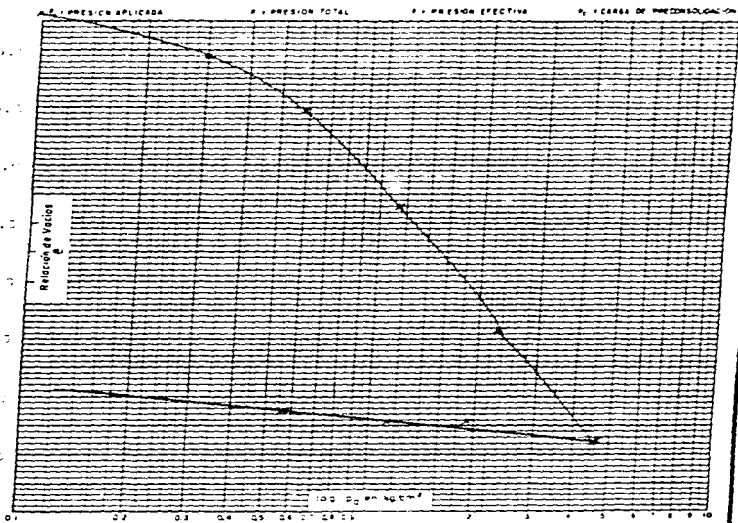


FIGURA N° 17

Laboratorio de Mecánica de Suelos
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Obra N° _____ Sonde _____ Mts. Localización TM. ARAGON

SÍMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD (cm) (Pie) (Mts) (Pie/cm) (Mts/cm) (Pie/cm)

X _____ Y H 4.40-5.20 141.5 1.12 94 1.1

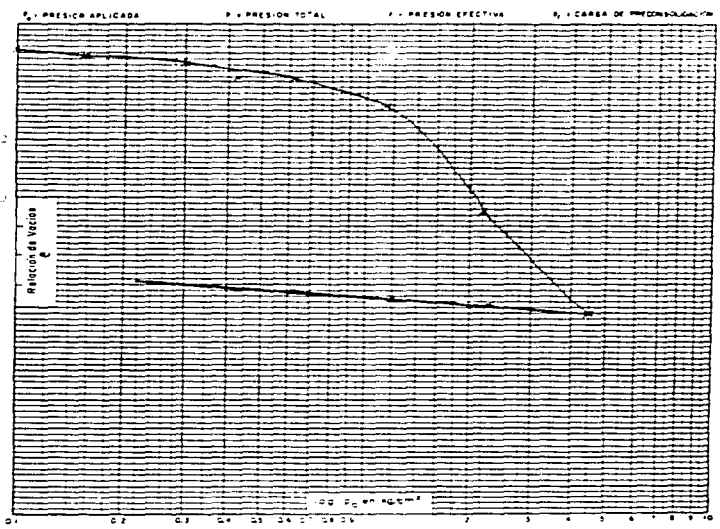


FIGURA N° 34

Laboratorio de Mecánica de Suelos
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Obra N° _____ Sondeo SM-7 Localización CM - YACON
 SIMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD W_i (%) e_0 S_r (%) ρ (kg/cm³) ρ_s (kg/cm³) ρ_w (kg/cm³)
N N 16 9.60-10.40 63 9.5 104 0.54

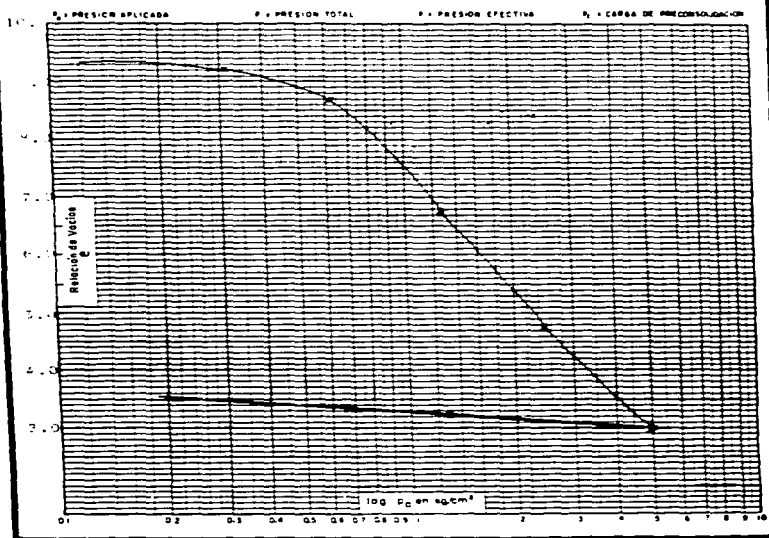


FIGURA N° 39

Laboratorio de Mecánica de Suelos
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Obra N° _____ Sonda _____ Localización _____

SÍMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD (cm) w (%) e_0 S_r (%) p_{10} (kg/cm²) p_{20} (kg/cm²) p_c (kg/cm²)

N° _____ 29 17.40-18.20 14.24 1.1 105 _____

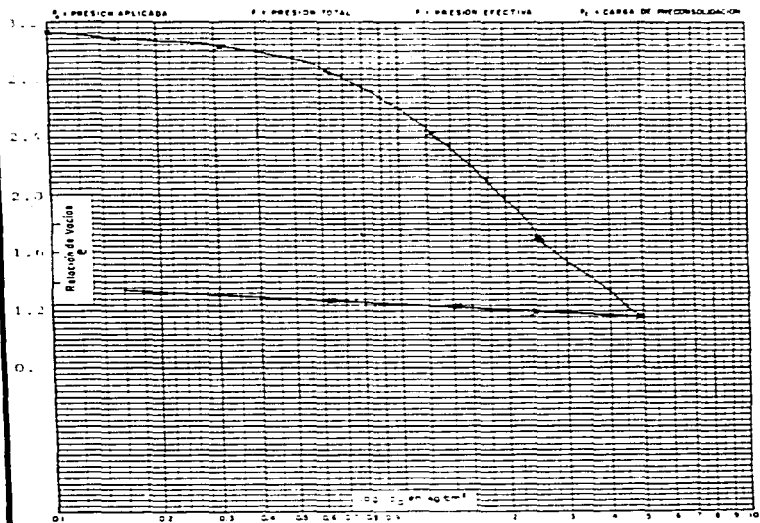
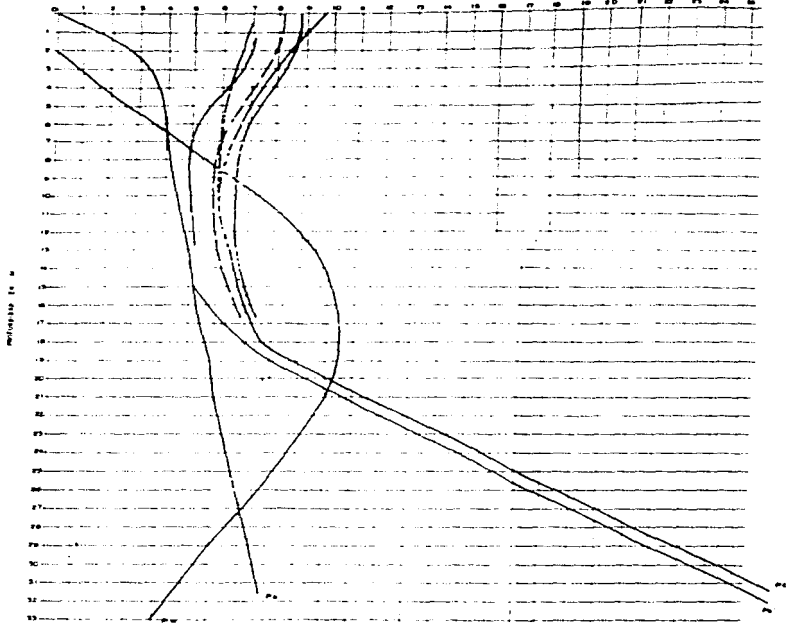


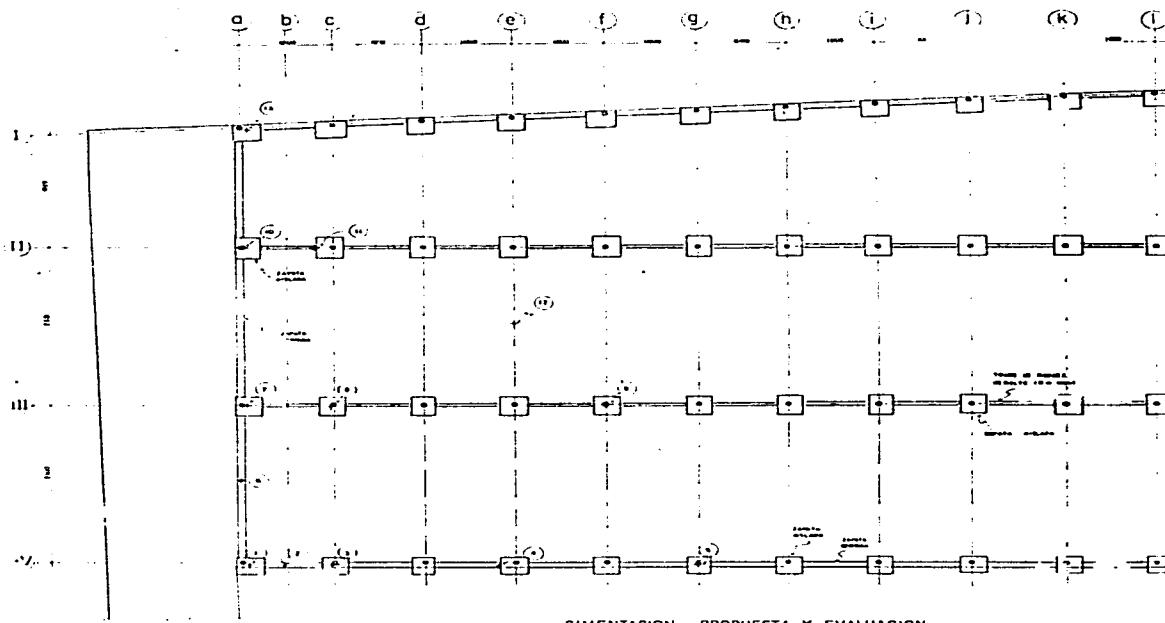
FIGURA N° 40

DESIGN IN TONNES

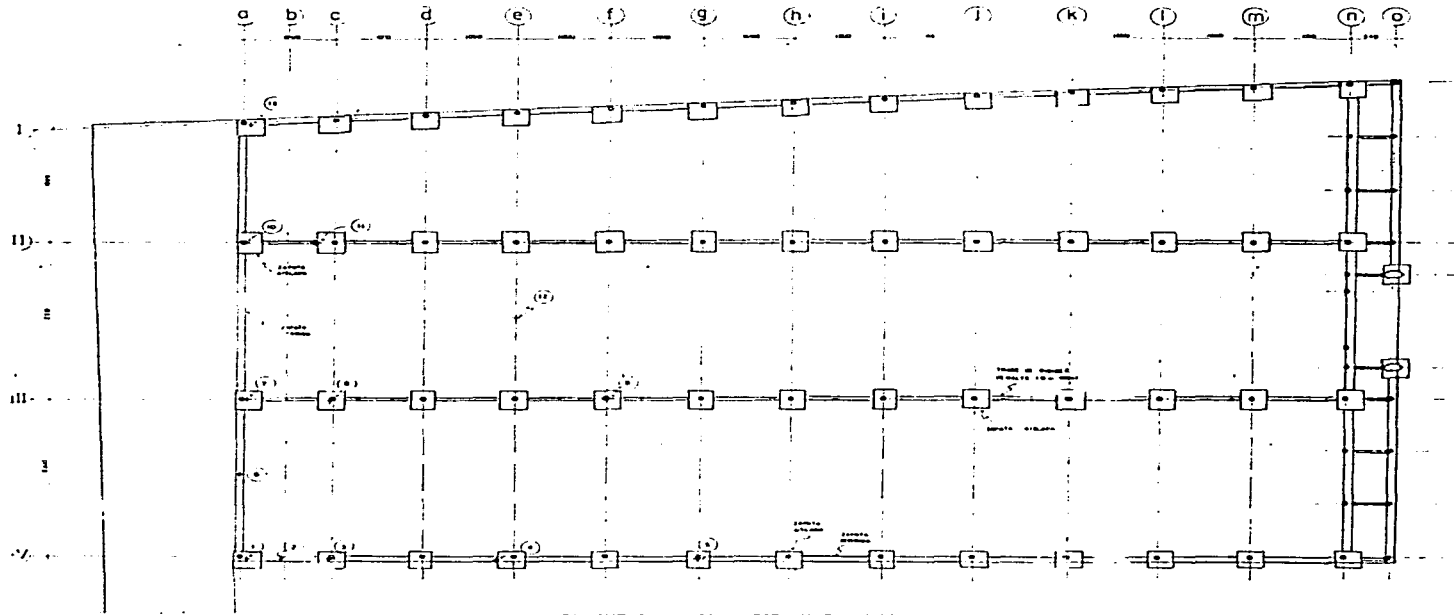


- COMERCASA**
- P1 Presión del viento
 - P2 Presión negativa
 - P3 Presión del mar
 - P4 P. de abrigo de agua

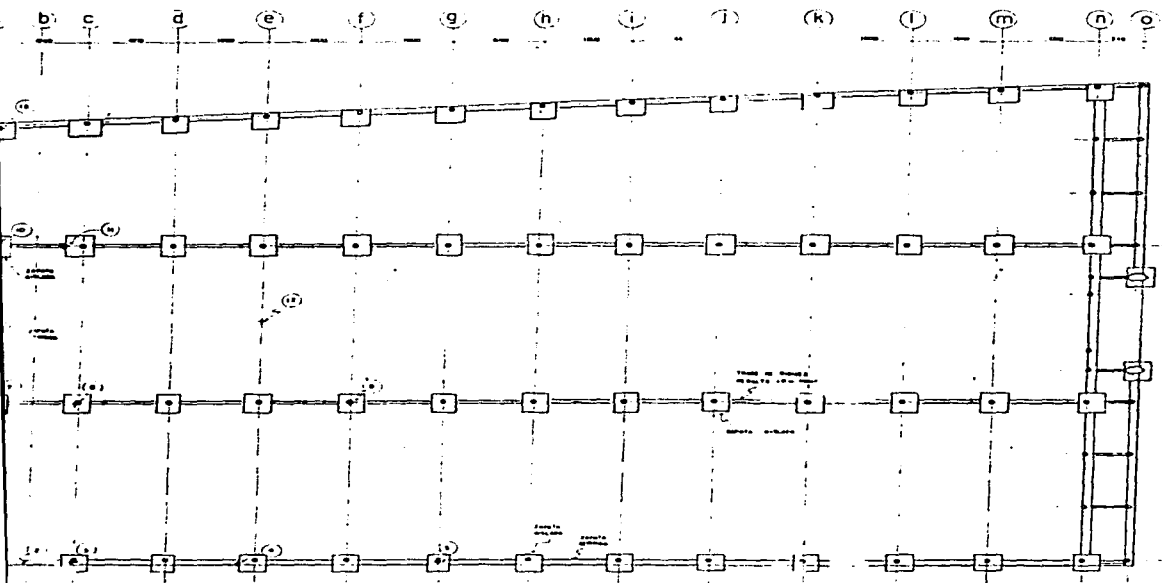
FIGURA No. 41



CIMENTACION PROPUESTA Y EVALUACION DE ASENTAMIENTOS.

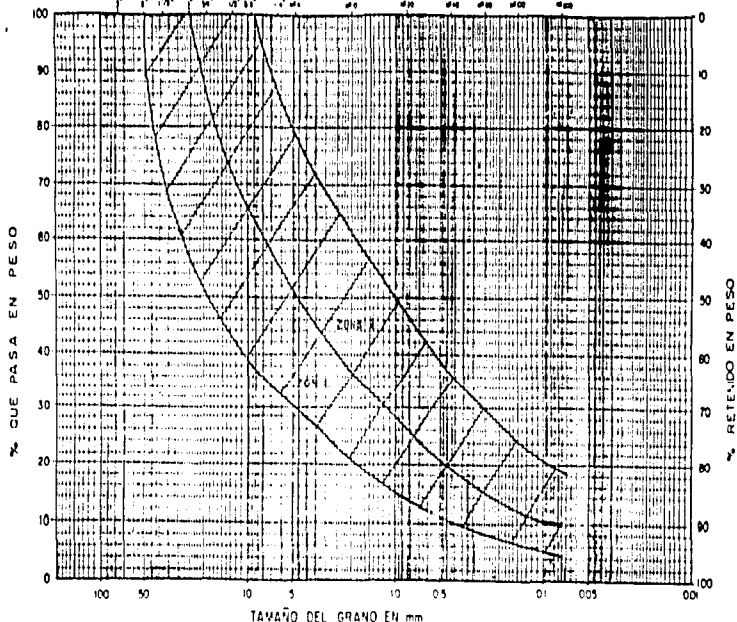


CIMENTACION PROPUESTA Y EVALUACION
DE ASENTAMIENTOS.



CIMENTACION PROPUESTA Y EVALUACION
DE ASENTAMIENTOS.

MALLA U.S. ESTANDAR



GRASA				ARENA			LIMO o ARCILLA
GRUESA	FINA		GRUESA	MEDIANA	FINA		

N.º DE MUESTRA	MEDIA	N.º	SIMBOLO	D_4	D_{10}	D_{30}	C_u	C_c	D_{60}	GRASA	ARENA	FINOS	EQUIVALENTE A LA CLASIFICACION	GRUPO SUCS
				mm	mm	mm	-	-	%					
ZONAS 1 y 2 ESPECIFICACIONES PARA BASE														

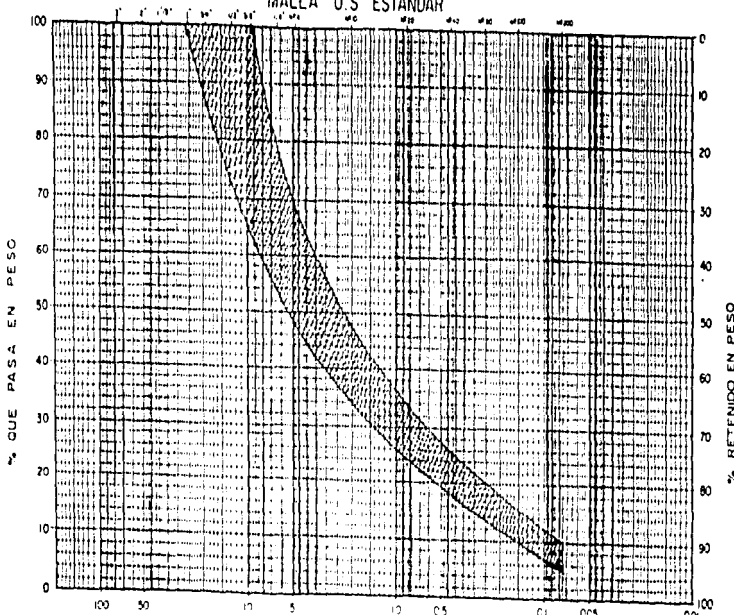
ANALISIS GRANULOMETRICO POR MALLAS

OPERA POR _____

LOCALIZACION _____

SOBRE: FIGURA No 43

MANEJO U.S. ESTANDAR



TAMANO DEL GRANO EN mm

GRASA		ARILLA		LIMO o ARCILLA	
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIANA	FINA	

POTENCIAL PLASTICO	INDICE DE FLUJIDAZ	SIMBOLO	D ₁₅	D ₃₀	D ₆₀	C _u	C _c	GRASA	ARENA	FINOS	GRANULOMETRIA
MEM	PI		mm	mm	mm			%	%	%	AL. CAL. SUCS

ESPECIFICACION DE GRANULOMETRIA PARA CARPETA ASFALTICA

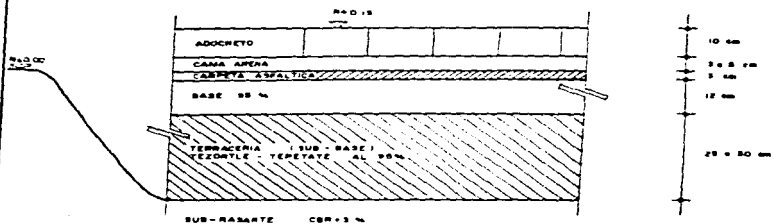
ANALISIS GRANULOMETRICO POR MALLAS

CERRA NO. _____

LOCALIZACION _____

SUMED FIGURA No 44

COMERCIAL MEXICANA
ARAZON

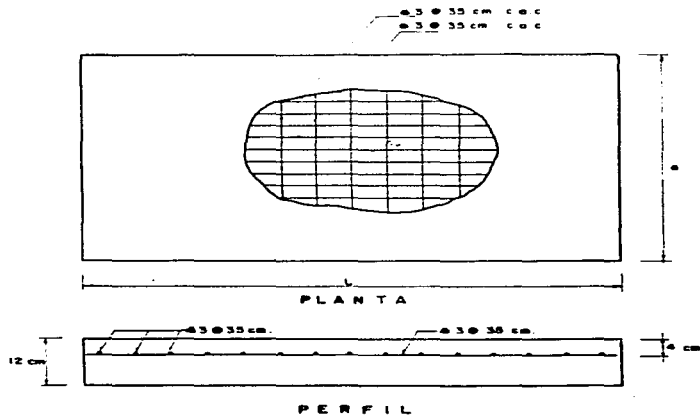


CORTE ESQUEMATICO DEL PAVIMENTO (ADOCRETO)

Nota:

La base podrá ser la misma terracería - terracera
de un tipo proporción 33 - 33%, en peso, compactado
al 95 % en su P.V.S.M.

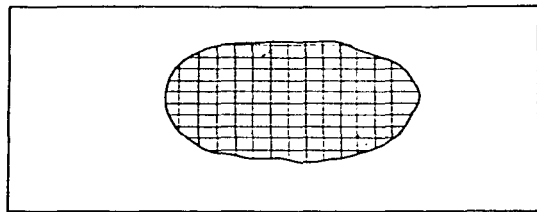
REFUERZO MEDIANTE VARILLAS
3/8" Ø (fy = 4200 kg/cm²)



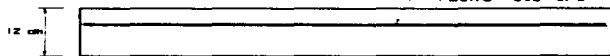
REFUERZO MEDIANTE MALLA
6x6 6/6 (fy = 5000 kg/cm²)

1 malla 6x6 2/2

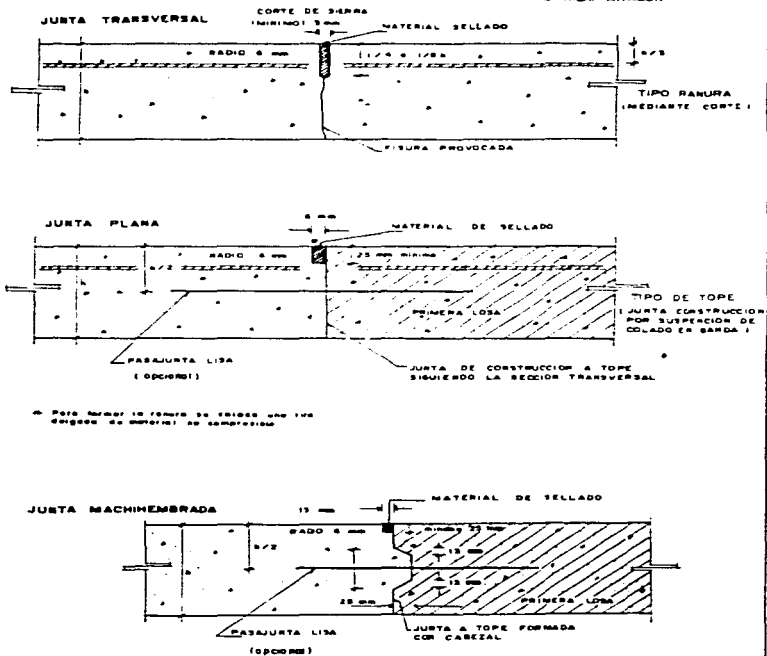
2 mallas 6x6 6/6 (cuadradas)



PLANTA

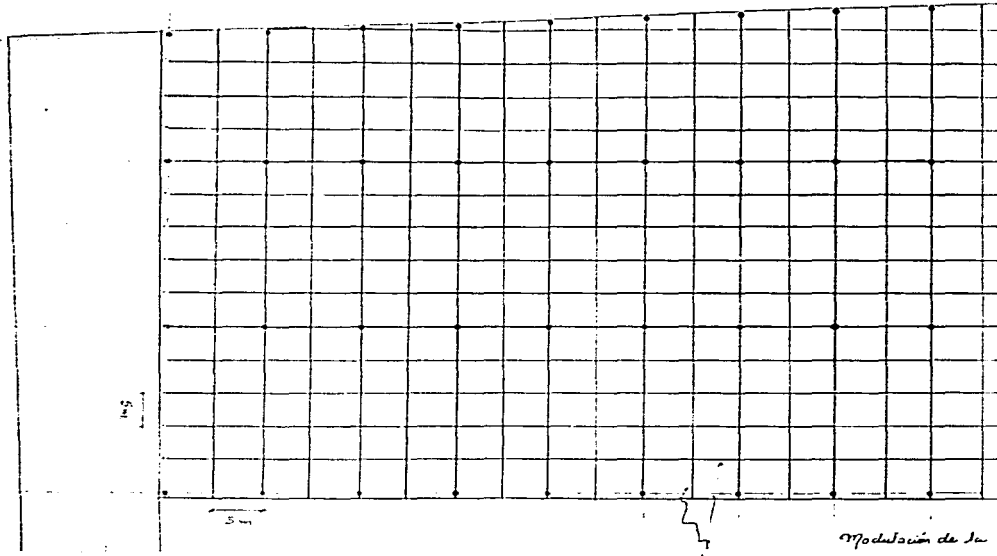


PERFIL



a b c d e f g h i j

I
II
III
IV



5 m

5 m

Junto
CONATELINA

Modificación de la

2000 1100

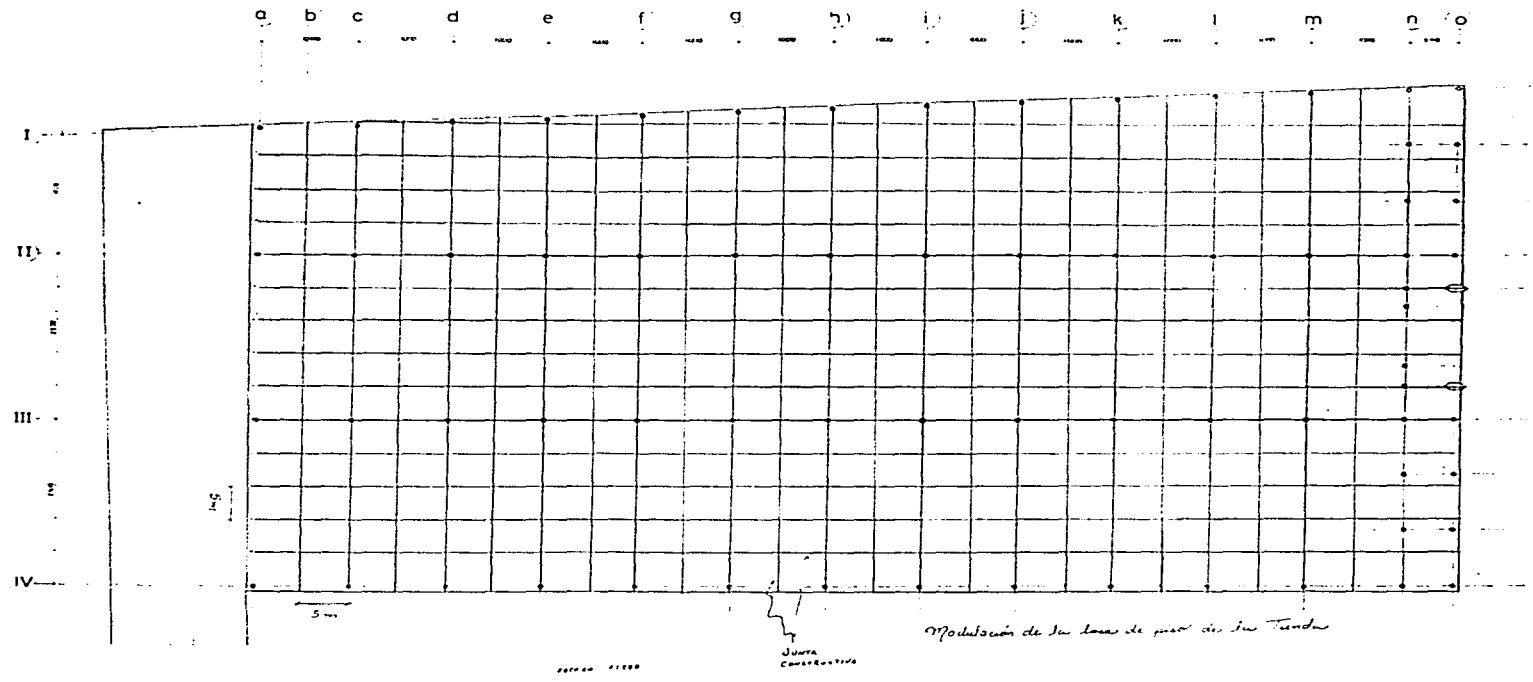
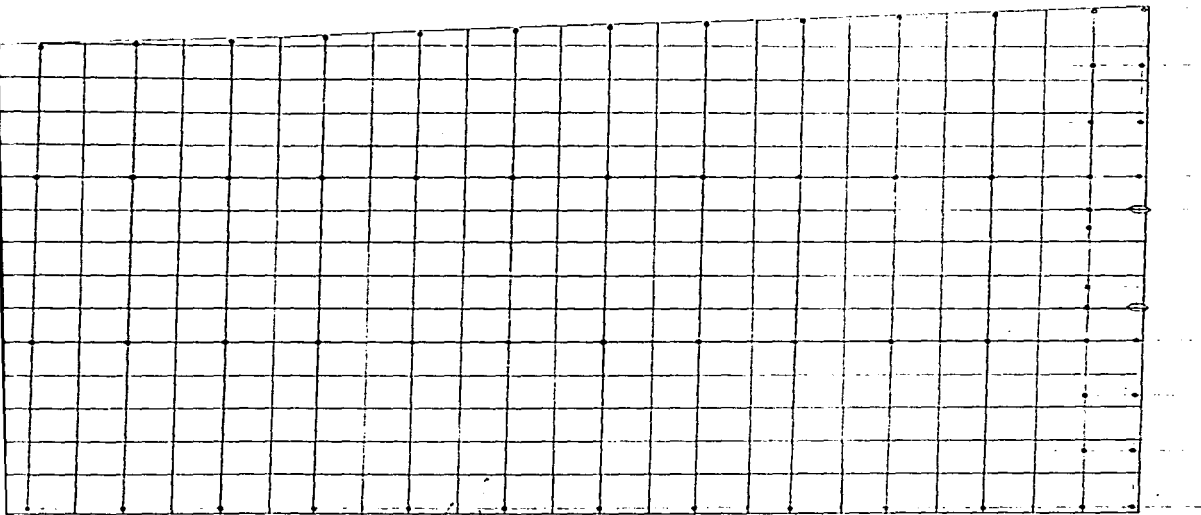


FIGURA N.º

c d e f g h i j k l m n o



SECCION 41200

JUNTA
CONSTRUCTIVA

Modulación de las bases de pino de San Tómas

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a la zonificación hecha en la Ciudad de México, existen 3 - diferentes zonas, las cuáles presentan características de suelo par-- ticulares como son:

ZONA I Lomas
ZONA II Transición
ZONA III Lago

Respectivamente y de acuerdo a las normas establecidas en el Reglamen-- to de Construcciones del Distrito Federal, nuestro proyecto se encuentra en zona III, denominada zona de lago, la cuál se caracteriza principalmente por presentar materiales arcillosos de baja resistencia y alta deformación.

El presente estudio de mecánica de suelos, se efectuó en un predio don-- de se proyecta construir un centro comercial, con el objeto de aten-- der las demandas de abasto de la población aledaña a la zona y debi-- do al crecimiento y desarrollo de la población se edificará la cons-- trucción de una estructura de un nivel con doble altura; la nave in-- dustrial estará constituida de columnas de concreto armado y cubierta-- metálica ligera, así como un estacionamiento con superficie de pavimen-- to de adobe y el piso interior de la tienda con pavimento de tipo rí-- gido.

Tomando en cuenta todo lo anterior, uno de los principales problemas - que deberá contemplarse en el análisis de resultados es el gran cont-- nido de humedad, característica de este tipo de suelos que redundan -- en la baja resistencia y la gran deformación que tendrán ante la presen-- cia de cargas. Para tal efecto, se realizó un programa de explorac-- ión y muestreo de subsuelo en el predio de interés, efectuando 3 sonde-- os tipo mixto a profundidades variables entre 20 y 32 metros, deno-- minados SM-1, SM-2 y SM-3 respectivamente, y para conocer las caracte-- rísticas de los depósitos superficiales se excavaron 8 pozos a cielo - abierto, a profundidad variable de entre 1 y 3 metros, llamados PCA-1- a PCA-8; de los cuáles se obtuvieron muestras cúbicas alteradas e inal-- teradas, las cuáles se ensayaron en el laboratorio. Con los datos ob-- tenidos se determinó la capacidad de carga y el análisis de asentamien-- tos que deberá cumplir con lo establecido en el Reglamento de Construc-- ión del Distrito Federal, en la revisión de estado límite de falla y de servicio. Algunas de las pruebas realizadas fueron:

- Clasificación visual y al tacto
- Densidad de sólidos
- Análisis granulométrico
- Peso volumétrico natural
- Consolidación unidimensional
- Compresión axial no confinada
- Compresión triaxial no consolidada, no drenada
- Contratación lineal
- Compactación proctor.

Estas pruebas fueron realizadas de acuerdo a las especificaciones establecidas en el manual de laboratorio de la S.A.R.H., y de acuerdo a las características de estratigrafía y físicas del suelo de interés.

Desde luego, se tienen presentes las distintas formaciones que configuran al subsuelo de interés, que son las siguientes:

- Manto superficial
- Formación arcillosa superior
- Capa dura
- Formación arcillosa inferior
- Depósitos profundos

Tomando en cuenta los resultados obtenidos, y de acuerdo a las características del proyecto estructural y arquitectónico, así como la característica estratigráfica y física del subsuelo es particular que el manto superficial tenga un espesor muy reducido y con contenidos de agua variable y baja resistencia a la penetración estandar, se determinó que la alternativa adecuada para la tienda de autoservicio, específicamente las columnas perimetrales se cimentarán por zapatas corridas y las columnas centrales a base de zapatas aisladas rigidizadas con traveses en sentido longitudinal, estas, desplantadas a 1.2 mts. de profundidad con respecto a la superficie actual del terreno.

Cabe señalar que se realizó la revisión de acuerdo al Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, para que la alternativa de cimentación propuesta, cumpliera satisfactoriamente las especificaciones requeridas, en cuanto a la losa de piso de la tienda, se determina su diseño en función de la carga máxima aplicada por los montacargas ligeros manuales y de los esfuerzos aplicados con mercancía almacenada, por el módulo de ruptura de concreto y el módulo de reacción de la subrasante del material de apoyo.

El piso de rodamiento del estacionamiento, será de concreto y en el estudio se presentan las especificaciones para su correcta construcción.

Una vez determinadas las alternativas de cimentación más adecuada, se procedió a establecer las recomendaciones y especificaciones necesarias tanto de la cimentación, como de los pisos que constituirán el interior de la tienda y la superficie de rodamiento de los estacionamientos, para su correcta ejecución.

Finalmente, como recomendación será necesario instrumentar toda la obra que permita observar el comportamiento de la cimentación y de la estructura en general, así como se juzga necesario cuidar el control de calidad, tanto de los materiales suministrados a la obra, como del desplante correcto de la cimentación.

Finalmente en espera que este documento sirva de apoyo para -
ingenieros de nuevas generaciones que requieran de conocimien
tos de cimentaciones en esta zona, y renovando nuevamente que
cualquier obra de Ingeniería deberá ser funcional, económica
y segura.

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

MECANICA DE SUELOS

Juárez Badillo Eulalio.
Alfonso Rico Rodríguez.
Editorial Limusa
3ra. Edición
México, D.F. 1980

CIMENTACION DE ESTRUCTURAS

Clarence W. Dunham.
Editorial Mc. Graw - Hill.
1ra Edición
México, D.F. 1981

INTRODUCCION A LA MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES

George B. Sowers.
Editorial Limusa
3ra. Edición
México, D.F. 1980

MANUAL DE LABORATORIO DE SUELOS EN INGENIERIA CIVIL

Joseph E. Bowles.
Editorial Mc. Graw - Hill
1ra. Edición
México, D.F. 1981

MANUAL DE PRACTICAS DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS

ING. Celia Martínez Rayón.
ING. José Paulo Mejorada Mota.
Editado por U.N.A.M.
México, D.F. 1994

MANUAL DEL INGENIERO CIVIL (TOMOS: I y III).

Frederick S. Merritt.
Editorial Mc. Graw - Hill.
3ra. Edición
México, D.F. 1994