

20
24

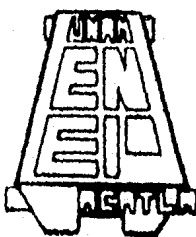


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLAN"

ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA
EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE
MUROS ANCLADOS

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
RAMON DONATO MIGUEL RUIZ



" POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU "

ACATLAN, EDO. DE MEX.



1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN"
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

SR. RAMON DONATO MIGUEL RUIZ
ALUMNO DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL.
PRESENTE

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 10 de Agosto de 1995, me complace notificarle que esta Jefatura de Programa tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis titulado "Estabilidad de las paredes de una excavación profunda por medio de muros anclados" que el cual se desarrollará como sigue.

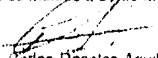
Introducción

- I. Características Geológicas del Valle de México.
- II. Determinación de la Estratigrafía en el sitio de interés.
- III. Elección del procedimiento constructivo de la excavación.
- IV. Construcción del sistema de anclaje
- V. Observaciones durante la construcción del sistema de contención

Conclusiones

Así mismo fue designado como asesor de tesis el Ing. Alejandro López Manjarrez profesor de esta Escuela. Ruego a usted, tomar nota en cumplimiento de lo especificado en la Ley de profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses, como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Acatlán Edo. de México a 31 de Mayo de 1996


Ing. Carlos Rosales Aguilar
Jefe del Programa de Ingeniería Civil



ENEP-ACATLAN
JEFATURA DEL
PROGRAMA DE INGENIERIA

En Memoria de Mi Hermana:

EMILIANA MIGUEL RUIZ

DEDICATORIA:

ESTA ES UNA OPORTUNIDAD DE MANIFESTARME DE UNA MANERA BREVE Y SENCILLA, PERO A LA VEZ INFINITAMENTE,

EL ENORME AGRADECIMIENTO QUE DEBO A TODAS LAS PERSONAS QUE CON SU MAS MINIMA ATENCION HAN CONTRIBUIDO A MI FORMACION EN TODOS LOS SENTIDOS QUE DE ALGUN MODO SE TRADUCE EN LA REALIZACION DE LA PRESENTE INVESTIGACION.

CON TODO CARIÑO Y GRATITUD DEDICO LA PRESENTE A:

MIS PADRES.

FLORIBERTO B. MIGUEL LOPEZ Y JUANA I. RUIZ MARTINEZ

MIS HERMANOS.

SIGFRIDO E. MIGUEL RUIZ

QUIGOT F. MIGUEL RUIZ

SAUL R. MIGUEL RUIZ

HORACIO B. MIGUEL RUIZ

MI AGRADECIMIENTO ADMIRACION Y RESPETO A MIS PADRES POR QUE SIEMPRE SEAN GRANDES Y DE QUIENES HE RECIBIDO ENSEÑANZAS FRUCTIFERAS Y NOBLES CONSEJOS, POR SU INCONDICIONAL APOYO QUE SIEMPRE ME HAN BRINDADO.

A LA MEMORIA DE MI ABUELA PATERNA: EMILIANA LOPEZ BOUTISTA, QUIEN LE DIO EL DON DE LA VIDA Y QUE A LOS 5 AÑOS DE VIDA DE MI PADRE, FALLECIO MI ABUELA, PERO QUE LO SIGUE GUIANDO DESDE EL LUSAR DONDE SE ENCUENTRA.

A LA MEMORIA DE LA MADRASTA DE MI PAPA: TOMASA RAMOS, POR HABERLO CRIADO DESDE LOS 5 AÑOS DE EDAD.

A LA MEMORIA DEL ABUELO MATERNO: PATRICIO RUIZ RUIZ, POR SUS BUENOS CONSEJOS.

TIO ENMILO G. MIGUEL LOPEZ. COMO AGRADECIMIENTO POR QUE EN MI FORMACION PROFESIONAL SIEMPRE BRINDO SU APOYO MORAL Y ECONOMICO, AQUI LE PRESENTO EL FRUTO DE SU APOYO INCONDICIONAL.

TIO DOMENES LOPEZ BOUTISTA, GRACIAS POR SUS CONSEJOS Y POR SU APOYO INCONDICIONAL Y POR TODAS LAS ATENCIONES PRESTADAS.

TIA BERTHA F. MIGUEL RAMOS, GRACIAS AL TRABAJO QUE ME CONSIGUIO, PUDE MANTENER MIS ESTUDIOS Y ASI PODER AYUDAR EN LA ECONOMIA DE LA FAMILIA.

AGRADEZCO DE ANTEMANO A MIS DEMAS TIOS Y TIAS POR SU APOYO.

M) MAS SINCERO ABRACEDIMIENTO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO [UNAM] EN PARTICULAR A LA ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES [ENEP-ACATLAN].

POR HABERME PROPORCIONADO LA OPORTUNIDAD DE FORMARME PROFESIONALMENTE EN SUS AULAS.

A LOS INGENIEROS:

ALEJANDRO LOPEZ MANJARREZ

ALEJANDRO ORTEGA GOMEZ

POR HABERME BRINDADO SU TIEMPO, SUS ATENCIONES Y CONOCIMIENTOS EN FORMA ESMERADA Y DESINTERESADA.

MIGUEL RUIZ RAMON BOHATO
ACATLAN, EDO. DE MEXICO, 1996

" POR MI RAZA INDIAGA EL ESPIRITU "

ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR
MEDIO DE MUROS ANCLADOS

INDICE:

DEDICATORIA.....	I
INDICE.....	III
INTRODUCCION.....	VI
ANTECEDENTES.....	VIII
1. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL VALLE DE MEXICO.....	1
1.1 MARCO GEOLOGICO GENERAL.....	1
1.2 MARCO VULCANOLOGICO.....	2
1.3 ESTRATIGRAFIA GENERAL.....	3
1.4 ZONA DE LOMAS.....	4
1.4.1 ZONA PONIENTE.....	5
1.4.2 ZONA NORTE.....	7
1.4.3 CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES INGENIERILES DEL SUBSUELO DE LA ZONA DE LOMAS.....	8
11. DETERMINACION DE LA ESTRATIGRAFIA EN EL SITIO DE INTERES.....	10
11.1 MUESTREO Y EXPLORACION DEL SUBSUELO.....	10
11.1.1 LA PRUEBA DE PENETRACION ESTANDAR.....	10
11.1.2 POZO A CIELO ABIERTO.....	10
11.2 PRUEBAS DE LABORATORIO.....	12
11.2.1 CLASIFICACION VISUAL AL TACTO EN HUMEDAD Y EN SECO.....	12
11.2.2 CONTENIDO NATURAL DE AGUA.....	12
11.2.3 LIMITE DE PLASTICIDAD.....	12
11.2.4 ANALISIS GRANULOMETRICO MEDIANTE MALLAS EN SUELOS GRANULARES.....	13
11.2.5 DENSIDAD DE SOLIDOS.....	13
11.2.6 COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADA-NO DRENADA.....	13

11.2.7	COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADA-NO DRENADA.....	13
11.2.8	COMPRESION AXIAL NO CONFINADA.....	14
11.2.9	PESO VOLUMETRICO NATURAL.....	14
11.3	CARACTERISTICAS ESTRATIGRAFICAS V FISICAS DEL SUBSUELO DEL PREDIO DE INTERES.....	14
III.	ELECCION DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA EXCAVACION.....	17
III.1	ESTABILIDAD DE TALUDES.....	18
III.2	DISTRIBUCION DE PRESIONES SOBRE EL SISTEMA DE CONTENCION.....	18
III.3	CAPACIDAD DEL ANCLA.....	28
III.4	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	21
IV	CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE ANCLAJE.....	23
IV.1	TECNOLOGIA FRANCESA.....	23
IV.2	PROCESO CONSTRUCTIVO GENERAL PARA LA COLOCACION DEL ANCLA.....	24
IV.3	CARACTERISTICAS DE LAS ANCLAS.....	25
IV.3.1	ANCLAS DE TENSION.....	25
IV.3.2	ANCLAS DE FRICCION.....	25
IV.4	TIPO DE ANCLA EN EL PROYECTO DE INTERES.....	26
IV.4.1	CAPACIDAD DE UN TENSOR.....	27
IV.4.2	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL MURO DE CONTENCION.....	29
IV.5	PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DE UNA ANCLA EN EL SITIO.....	34
IV.5.1	PERFORACION DEL BARRENO.....	38
IV.5.2	INYECCION DEL BARRENO.....	38
IV.5.3	PREPARACION.....	39
IV.5.4	PROCEDIMIENTO DE INYECCION DEL ANCLA.....	39
IV.6	PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHADA DE INYECCION.....	40
IV.6.1	PRUEBA EN LA LECHADA DE INYECCION.....	40
IV.6.2	PRUEBA EN LAS ANCLAS.....	41
IV.7	TENSADO DE LAS ANCLAS.....	41
IV.8	ANALISIS DE COSTO DE ELABORACION DE UN ANCLA.....	42

U	OBSERVACIONES DURANTE LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE CONTENCION.....	43
V.1	PROBLEMAS Y SOLUCIONES QUE SE PRESENTARON.....	43
V.2	ERRORES QUE DEBEN EVITARSE DURANTE LA COLOCACION DEL SISTEMA DE ANCLAJE.....	44
V.2.1	PROBLEMAS EN EL CABLE TORON, CAUSA.....	46
V.2.2	FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DEL CABLE TORON.....	47
V.3	EVALUACION DEL SISTEMA DE CONTENCION ANCLADO.....	48
	CONCLUSIONES.....	49
	BIBLIOGRAFIA.....	51

INTRODUCCION:

EN ESTE TRABAJO SE PRESENTA UNA VISION DEL PROCESO QUE SE DEBE SEGUIR PARA LLEGAR A LA SOLUCION DE UN PROBLEMA DE ESTABILIDAD DE TALUD, DICHO PROCESO PERMITE ESTABILIZAR LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION CON MUROS ANCLADOS, FUE ELEGIDO COMO EL MAS VIABLE AUNQUE EXISTEN OTROS QUE DE IGUAL FORMA DAN SOLUCION AL PROBLEMA QUE NOS ATARE, PERO QUE PRESENTARON DIFERENCIAS EN EJECUCION Y COSTO, POR LO ANTERIOR QUIERO ACLARAR QUE ESTE TRABAJO REPRESENTA TAN SOLO UNA ALTERNATIVA MAS DE SOLUCION.

LOS MOVIMIENTOS DE TALUD SE PRODUCEN CUANDO SE MODIFICA DE ALGUNA MANERA (EXCAVACIONES, CAMBIO DE EL NIVEL FREATICO, EXCESO DE CARGA O CAMBIO DE PENDIENTE), EL EQUILIBRIO EXISTENTE EN EL MISMO.

SE INDICA CLARAMENTE LA NECESIDAD DEL ESTUDIO DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD, ASI COMO LA IMPORTANCIA DE TOMAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS A ESTOS FENOMENOS, PARA TAL EFECTO SE DEBE CONSIDERAR EL HECHO DE QUE CADA TALUD ES UNICO, POR LO QUE NO ES POSIBLE DAR SOLUCIONES GENERALES. AL FINAL DE CADA CAPITULO SE PRESENTAN LAS FIGURAS, TABLAS, GRAFICAS Y FOTOGRAFIAS DE LAS QUE SE HACEN MENCION RESPECTIVAMENTE.

PRIMER CAPITULO: SE INDICAN TODAS LAS CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL VALLE DE MEXICO Y LA FORMACION ESTRATIGRAFICA DEL SUBSUELO, SE HACE UNA DESCRIPCION DETALLADA DE LA ZONA DE LOMAS POR SER LA DE INTERES, EN ESTE CASO SE HACE UNA EXPLICACION BREVE DE LAS TRES SERRANIAS QUE FORMAN LA ZONA DE LOMAS Y POR ULTIMO SE MENCIONAN LAS CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES INGENIERILES DEL SUBSUELO DE LA ZONA DE LOMAS.

SEGUNDO CAPITULO: SE HACE UNA BREVE EXPLICACION DE LA DETERMINACION ESTRATIGRAFICA DEL SITIO DE INTERES, SE MENCIONAN LAS PRUEBAS EFECTUADAS, SE REALIZA UNA EXPLICACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRATIGRAFICAS Y FISICAS DEL SUBSUELO DEL PREDIO ANALIZADO.

TERCER CAPITULO: SE ANALIZA LA ALTERNATIVA DE ELECCION DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA EXCAVACION ASI COMO LA DISTRIBUCION DE PRESTIONES SOBRE EL SISTEMA DE CONTENCIÓN, CAPACIDAD DEL ANCLA Y POR ULTIMO SE DESCRIBE EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIDAD DE LOS TALUDES Y DE LA EXCAVACION RESPECTIVA.

CUARTO CAPITULO: SE INDICA EL PROCESO CONSTRUCTIVO GENERAL PARA LA COLOCACION DEL ANCLA DETALLANDO SUS CARACTERISTICAS, SE PRESENTA EL CALCULO DE LA CAPACIDAD DE UN TENSOR Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL MURO DE CONTENCIÓN, SE DESCRIBE EL PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DE UNA ANCLA EN EL SITIO, TAMBIEN EL PROCEDIMIENTO DE PERFORACION DEL BARREND E INYECCION DEL ANCLA Y SUS PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD, SE MENCIONA LA SECUENCIA DE OPERACION DEL TENSADO DEL ANCLA Y EL COSTO DE ELABORACION DEL SISTEMA DE CONTENCIÓN EMPLEADO.

QUINTO CAPITULO: SE DESCRIBEN LOS PROBLEMAS Y SOLUCIONES QUE SE PRESENTARON EN LA ESTABILIDAD DEL TALUD SE HACE MENCION DE LOS ERRORES QUE DEBEN EVITARSE DURANTE LA COLOCACION DEL SISTEMA DE ANCLAJE SE DESCRIBEN LOS PROBLEMAS Y FACTORES QUE AFECTAN AL CABLE TORON POR ULTIMO SE HACE UNA EVALUACION GENERAL DE LOS LOGROS QUE PERMITE ESTE TIPO DE CONTENCIÓN ANCLADO AL TALUD.

ANTECEDENTES:

A LO LARGO DEL TIEMPO Y EN ESPECIAL EN LAS ULTIMAS DECADAS LA EXPLOSION DEMOGRAFICA PRINCIPALMENTE DE LOS CENTROS DE DESARROLLO URBANO HA PROVOCADO UN CRECIMIENTO EN EL USO HABITACIONAL Y COMERCIAL DEL SUELO, DAÑO EN ALGUNOS CASOS COMO CONSECUENCIA, ASENTAMIENTOS IRREGULARES UBICADOS EN CUALQUIER PORCIÓN DE TERRENO DISPONIBLE, INCLUSIVE EN ZONAS DE RIESGO COMO SON LAS LADERAS DE LOS CERRADOS, TERRENOS SOBRE MINAS O CAVERNAS Y SUELOS DE RELLENO.

LA INGENIERIA CIVIL HA JUBADO UN PAPEL MUY IMPORTANTE, EN LOS PROYECTOS URBANOS ACTUALES QUE IMPLICAN IMPORTANTES MOVIMIENTOS DE TIERRA A TRAVES DE LA EXCAVACION EN CORTE VERTICAL O CON CIERTA PENDIENTE DE INCLINACION, PARA ALOJAR DOS, TRES Y EN OCASIONES MAS DE ESOS NIVELES BAJO LA SUPERFICIE DEL TERRENO. POR LO QUE EL ESTUDIO DE TALUDES YA SEAN NATURALES O ARTIFICIALES SE HA VUELTO INDISPENSABLE; DENTRO DE LOS PROCESOS QUE PROVOCAN INESTABILIDAD DE UN TALUD SE PUEDE ENCONTRAR DOS PRINCIPALMENTE; LOS CAUSADOS POR FUERZAS NATURALES Y LOS ORIGINADOS POR ACCIONES HUMANAS, LO QUE DA COMO RESULTADO UNA GRAN VARIEDAD DE MOVIMIENTOS, DENTRO DEL TALUD. LOS MOVIMIENTOS QUE MAS PREOCUPAN AL INGENIERO SON AQUELLOS QUE PUEDEN PRODUCIR LA FALLA O EL DESLIZAMIENTO, YA QUE CUANDO ESTOS SE DESARROLLAN DAN COMO RESULTADO PERDIDAS EN VIDAS HUMANAS Y FINANCIERAS CONSIDERABLEMENTE ALTAS.

CON LO ANTERIORMENTE MENCIONADO SE INDICA CLARAMENTE LA NECESIDAD DE ESTUDIAR LA ESTABILIDAD DE LOS TALUDES QUE GENEREN LOS PROYECTOS ASI COMO LA IMPORTANCIA DE TOMAR LAS MEDIDAS ADECUADAS A FIN DE GARANTIZAR EL COMPORTAMIENTO CORRECTO Y SEGURO DE ELLOS PARA TAL EFECTO SE DEBE CONSIDERAR EL HECHO DE QUE CADA TALUD ES UNICO POR LO QUE NO ES POSIBLE DAR SOLUCIONES GENERALES.

EN EL PRESENTE TRABAJO SE ANALIZA LA ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS DEL SIGUIENTE PROYECTO. INMOBILIARIA PLAZA OPCION VILLAHERMOSA S. A. DE C. V. CONTEMPLA LA CONSTRUCCION DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN EL PREDIO UBICADO EN;

CALLE. MONTES URALES No. 468

COLONIA. LOMAS DE CHAPULTEPEC

DELEGACION. NIQUEL HIDALGO

MEXICO DISTRITO FEDERAL.

EL PREDIO DE INTERES TIENE UN AREA DE 4,500.37 METROS CUADRADOS, SU SUPERFICIE ES SENSIBLEMENTE HORIZONTAL EN LA DIRECCION NORTE-SUR, CON UN DESNIVEL DE 30.00 CM. MIENTRAS QUE EN LA DIRECCION OESTE-ESTE, LA SUPERFICIE DESCENDE CON UNA PENDIENTE APROXIMADA DE 2.20 % REPRESENTANDO DESNIVELES MAXIMOS DE 2.00 METROS.

COLINDA AL NORTE CON LA CALLE VOLCAN.

AL ORIENTE CON LA CALLE FERROCARRIL DE CUERNAVACA.

AL SUR CON UNA ESTRUCTURA DE DOS NIVELES.

Y AL PONIENTE CON LA CALLE MONTES URALES.

EL PROYECTO ARQUITECTONICO CONTEMPLA UN EDIFICIO CONSTITUIDO POR PLANTA BAJA, CUATRO NIVELES SUPERIORES, MOTOR LOBBY Y CUATRO NIVELES DE SOTANOS, EL ULTIMO DE ELLOS CON SU NIVEL DE FISO TERMINADO A -13.00 METROS DE PROFUNDIDAD CON RESPECTO AL NIVEL 0.00 DE PROYECTO, POR LO QUE PARA ALOJARLOS SERA NECESARIO EFECTUAR UNA EXCAVACION PROFUNDA.

LOS ANALISIS EFECTUADOS INDICAN QUE LA EXCAVACION PODIA EFECTUARSE DE ALGUNA DE LAS SIGUIENTES MANERAS:

A) EXCAVACION CON UNA ATAGUÍA PERIMETRAL CONSTITUIDA POR MURO TIPO MILAN O UN MURO CONSTITUIDO POR PILOTES SECANTES, TALUDES Y TROQUELES METALICOS.

B) EXCAVACION CON TALUDES VERTICALES RETENIDOS POR MUROS ANCLADOS.

C) EXCAVACION COMBINANDO TALUDES VERTICALES ENTRE 0.00 Y -5.00 METROS DE PROFUNDIDAD, RETENIDO EN SU PARTE SUPERIOR POR UN MURO ANCLADO (-1.00 A -3.50 MTS), Y POR UN TALUD CON INCLINACION ENTRE -5.00 Y -14.00 METROS DE PROFUNDIDAD, QUE SE RETIRARIA EN ETAPAS, TROQUELANDO CONTRA LA ESTRUCTURA DEFINITIVA, CONSTRUIDA DE LA PARTE CENTRAL.

DESPUES DE UN ANALISIS ECONOMICO EN EL QUE SE INVOLUCABA EL TIEMPO DE EJECUCION, LA EMPRESA DUEÑA DE LA OBRA SE DECIDIO POR EFECTUAR LA EXCAVACION ESTABILIZANDO LAS PAREDES VERTICALES MEDIANTE MUROS DE CONCRETO ARMADO ANCLADOS, QUE ES LA ALTERNATIVA QUE SE ANALIZA EN LA PRESENTE TESIS.

I. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL VALLE DE MEXICO.

I.1 Marco Geológico General.

La cuenca de la ciudad de México asemeja una enorme presa azolvada, figura 1.1, la cortina situada en el sur está representada por los basaltos de la sierra del Chichinautzin mientras que los rellenos del vaso están constituidos en su parte superior por arcillas lacustres y en su parte inferior por clásticos derivados de la acción de ríos, arroyos, glaciares y volcanes, el conjunto de rellenos contiene además capas de cenizas y estratos de pómez producto de las erupciones volcánicas menores y mayores durante el último medio millón de años ó sea el pleistoceno superior que es aproximadamente el lapso transcurrido a partir del inicio del cierre de la cuenca, también se reconocen en el citado relleno numerosos suelos producto de la meteorización de los depósitos volcánicos, fluviales, aluviales y glaciales, estos suelos hoy transformados en paleosuelos o tobas, llevan el sello del clima en que fueron formados, siendo a veces amarillos producto de ambientes fríos otras veces cafés y hasta rojizos, producto de ambientes moderados a subtropicales sobre este complejo relleno a crecido la ciudad de México desde la fundación de Tenochtitlán, hará 600 años. Los pobladores del lugar han tenido que enfrentarse a las características difíciles del relleno, hacia la mitad de este siglo sus edificios y obras se fueron desplantando sobre los rellenos correspondientes al borde de la planicie compuesta de sedimentos transicionales y en lo que va de la segunda mitad de la centuria la urbe se ha extendido aún más rebasando los límites de la planicie y subiendo a los extensos flancos occidentales de la cuenca, espacio cubierto por los abanicos volcánicos de la sierra de las cruces conocido como las lomas, sus depósitos clásticos difieren en mucho de los depósitos arcillosos superficiales del centro de la cuenca.

1.2 MARCO VULCANOLÓGICO.

Todo material contenido en los depósitos de la cuenca del valle de México es directa o indirectamente de origen volcánico.

De origen volcánico directo son por ejemplo, las lavas de los domos pliocénicos del cerro de Chapultepec y del cerro del Tepeyac, lo son también las lavas, brechas, tezontles y cenizas del Peñon del Marques así como de la sierra de Santa Catarina con su hilera de conos escoriaáceos juveniles rodeados de lavas y las coladas recientes del pedregal de San Angel originados en el Xitle. Los productos de estos derrames volcánicos menores no compiten en variedad y volumen con los de un volcán grande, como lo es el cerro San Miguel que se eleva al sur-oeste de la ciudad de México. Este complejo volcán con calderas múltiples estuvo activo desde finales del Plioceno hasta hará algo más de 100,000 años habiendo producido en un lapso de 2 a 3 millones de años erupciones pumáticas de gran volumen, varios kilómetros cuadrados de lavas, además de extensos lahares calientes y fríos, avalanchas ardientes y otros numerosos tipos de piroclásticos que han contribuido a los extensos abanicos volcánicos que se conocen como formación lomas. Así como se produjeron lahares calientes hubo también ocasiones en las que en el curso de la actividad volcánica resultaron lahares fríos (corrientes de lodo) arrastrando extraordinarios bloques de roca en una matriz areno-lodosa.

Como depósitos volcánicos indirectos se deben mencionar las acumulaciones de polvo eólico, las regiones volcánicas de por sí abundan en detritos finos derivados de cenizas volcánicas el viento levanta este polvo y lo transporta a veces a grandes distancias, si el viento los deposita en laderas durante periodos de clima frío se transforman en suelos inmaduros que con el transcurso del tiempo se convierten en tobas amarillas que tanto abundan en la zona de lomas, sin embargo si se depositan en un lago como en el antiguo vaso de Texcoco sus partículas se hidratan transformándose en arcillas, por otra parte si se asientan durante un interglacial ó sea cuando impera un clima relativamente caliente se producen suelos con coloides debido a la actividad

fitológica más intensa estos suelos con el tiempo se transforman en tobas rojizas arcillosas.

1.3 ESTRATIGRAFIA GENERAL.

a) Depósitos del Lago.

Los depósitos de la planicie del valle de México son los que comúnmente se conocen como depósitos de lago, en la cuenca cerrada podía existir un lago cuando las lluvias superaban a la evapo-transpiración, el que desaparecía cuando esta superaba a las lluvias, obviamente el factor que dominaba dicho equilibrio era la temperatura ambiental, si el clima se enfriaba el lago disminuía y hasta desaparecía como consecuencia de lo anterior se presentaron transgresiones y regresiones lacustres, el resultado práctico de esta alternancia fue la depositación de arcillas ó formación de suelos, el lago subsistía durante épocas de calor en las partes centrales de la cuenca continuando así el depósito de arcillas en las partes marginales entre las arcillas lacustres se intercalaban frecuentemente suelos secos.

b) Depósitos de Transición.

Los depósitos lacustres del centro de la cuenca van cambiando a medida que se acercan al pie de las lomas lo que ocurre es que entre las arcillas lacustres van intercalándose capas de suelos limosos, cuerpos de arenas fluviales y en ciertos casos sobre todo en la desembocadura de arroyos y ríos, importantes depósitos de grava y boleos. El lago central nunca fue profundo, los arroyos que bajaban por las barrancas y desembocaban en la planicie no lograron formar deltas extensos que se introdujeran mucho a dicho lago los clásticos fluviales y aluviales se interestratificaban localmente con la serie arcillosa lacustre superior.

c) Depósitos de Lomas.

En la secuencia estratigráfica de las lomas se identifican cuatro fenómenos geológicos:

c.1 La acumulación de potentes depósitos de erupciones volcánicas explosivas.

c.2 La erosión subsecuente de estos depósitos, formándose profundas barrancas.

c.3 El depósito en las barrancas de morrenas.

c.4 El relleno parcial de esas barrancas con los productos clásticos de nuevas erupciones.

Las anteriores unidades quedan separadas unas de otras por suelos rojos, amarillos ó cafés según el clima que rigió después de su emplazamiento. En vista de que el predio en estudio se ubica en la zona de lomas a continuación se hará una descripción detallada de ella.

1.4 ZONA DE LOMAS.

La zona de lomas está formada por tres serranías que son las que limitan la cuenca, como se muestra en la figura I.2

Al poniente de la cuenca se localiza la sierra de las Cruces, los derrames basálticos del pedregal del xitle al sur-suroeste, y la sierra de Guadalupe que corresponde a la región norte.

En las sierras predominan tobas compactas de cementación variable, depósitos de origen glacial y aluvial, por su parte en el pedregal del xitle los basaltos sobreyacen a las tobas y depósitos fluvioglaciales y glaciales más antiguos.

La zona de lomas se desarrolla en parte de las últimas estribaciones de la sierra de las Cruces y está constituida por terrenos compactos areno-limosos con alto contenido de gravas unas veces y con tobas pumíticas bien cementadas otras, por algunas partes está zona invade los derrames basálticos del pedregal, en general la zona de lomas presenta buenas condiciones para la cimentación de estructuras, la capacidad de carga del terreno es alta y no hay formaciones compresibles capaces de asentarse mucho, sin embargo debido a la explotación de minas de

arena y grava muchos predios pueden estar cruzados por galerías de carácter muy errático muchas de estas galerías pueden estar actualmente rellenas de material arenoso suelto lo cual sin disminuir en mucho su peligrosidad hace muy difícil su localización.

1.4.1 Zona Poniente.

a) Sierra de las Cruces.

Está integrada por abanicos volcánicos con acumulaciones superficiales de materiales piroclásticos, la actividad de potentes volcanes andesíticos estratificados de la sierra de las Cruces originó los siguientes elementos litológicos en la formación de las lomas.

- Horizontes de cenizas volcánicas, son producto de erupciones violentas que originan tobas cementadas a grandes distancias del cráter.

- Capas de materiales pumíticos, producto de erupciones aún más violentas, se depositaron como lluvias en capas muy uniformes hasta lugares distantes del cráter.

- Lahares, son acumulaciones caóticas de piroclásticos transportados por corrientes de agua generadas por lluvias torrenciales inmediatas a la erupción.

- Lahares calientes, estos depósitos son menos frecuentes ya que están asociados a actividades volcánicas extraordinarias, son representativos de estos las arenas y gravas azules.

- Depósitos glaciales, son depósitos de color rosa caracterizados por grandes bloques angulosos en una matriz fina dispuestos en forma caótica.

- Depósitos fluvioglaciales, formados por el arrastre del agua que se derrite y sale del glacial dispuesta en ligeras estratificaciones.

- Depósitos fluviales, del mismo origen que la formación clástica aluvial del relleno de la cuenca del valle de México.

- Suelo, los climas húmedos y áridos produjeron la alteración de lahares y cenizas originando suelos de color rojo y gris respectivamente, en algunos puntos se encuentran rellenos no compactados que son empleados para nivelar terrenos cerca de las barrancas y tapar accesos de minas antiguas.

Todos los materiales mencionados presentan variaciones en sus características de compactación y cementación que determinan la estabilidad de las excavaciones de esta zona a excepción de cortes en lahares compactos, en los demás depósitos pueden desarrollarse mecanismos de falla, en algunas tobas y lahares pueden presentarse fracturas en direcciones concurrentes que generan bloques potencialmente inestables que bajo la acción de un sismo o por el efecto de la infiltración de agua en las superficies de fracturamiento pueden activarse y colapsarse por completo, algunas tobas ofrecen una alta resistencia al intemperismo incluso se endurecen al exponerse al medio ambiente, mientras que otras presentan una gran velocidad de degradación y erosión.

Los depósitos de arenas pumíticas y lahares de arenas azules pueden presentar un estado semicompacto proporcionando una buena estabilidad a los taludes verticales, sin embargo este estado semicompacto se debe a la cohesión aparente generada por la tensión superficial asociada a su bajo contenido de agua por lo tanto el humedecimiento o el secado de estos materiales pueden ocasionar la falla de los taludes, en los lahares poco compactos, depósitos glaciales y fluvioglaciales se presenta una compactación y cementación muy errática por lo que la acción erosiva del viento y del agua tiende a formar depósitos de talud creciente que determinan su avance al alcanzar el ángulo de reposo del suelo granular en estado suelto.

b) Pedregal del Xitle.

Del cerro del Xitle descendió, hace unos 2000 años, una extensa colada de lavas basálticas sus numerosos

flujos cubrieron las lomas al pie del ajusco y avanzaron en sus frentes hasta la planicie lacustre entre Tlalpan y San Miguel.

Las lavas descendieron sepultando dos importantes valles antiguos: uno en el sur que se dirigía a las fuentes brotantes de Tlalpan, otro al norte el mayor que se extendía entre el cerro Zacaltepetl y las lomas de Tarango este último valle contaba con dos cabereras una en los flancos orientales del cerro de La Palma y otra en la barranca de Magdalena Contreras, figura 1.3

A la zona cubierta por lava se le identificaba como los pedregales de: San Angel, San Francisco, Santa Ursula, Carrasco y Padierna. Debajo de las lavas del pedregal de San Angel abundan importantes acumulaciones de morrenas y secuencias fluvioglaciales derivadas de la erosión, es de suponerse que antes de que las lavas del Xitle cubrieran el sitio otras corrientes lávicas inundaron el valle, las coladas lávicas de los pedregales generados por el Xitle presentan discontinuidades como fracturas y cavernas eventualmente rellenas de escoria, la excavación de estos basaltos deben dinamitarse considerando los planos principales de fracturamiento y no la resistencia propia de la roca, en el caso de minas y cavernas debe analizarse la estabilidad de los techos.

I.4.2 Zona Norte.

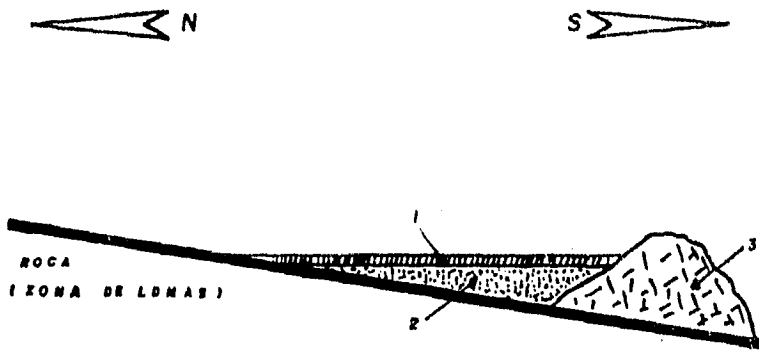
Esta región corresponde a la sierra de Guadalupe, se integra principalmente por rocas volcánicas dacíticas y andesíticas en forma de un conjunto de elevaciones domíticas que se extienden desde el Tepeyac en el SE (sur-este) de la sierra, hasta la zona de Barrientos en el NW (norte-oeste). Una de las características de la sierra de Guadalupe son los potentes depósitos de tobas amarillas que cubren los pies de sus numerosas elevaciones en forma de abanicos aluviales, estas tobas consisten de vidrio pumítico fino a grueso, son los productos de las erupciones violentas que generaron la sierra de las cruces durante el mioceno y plioceno inferior, durante el pleistoceno medio y superior, las oscilaciones climáticas produjeron periodos glaciales e interglaciales que sometieron a la sierra de Guadalupe a ciclos de erosión pluvial y eólica formándose pequeños

depósitos de aluviones y loess, finalmente al azolverse la cuenca de México a consecuencia de la formación de la sierra de Chichinautzin, la sierra de Guadalupe fue rodeada por depósitos aluviales y lacustres en el sur, este y norte.

1.4.3 Características y Propiedades Ingenieriles del Subsuelo de la Zona de Lomas.

El subsuelo de la zona de lomas esta configurado por materiales de origen volcánico y suelos debido a la meteorización de estos, ésta zona presenta las mayores resistencias al corte y baja compresibilidad aunque se pueden presentar problemas debidos a la existencia de minas y cavernas. Dada la alta resistencia al corte y la baja compresibilidad del subsuelo de la zona de lomas, las cimentaciones tienden a ser de tipo superficial, pues es común encontrar estructuras pesadas cimentadas sobre zapatas aisladas ó corridas. La presencia de minas ó cavernas producto de la explotación de materiales ha llegado a colapsar en ocasiones totalmente las construcciones la localización de estas minas generalmente no siguen una ruta bien definida, al poniente del anillo periférico desde San Jerónimo en el sur hasta Lomas Verdes en el norte abarcan la mayoría de las colonias intermedias, las veces que se han detectado estas cavidades se ha procedido a rellenar desde la superficie o bien a reforzar las bóvedas mediante la construcción de muros en su interior, en otras ocasiones el nivel de desplante de las construcciones se ha llevado mediante pilas hasta profundidades mayores al piso de las cavidades, la exploración previa y la solución a estos problemas elevan notablemente el costo de las cimentaciones, por otra parte está problemática se agrava más debido al acelerado ritmo de crecimiento de la ciudad hacia los lomeríos para abrir nuevas áreas residenciales, es conveniente enfatizar la necesidad de realizar exploraciones que garanticen el correcto diseño de cimentaciones en urbanizaciones de áreas de topografía abrupta, los rellenos a los que se recurren borran el perfil original del terreno; los derrames basálticos del pedregal también presentan algunos problemas debido al fracturamiento y

cavidades que tiene la roca, es común solucionar esto mediante el desplante de la cimentación a mayor profundidad que la de las cavidades, la inyección de cementantes constituye en ocasiones una buena alternativa cuando se trata de bloques de roca mal apoyadas estos deben apuntalarse.



- 1 ARCILLAS LACUSTRES
- 2 DEPOSITOS CLASTICOS
- 3 SIERRA CHICHINAUTZIN

ESQUEMA GEOLOGICO GENERAL
DEL VALLE DE MEXICO

FIGURA I.1

UNAM ENEP ACATLAN	
	TESIS PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS.
	- ALUNNO: RAMON DONATO MIGUEL RUIZ

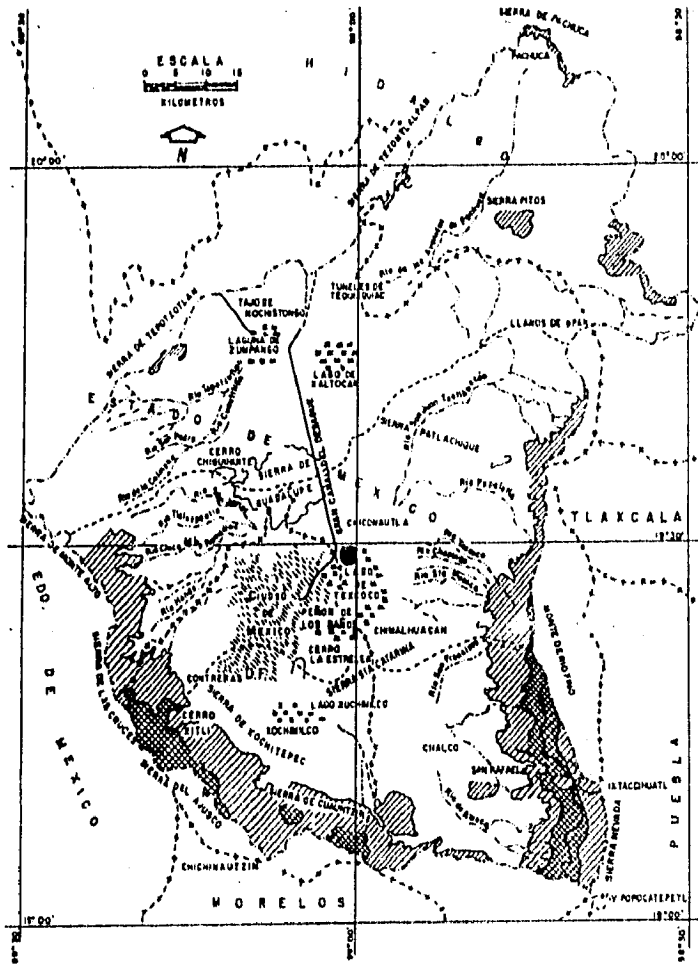



FIGURA No. I. 2
 MAPA OROGRAFICO DEL VALLE DE MEXICO.

UNAM ENEP ACATLAN	
	1959 PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE
	LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
	PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS
	ANCLADOS.
	ALUMNO: RAMON EDUARDO MIGUEL RUIZ

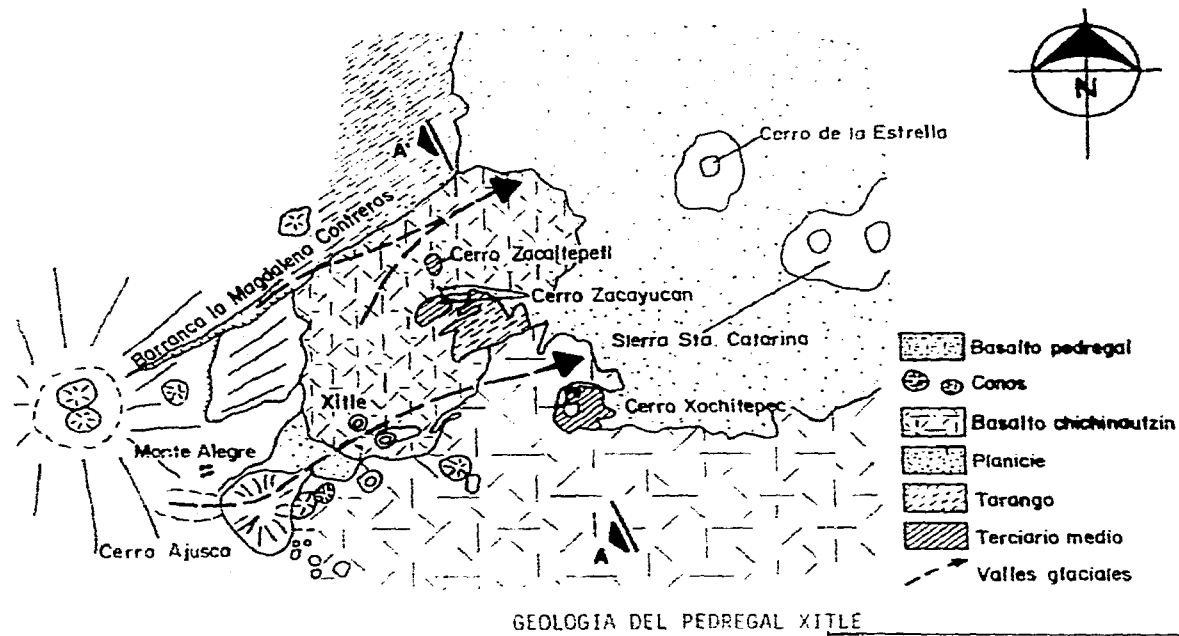



FIGURA No. I. 3

UNAM	ENEP	ACATLAN
		
TEMA PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS ALUMNO BENIGNO EDUARDO MIGUEL RUIZ		

II. DETERMINACION DE LA ESTRATIGRAFIA EN EL SITIO DE INTERES.

II.1 Muestreo y Exploración del Subsuelo.

Para conocer las características estratigráficas y físicas de los depósitos del subsuelo en el sitio de interés se realizaron dos sondeos de tipo exploratorio a 30.00 m de profundidad denominados SE-1 y SE-2, y se excavaron dos pozos circulares (pozos a cielo abierto) a 20.00 m de profundidad denominados PCA-1 y PCA-2 localizados como se muestra en la figura II.I, el desnivel inicial del terreno y área del mismo se indica en la figura II.II.

II.1.1 La Prueba de Penetración Estandar.

Permite estimar la resistencia del suelo contando el número de golpes necesarios para hincar 30 cms intermedios el penetrometro estándar de 60 cms de longitud y obtener muestras alteradas para identificar los suelos del sitio, con está prueba se puede conocer las condiciones estratigráficas del sitio, aprovechando las muestras alteradas para determinar las propiedades índice, usualmente el contenido de agua y los límites de plasticidad en suelos finos.

II.1.2 POZO A CIELO ABIERTO.

Un pozo a cielo abierto es una excavación que se práctica manualmente ó con ayuda de maquinaria en el terreno del sitio deseado (siempre y cuando la maquinaria tenga acceso al lugar) de dimensiones suficientes para que un técnico pueda introducirse en él, frecuentemente son de 1.50 metros de diámetro y la profundidad es variable de acuerdo al proyecto, cuando es posible efectuarlos constituyen la técnica más satisfactoria para conocer las condiciones del subsuelo en el estado natural ya que se puede apreciar la disposición de los diferentes estratos así como sus características, es posible extraer muestras inalteradas de suelo que tengan cierta cohesión que permita labrar el espécimen ya sea en el fondo del pozo ó en las paredes. Las muestras inalteradas se protegen contra la perdida excesiva de humedad con una manta de cielo emparafinada. En el predio de interés se realizaron dos pozos circulares a cielo

abierto de 1 metro de diámetro, empleando un equipo de perforación de pilas ELZ-BORE modelo 200 montado sobre un camión, en los cuales se determinó la estratigrafía de sus paredes mediante la clasificación de los materiales aplicando técnicas de campo y se obtuvieron muestras cúbicas inalteradas y alteradas de los materiales representativos del subsuelo. Las muestras alteradas se conservaron en bolsas herméticas que permiten mantener constante el contenido de agua.

RESULTADOS:

a) MUESTRAS ALTERADAS.

Las muestras rescatadas con el penetrómetro estándar siempre sufren distorsiones geométricas que alteran el acomodo estructural de sus partículas por ello, sólo pueden servir para identificar los suelos y para las pruebas índice que no requieren especímenes inalterados.

b) MUESTRAS INALTERADAS.

Son muestras que han sufrido deformaciones insignificantes durante el muestreo, es decir su acomodo estructural está relativamente inalterado ya que su extracción necesariamente induce cambios de esfuerzos; se utilizan para identificar el suelo, para realizar pruebas índice y pruebas de resistencia al esfuerzo cortante, se obtendrán las muestras de suelos que puedan labrarse sin que se disgreguen, la obtención puede efectuarse en el piso ó en la pared de una excavación.

c) PERFIL ESTRATIGRAFICO.

La clasificación de campo de los suelos muestreados permite elaborar el perfil estratigráfico del sitio que posteriormente se precisará en el laboratorio.

d) RESISTENCIA A LA PENETRACION.

Cada una de las pruebas de penetración se representa gráficamente mediante puntos (valores de " N "), que unidos por líneas definen la variación de la resistencia a la penetración estándar con la profundidad respectiva.

II.2 Pruebas de Laboratorio.

En las muestras representativas alteradas, obtenidas con la herramienta de penetración estandar, se hicieron las siguientes pruebas de laboratorio:

II.2.1 Clasificación visual, al tacto en humedad y en seco.

II.2.2 Contenido Natural de Agua.

La humedad ó contenido de agua de un suelo es la relación expresada en por ciento entre el peso del agua que tiene el suelo y el peso de las partículas sólidas, el conocimiento del contenido natural de agua de un suelo en algunas ocasiones puede dar una idea cualitativa de su probable comportamiento.

II.2.3 Límites de plasticidad.

Permiten la clasificación de los suelos finos y se definen de la siguiente manera:

A) Límite Líquido (LL): aspecto y comportamiento de un fluido, se define como el contenido de agua que tiene un suelo remoldeado, se ha roto su estructura original, para que la ranura se cierre a lo largo de 1.27 cm (1/2") en el instante en que en la copa de Casagrande necesita 25 golpes para cerrar dicha ranura.

B) Límite Plástico (LP): El suelo tiene el aspecto de una plastilina y se comporta plásticamente, es el contenido de agua con el que empieza a agrietarse un cilindro de suelo de 3.00 mm (1/8") de diámetro, los rollitos se doblan y se presionan formando una pastilla que vuelve a rolarse con la palma de la mano sobre un vidrio sin pulir, hasta que en los 3 mm ocurra el desmoronamiento y agrietamiento; En tal momento se determinará rápidamente su contenido de agua, que es el límite plástico.

C) Índice de Plasticidad (IP): Representa el rango de humedades dentro del cual el suelo se comporta plásticamente.

$$IP = LL - LP$$

II.2.4 Análisis Granulométrico Mediante Mallas en Suelos Granulares.

Es la división del suelo en distintas fracciones seleccionadas de acuerdo al tamaño de partículas. Este ensayo permite la clasificación del suelo.

II.2.5 Densidad de Sólidos.

Es la relación entre el peso específico de los sólidos y el peso específico del agua destilada a 4 grados centígrados y sujeta a una atmósfera de presión.

En las muestras cúbicas inalteradas obtenidas de los pozos (circulares) a cielo abierto además de las anteriores se realizaron las siguientes pruebas, que permiten la obtención de los parámetros para el cálculo de la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos.

II.2.6 Compresión Triaxial No Consolidada-No Drenada.

Este tipo de prueba también llamada rápida no permite en ninguna etapa la consolidación de la muestra. En primer lugar se aplica al espécimen una presión hidrostática de confinamiento y de inmediato se hace fallar al suelo con la aplicación rápida de la carga axial.

II.2.7 Compresión Triaxial Consolidada-No Drenada.

El espécimen se consolida primero bajo la presión hidrostática (P_h) de confinamiento, así el esfuerzo llega a ser efectivo (F_e) actuando sobre la fase sólida del suelo en seguida la muestra es llevada a la falla por un rápido incremento de la carga axial de manera que no se permita cambio de volumen, el hecho esencial de este tipo de prueba es el no permitir ninguna consolidación adicional durante el periodo de falla de aplicación de la carga axial.

II.2.8 Compresión Axial No Confinada.

Esta prueba no es triaxial los esfuerzos exteriores al principio de la prueba son nulos, pero existen en la estructura del suelo esfuerzos efectivos no muy bien definidos, debido a tensiones capilares en el agua intersticial, enseguida se lleva la muestra a la falla mediante la aplicación de una carga axial; esta prueba proporciona valores que subestiman la resistencia al esfuerzo cortante del suelo.

II.2.9 Peso Volumétrico Natural.

Peso específico o volumétrico de un suelo en estado natural es la relación entre el peso y el volumen de la masa de suelo.

En las figuras siguientes del número II.III a II.VI se presentan en forma gráfica los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas en las muestras obtenidas incluyendo en los sondeos exploratorios el índice de resistencia a la penetración estándar.

II.3 Características Estratigráficas y Físicas del Subsuelo del Predio de Interés.

El predio de interés se ubica al poniente de la cuenca del valle de México en la zona de lomas donde los depósitos volcánicos característicos de la zona se encuentran interestratificados con depósitos aluviales que fueron formándose en los cauces y en la proximidad de ellos, principalmente en las cercanías con la parte plana del valle de México.

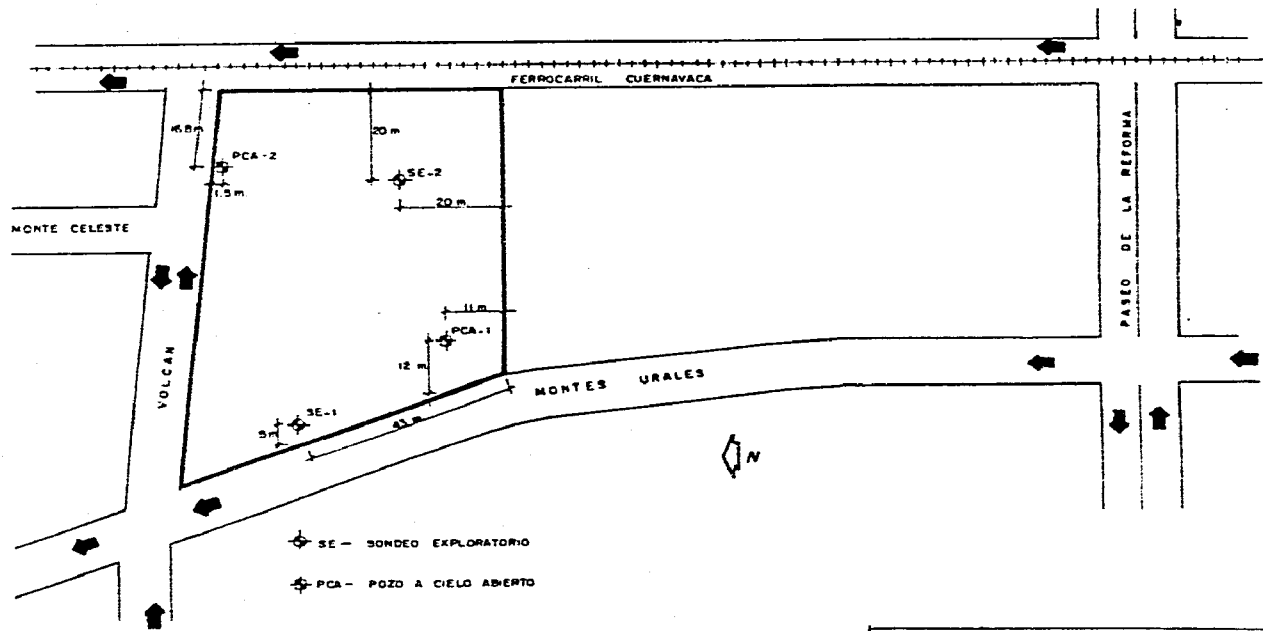
En las figuras II.VII a II.X se presenta un corte estratigráfico de los depósitos del subsuelo en donde en forma general se define la siguiente secuencia estratigráfica:

superficialmente con espesor variable entre 0.00 a 1.20 m se tiene materiales de relleno constituidos por arcilla arenosa y arena arcillosa con cascajo y raíces café oscuro con contenido de agua medio de 27 %, índice de resistencia a la penetración estándar variable de 5 a 10 golpes y consistencia media a firme; bajo los materiales de relleno y hasta una profundidad variable de 1.20 a

3.00 m se tiene arcilla limo arenosa café y gris obscuro, con contenido de agua medio de 26 %, índice de resistencia a la penetración estándar de 14 a 22 golpes y consistencia muy firme. A continuación con espesor medio de 3.00 a 7.00 m, aproximadamente se encuentra una toba volcánica arcillo limosa poco arenosa con gravas cementada con carbonato de calcio, con contenido de agua variable entre 15 y 30 %, con índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes, y consistencia dura. Con resistencia en compresión no confinada variable, entre 37 y 125 ton/m², con cohesión variable de 8 a 32 ton/m² y ángulo de fricción interna de 15 a 48 grados, determinados en compresión triaxial no consolidada no drenada, enseguida con espesor variable de 1.00 a 1.50 m (7.00 a 8.50 m de profundidad) se encuentra una toba volcánica limo arcillo arenosa con gravas, calizas con contenido de agua variable de 23 a 30 % con índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes compacta, con resistencia en compresión no confinada variable entre 43 y 100 ton/m², con cohesión variable de 5 a 20 ton/m² y ángulo de fricción interna de 28 a 42 grados, determinados en compresión triaxial no consolidada no drenada. Entre 8.50 y 12.00 metros de profundidad aproximadamente se encuentran boleos redondeados con tamaños variables entre 20.00 y 30.00 cm, empacados en arena con gravas y eventualmente en su parte superior con arena limosa, con resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes, compactas; de 12.00 a 13.50 m se tienen gravas angulosas empacadas en arena gruesa con resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes, compactas; de 13.50 a 14.00 m de profundidad aproximadamente se encuentra arena gruesa con gravas, con resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes compacta, de 14.00 a 16.00 m aproximadamente, se encuentra una toba limo arenosa poco arcillosa con gravas, con contenido de agua variable de 25 % a 35 % con índice de resistencia a la penetración estándar variable de 28 a mayor de 50 golpes, muy compacta con resistencia en compresión no confinada variable de 19 a 48 ton/m², cohesión variable de 2 a 12 ton/m² y ángulo de fricción interna de 23 a 44 grados determinados en compresión triaxial no consolidada no

drenada; entre 16.00 y 18.00 m de profundidad, aproximadamente se encuentra una capa de arena y grava pumítica gris clara con contenido de agua medio de 38 % a 63 %, con índice de resistencia a la penetración estándar variable de 44 a mayor de 50 golpes, con resistencia en compresión no confinada de 2.00 ton/m², con cohesión de 1.50 ton/m² y ángulo de fricción interna de 28 grados determinados en compresión triaxial no consolidada no drenada; entre 18.00 y 23.00 m de profundidad aproximadamente se encuentran capas interestratificadas de tobas volcánicas y lentes de materiales aluviales, las tobas son limo arcillo arenosas y limo arenosas con contenido de agua variable de 18 % a 24 %, con índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes muy compactas, con resistencia a la compresión no confinada variable de 15 a 107 ton/m², con cohesión variable de 8 a 27 ton/m² y ángulo de fricción interna de 18 a 32 grados determinados en compresión triaxial consolidada no drenada, los materiales aluviales son limos arcillo-arenosos y arenas limosas poco arcillosas con contenido de agua medio de 20 % con índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes y de compacidad alta; de 23.00 a 30.00 m de profundidad se encuentra limo arenoso con gravas y fragmentos aislados de roca andesítica café, con contenido de agua variable de 15 % a 22 %, con índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes muy compacto.


NO SE DETECTO EL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS HASTA LA MÁXIMA PROFUNDIDAD EXPLORADA.

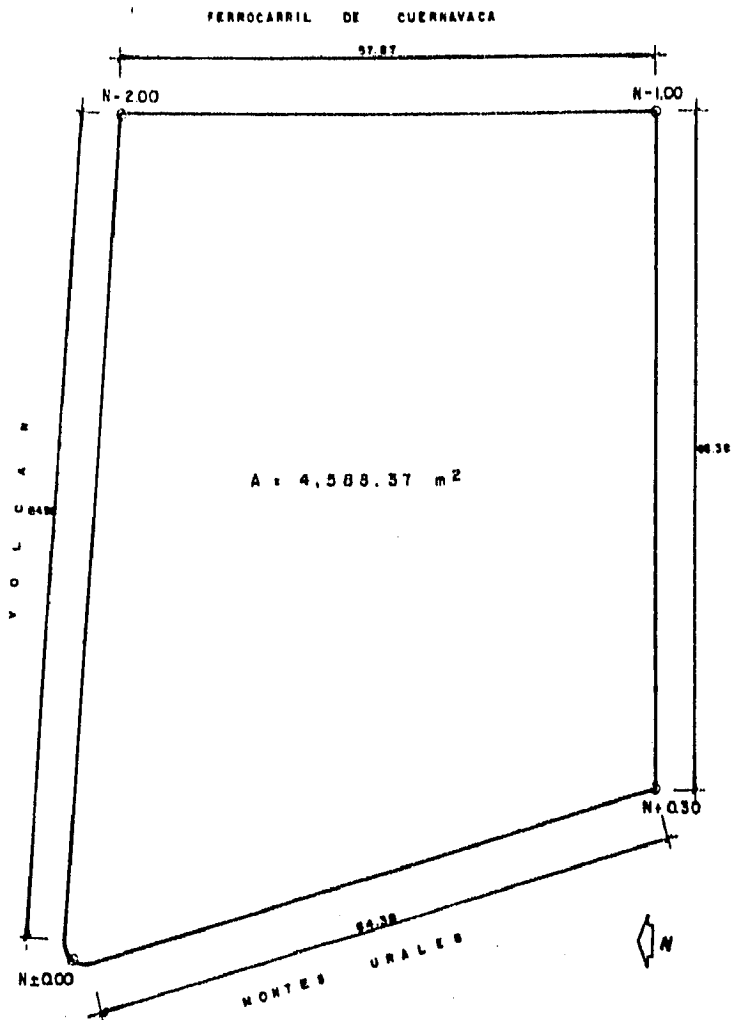


◆ SE - SONDEO EXPLORATORIO
 ◆ PCA - POZO A CIELO ABIERTO

**LOCALIZACION DEL PREDIO, SONDEOS DE PENETRACION
 ESTANDAR Y POZOS A CIELO ABIERTO**


FIGURA No. II . I

UNAM ENEP ACATLAN	
	TEMA PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUÑOS ANCLADOS ALUMNO: RAMON DORATO MIGUEL RUIZ



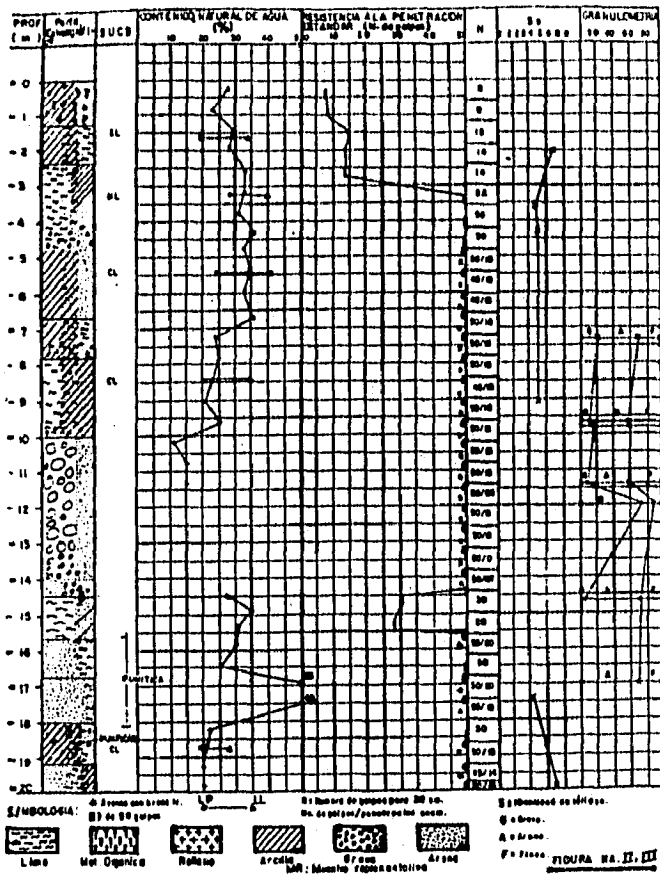
AREA DEL PREDIO DE INTERES Y LOS DESNIVELES EXISTENTES

FIGURA No. **J. II**

	<p style="text-align: center;">UNAM. ENEP ACATLAN</p> <p>TRABAJO PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS.</p> <p>ALUMNO: RANCHO DONATO MIGUEL RUIZ</p>
---	--

RESULTADOS DEL SONDEO EXPLORATORIO

SE I



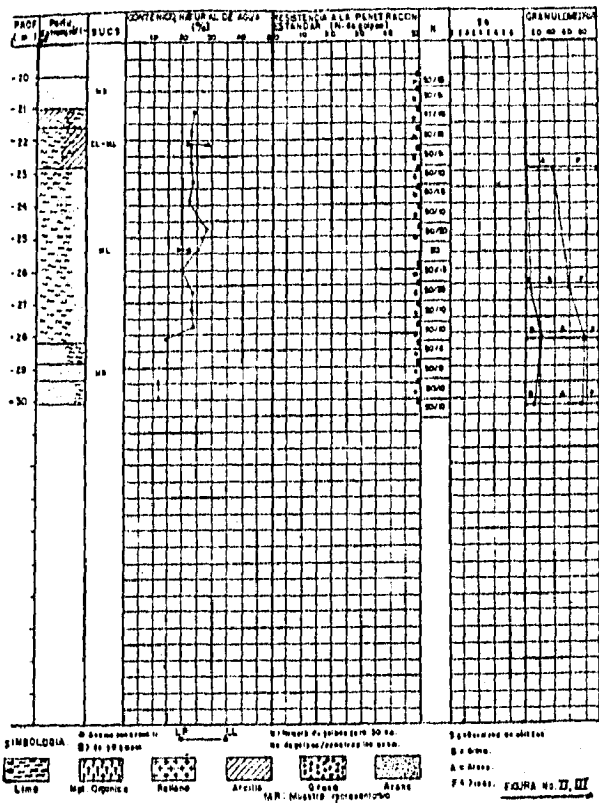
UNAM ENEP ACATLAN

TAMA PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS.

— ALUMNO RAMON DONATO MIGUEL RUIZ

RESULTADOS DEL SONDEO EXPLORATORIO

SE I



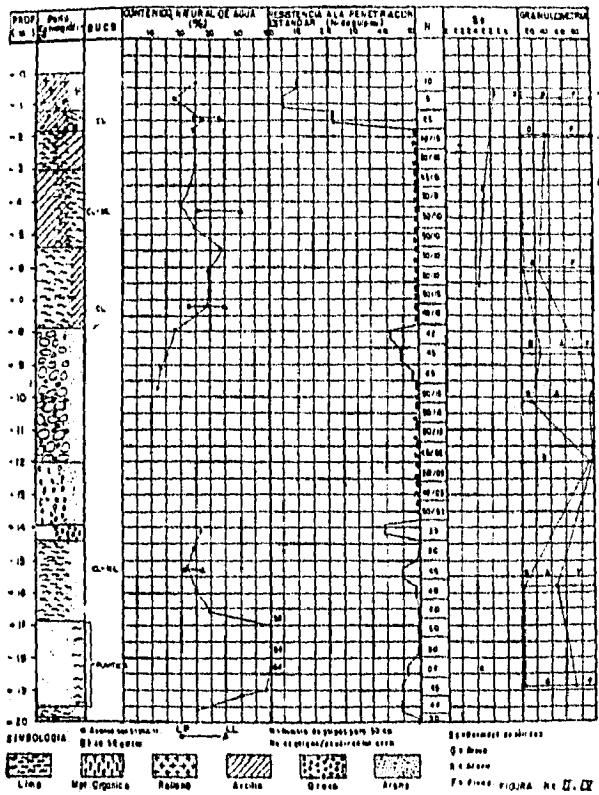
UNAM ENEP ACATLAN

SEUS PERSONAL ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MURDO ANCLADOS

ALUMNO: RANCHO DONATO MIGUEL HUIZ

RESULTADOS DEL SONDEO EXPLORATORIO

SE 2



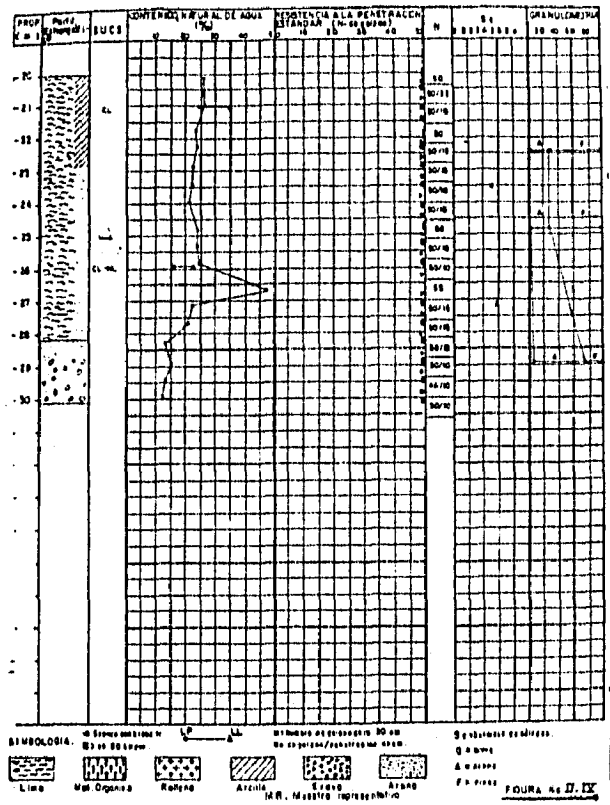
UNAM ENEP ACATLAN

SEMI PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS.

ALVARO RAMON TORATO MIGUEL NUÑEZ

RESULTADOS DEL SONDEO EXPLORATORIO

SE 2

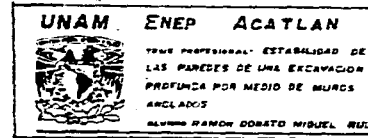


UNAM ENEP ACATLAN

1984 PERSONAL ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS.


ALUMNO RAMON DONATO MIGUEL RUC

**RESULTADOS DEL SONDEO
POZO A CIELO ABIERTO PCA 1**









COTAS	DESCRIPCION	PERFIL	MURDO	C0	LA	LP	R	S	P	S1	Z	A	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37	C38	C39	C40	C41	C42	C43	C44	C45	C46	C47	C48	C49	C50	C51	C52	C53	C54	C55	C56	C57	C58	C59	C60	C61	C62	C63	C64	C65	C66	C67	C68	C69	C70	C71	C72	C73	C74	C75	C76	C77	C78	C79	C80	C81	C82	C83	C84	C85	C86	C87	C88	C89	C90	C91	C92	C93	C94	C95	C96	C97	C98	C99	C100	C101	C102	C103	C104	C105	C106	C107	C108	C109	C110	C111	C112	C113	C114	C115	C116	C117	C118	C119	C120	C121	C122	C123	C124	C125	C126	C127	C128	C129	C130	C131	C132	C133	C134	C135	C136	C137	C138	C139	C140	C141	C142	C143	C144	C145	C146	C147	C148	C149	C150	C151	C152	C153	C154	C155	C156	C157	C158	C159	C160	C161	C162	C163	C164	C165	C166	C167	C168	C169	C170	C171	C172	C173	C174	C175	C176	C177	C178	C179	C180	C181	C182	C183	C184	C185	C186	C187	C188	C189	C190	C191	C192	C193	C194	C195	C196	C197	C198	C199	C200	C201	C202	C203	C204	C205	C206	C207	C208	C209	C210	C211	C212	C213	C214	C215	C216	C217	C218	C219	C220	C221	C222	C223	C224	C225	C226	C227	C228	C229	C230	C231	C232	C233	C234	C235	C236	C237	C238	C239	C240	C241	C242	C243	C244	C245	C246	C247	C248	C249	C250	C251	C252	C253	C254	C255	C256	C257	C258	C259	C260	C261	C262	C263	C264	C265	C266	C267	C268	C269	C270	C271	C272	C273	C274	C275	C276	C277	C278	C279	C280	C281	C282	C283	C284	C285	C286	C287	C288	C289	C290	C291	C292	C293	C294	C295	C296	C297	C298	C299	C300	C301	C302	C303	C304	C305	C306	C307	C308	C309	C310	C311	C312	C313	C314	C315	C316	C317	C318	C319	C320	C321	C322	C323	C324	C325	C326	C327	C328	C329	C330	C331	C332	C333	C334	C335	C336	C337	C338	C339	C340	C341	C342	C343	C344	C345	C346	C347	C348	C349	C350	C351	C352	C353	C354	C355	C356	C357	C358	C359	C360	C361	C362	C363	C364	C365	C366	C367	C368	C369	C370	C371	C372	C373	C374	C375	C376	C377	C378	C379	C380	C381	C382	C383	C384	C385	C386	C387	C388	C389	C390	C391	C392	C393	C394	C395	C396	C397	C398	C399	C400	C401	C402	C403	C404	C405	C406	C407	C408	C409	C410	C411	C412	C413	C414	C415	C416	C417	C418	C419	C420	C421	C422	C423	C424	C425	C426	C427	C428	C429	C430	C431	C432	C433	C434	C435	C436	C437	C438	C439	C440	C441	C442	C443	C444	C445	C446	C447	C448	C449	C450	C451	C452	C453	C454	C455	C456	C457	C458	C459	C460	C461	C462	C463	C464	C465	C466	C467	C468	C469	C470	C471	C472	C473	C474	C475	C476	C477	C478	C479	C480	C481	C482	C483	C484	C485	C486	C487	C488	C489	C490	C491	C492	C493	C494	C495	C496	C497	C498	C499	C500	C501	C502	C503	C504	C505	C506	C507	C508	C509	C510	C511	C512	C513	C514	C515	C516	C517	C518	C519	C520	C521	C522	C523	C524	C525	C526	C527	C528	C529	C530	C531	C532	C533	C534	C535	C536	C537	C538	C539	C540	C541	C542	C543	C544	C545	C546	C547	C548	C549	C550	C551	C552	C553	C554	C555	C556	C557	C558	C559	C560	C561	C562	C563	C564	C565	C566	C567	C568	C569	C570	C571	C572	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594	C595	C596	C597	C598	C599	C600	C601	C602	C603	C604	C605	C606	C607	C608	C609	C610	C611	C612	C613	C614	C615	C616	C617	C618	C619	C620	C621	C622	C623	C624	C625	C626	C627	C628	C629	C630	C631	C632	C633	C634	C635	C636	C637	C638	C639	C640	C641	C642	C643	C644	C645	C646	C647	C648	C649	C650	C651	C652	C653	C654	C655	C656	C657	C658	C659	C660	C661	C662	C663	C664	C665	C666	C667	C668	C669	C670	C671	C672	C673	C674	C675	C676	C677	C678	C679	C680	C681	C682	C683	C684	C685	C686	C687	C688	C689	C690	C691	C692	C693	C694	C695	C696	C697	C698	C699	C700	C701	C702	C703	C704	C705	C706	C707	C708	C709	C710	C711	C712	C713	C714	C715	C716	C717	C718	C719	C720	C721	C722	C723	C724	C725	C726	C727	C728	C729	C730	C731	C732	C733	C734	C735	C736	C737	C738	C739	C740	C741	C742	C743	C744	C745	C746	C747	C748	C749	C750	C751	C752	C753	C754	C755	C756	C757	C758	C759	C760	C761	C762	C763	C764	C765	C766	C767	C768	C769	C770	C771	C772	C773	C774	C775	C776	C777	C778	C779	C780	C781	C782	C783	C784	C785	C786	C787	C788	C789	C790	C791	C792	C793	C794	C795	C796	C797	C798	C799	C800	C801	C802	C803	C804	C805	C806	C807	C808	C809	C810	C811	C812	C813	C814	C815	C816	C817	C818	C819	C820	C821	C822	C823	C824	C825	C826	C827	C828	C829	C830	C831	C832	C833	C834	C835	C836	C837	C838	C839	C840	C841	C842	C843	C844	C845	C846	C847	C848	C849	C850	C851	C852	C853	C854	C855	C856	C857	C858	C859	C860	C861	C862	C863	C864	C865	C866	C867	C868	C869	C870	C871	C872	C873	C874	C875	C876	C877	C878	C879	C880	C881	C882	C883	C884	C885	C886	C887	C888	C889	C890	C891	C892	C893	C894	C895	C896	C897	C898	C899	C900	C901	C902	C903	C904	C905	C906	C907	C908	C909	C910	C911	C912	C913	C914	C915	C916	C917	C918	C919	C920	C921	C922	C923	C924	C925	C926	C927	C928
-------	-------------	--------	-------	----	----	----	---	---	---	----	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

**RESULTADOS DEL SONDEO
POZO A CIELO ABIERTO PCA 2**

UNAM ENEP ACATLAN

 TEMA PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
 PROFUNDA POR MEDIO DE MURCS ANCLADOS.
 ALUMNO: RAMON DONATY MIGUEL NUZ

PROF.	DESCRIPCION	PERFIL	MUN.	MUN.											COT.	COT.	OBSERVACIONES	
				C1	LL	LP	M	A	V	S1	S2	S3	S4	S5				
0	PCA - 2																	
1	...		CL	23	47	71	71	27	71									13.40
2	...		CL	23	46	71	0	17	27	24.0	24.0	24.0						13.40
3	...		CL	23	46		11	11	11	24.0	24.0	24.0						13.40
4	...		CL	23	46	23		11	24.0	24.0	24.0							13.40
5	...		CL	23	46	23	0	5	24.0	24.0	24.0							13.40
6	...		CL	23	47	26	0	15	24.0	24.0	24.0							13.40
7	...		CL	23	46	23		22	16	24.0	24.0	24.0						13.40
8	...		CL	23	46	24	24	18	24.0	24.0	24.0							13.40
9	...		CL	23	46	24	24	18	24.0	24.0	24.0							13.40
10	...		CL	23	46	24	24	18	24.0	24.0	24.0							13.40
11	...		CL	23	46	24	24	18	24.0	24.0	24.0							13.40
12	...		CL	23	46	24	24	18	24.0	24.0	24.0							13.40
13	...		CL	23	46	24	24	18	24.0	24.0	24.0							13.40

 MUELLER
  MATERIA ORGANICA
  ARCILLA
  ARENA
  GRAVA
  LIMO
 FIGURA No. 2.17

NOMENCLATURA

SUCS SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

CL ARCILLA INORGANICA DE BAJA COMPRESIBILIDAD

CH ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD

ML LIMO DE BAJA COMPRESIBILIDAD

MH LIMO DE ALTA COMPRESIBILIDAD

OL SUELO ORGANICO DE BAJA COMPRESIBILIDAD

OH SUELO ORGANICO DE ALTA COMPRESIBILIDAD

GC BRAVAS CON ARCILLA (SIEMPRE Y CUANDO LOS FINOS SEAN MAYORES DEL 12%)

GM BRAVAS CON LIMO (SIEMPRE Y CUANDO LOS LIMOS SEAN MAYORES AL 12%)

GP BRAVAS MAL BRADUADAS (CUANDO LOS FINOS SON MENORES DEL 5%)

GM BRAVAS BIEN BRADUADAS (CUANDO LOS FINOS SON MENORES DEL 5%)

GM-GC BRAVAS BIEN BRADUADAS CON FINOS ARCILLOSOS (LOS FINOS DEBEN ESTAR COMPREDIDOS DEL 5 AL 12%)

GM-GM BRAVAS BIEN BRADUADAS CON FINOS LIMOSOS (LOS FINOS DEBEN ESTAR COMPREDIDOS DEL 5 AL 12%)

GP-GC BRAVAS MAL BRADUADAS CON FINOS ARCILLOSOS (LOS FINOS DEBEN ESTAR COMPREDIDOS DEL 5 AL 12%)

GP-GM BRAVAS MAL BRADUADAS CON FINOS LIMOSOS (LOS FINOS DEBEN ESTAR COMPREDIDOS DEL 5 AL 12%)

SC ARENAS CON ARCILLA (SIEMPRE Y CUANDO LOS FINOS SEAN MAYORES AL 12%)

SM ARENAS CON LIMO (SIEMPRE Y CUANDO LOS FINOS SEAN MAYORES AL 12%)

SP ARENAS MAL BRADUADAS (CUANDO LOS FINOS SEAN MENORES DEL 5%)

SM ARENAS BIEN BRADUADAS (CUANDO LOS FINOS SEAN MENORES DEL 5%)

SM-GC ARENA BIEN BRADUADA CON FINOS ARCILLOSOS (LOS FINOS DEBEN ESTAR COMPREDIDOS DEL 5 AL 12%)

SM-GM ARENA BIEN BRADUADA CON FINOS LIMOSOS (LOS FINOS DEBEN ESTAR COMPREDIDOS DEL 5 AL 12%)

SP-GC ARENAS MAL BRADUADAS CON FINOS ARCILLOSOS (LOS FINOS DEBEN ESTAR COMPREDIDOS DEL 5 AL 12%)

SP-GM ARENA MAL BRADUADA CON FINOS LIMOSOS (LOS FINOS DEBEN ESTAR COMPREDIDOS DEL 5 AL 12%)

CL-ML ARCILLA CON LIMO DE BAJA COMPRESIBILIDAD

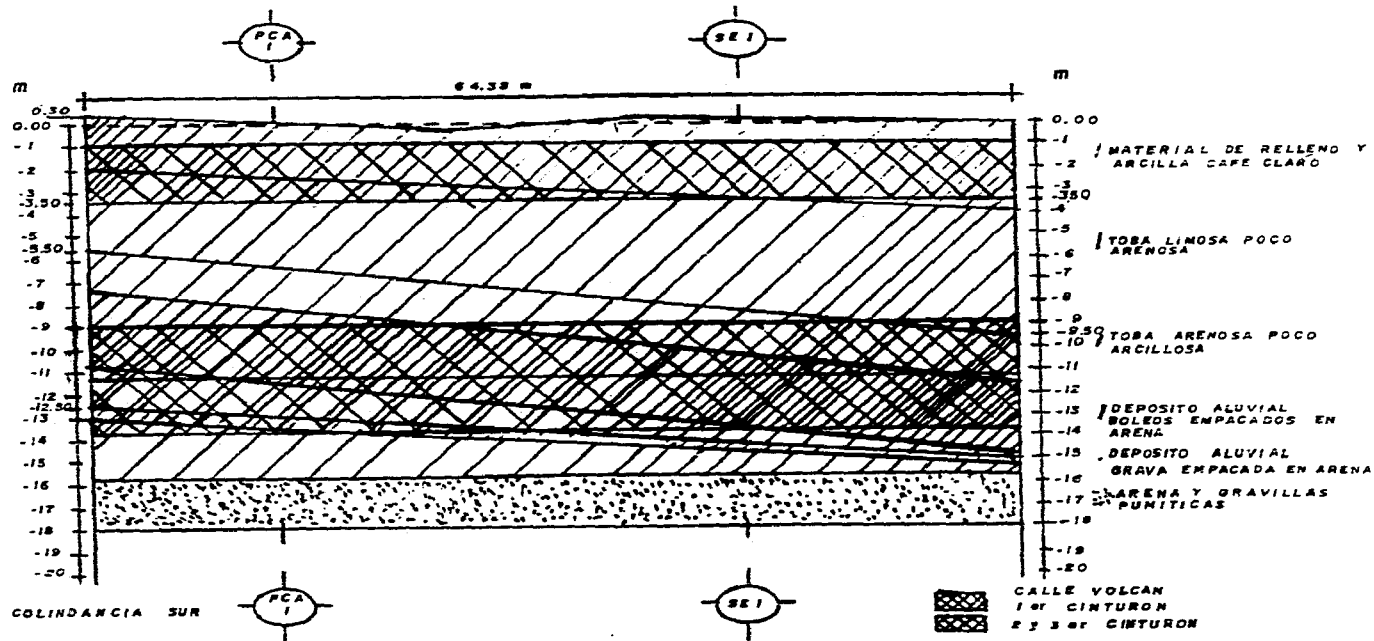
ML-CL LIMO CON ARCILLA DE BAJA COMPRESIBILIDAD

CH-MH ARCILLA CON LIMO DE ALTA COMPRESIBILIDAD

GP-GM BRAVAS Y ARENA CON LIMO (SIEMPRE Y CUANDO LOS FINOS SEAN MAYORES DEL 12%)

NOMENCLATURA

Ph	PRESION HIDROSTATICA
F _e	ESFUERZO EFECTIVO
V _m	PESO VOLUMETRICO DEL SUELO EN TON/M ³
LL	LINITE LIQUIDO EN %
LP	LINITE PLASTICO EN %
IP	INDICE DE PLASTICIDAD EN %
W	CONTENIDO DE AGUA EN %
S _s	DENSIDAD DE SOLIDO
UU	PRUEBA TRIAXIAL NO CONSOLIDADA NO DRENADA
C	COHESION EN TON/M ²
φ	ANGULO DE FRICCION INTERNA EN GRADOS
V _h	PESO VOLUMETRICO HUMEDO EN TON/M ³
G	GRAVAS EN %
A	ARENA EN %
F	FINO EN %
qu	COMPRESION SIMPLE EN TON/M ²
CU	PRUEBA TRIAXIAL CONSOLIDADA NO DRENADA
SE	BONDEO EXPLORATORIO DE PENETRACION ESTANDAR
PCA	POZO A CIELO ABIERTO
FS	FACTOR DE SEGURIDAD
N	[NUMERO DE GOLPES] RESISTENCIA A LA PENETRACION ESTANDAR



CORTE ESTRATIGRAFICO
COLINDANCIA A MONTES URALES

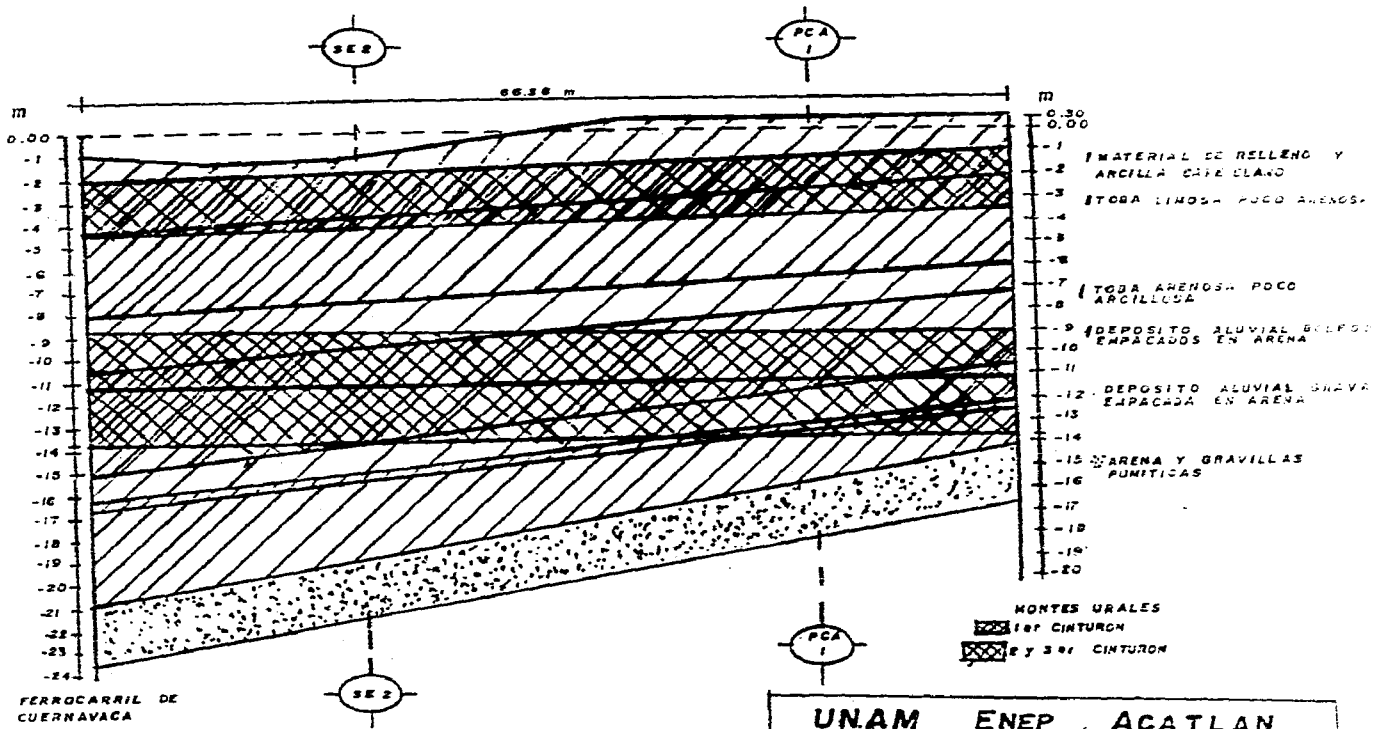
FIGURA No. II.VII

UNAM ENEP ACATLAN



TESIS PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE
LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS
ANCLADOS.


ALUMNO: RAMON DONATO MIGUEL RUIZ



CORTE ESTRATIGRAFICO COLINDANCIA SUR

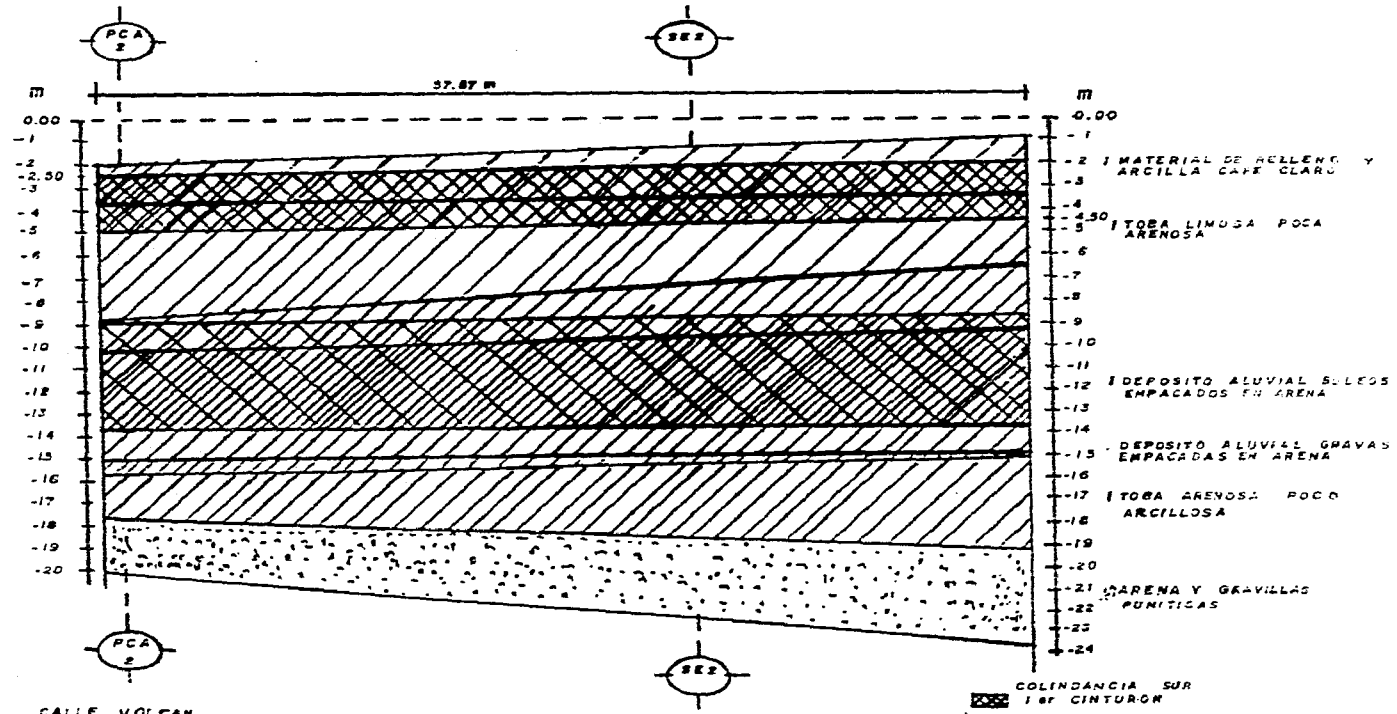
FIGURA No. II. VIII

UNAM **ENEP ACATLAN**



TESIS PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS.

ALUMNO: RAMON DONATO MIGUEL RUIZ



CALLE VOLCAN

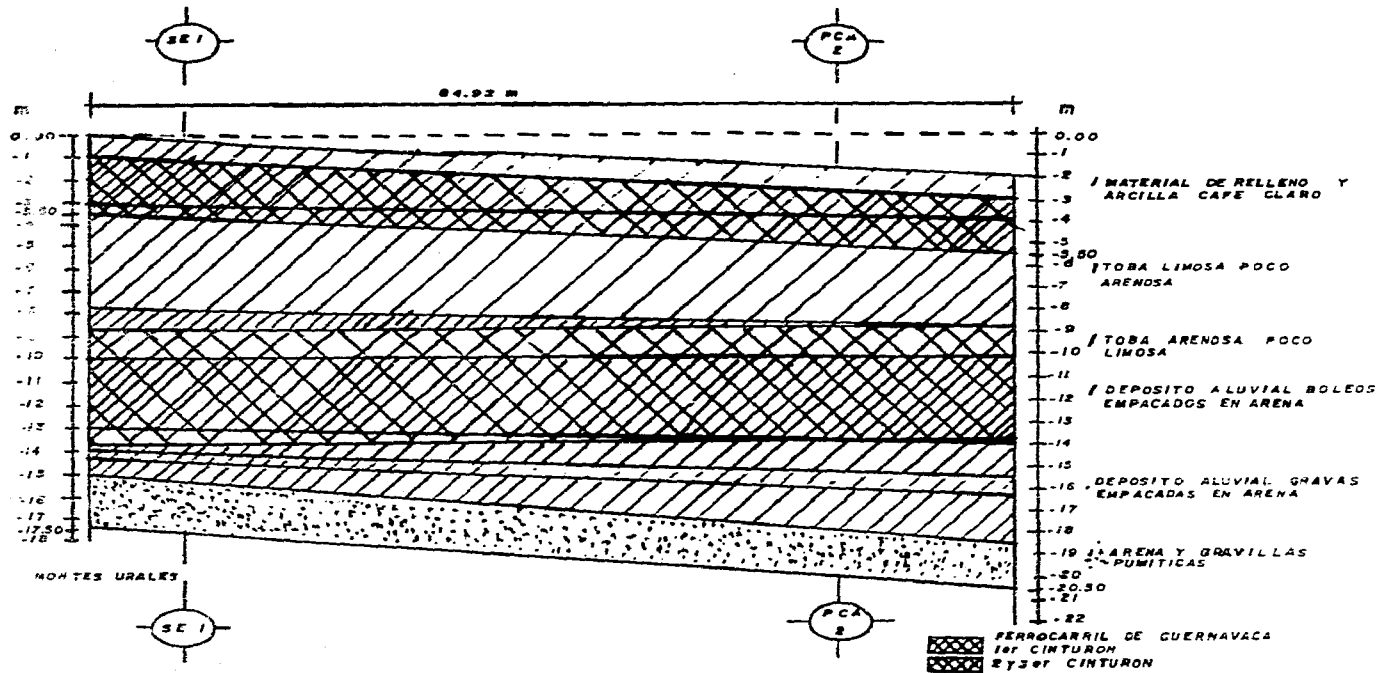
**CORTE ESTRATIGRAFICO
COLINDANCIA FERROCARRIL
DE CUERNAVACA**

FIGURA No. II. IX

UNAM ENEP ACATLAN

TRABAJO PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE VIGAS ANCLADAS.


ALUMNO: RAMON EDUARDO MIGUEL RUIZ



CORTE ESTRATIGRAFICO
COLINDANCIA A LA CALLE VOLCAN

FIGURA No. II.X

UNAM ENEP ACATLAN



TESIS PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS.

ALUMNO: RAMON DONATO MIGUEL RUIZ

III. ELECCION DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA EXCAVACION.

El edificio de oficinas " CORPORATIVO MONTES URALES II " que se proyecta en el predio ubicado en la calle Montes Urales No 460, contempla la construcción de un edificio constituido por planta baja, cuatro niveles superiores, motor lobby y cuatro niveles de sótanos; el último sótano tendrá su nivel de piso terminado a -13.80 m de profundidad con respecto al nivel de banquetta de Montes Urales; considerando lo anterior y atendiendo las características estratigráficas del subsuelo en particular la existencia de material de relleno entre la superficie y -1.20 m de profundidad, subyacente por arcilla limosa de consistencia firme hasta -3.00 m de profundidad y la presencia de depósitos aluviales entre -9.00 y -13.50 m de profundidad, se efectuaron diversos análisis de mecánica de suelos tendientes a definir el procedimiento de excavación adecuado para mantener estables las paredes de los cortes verticales; como resultado de los análisis realizados y que más adelante se presentan y a fin de dar rapidez y seguridad a la excavación, se estableció que para garantizar la estabilidad de los cortes proyectados, será necesario instalar en el perímetro del área de excavación tres niveles de cinturones de concreto reforzado, fijos a las paredes del corte por medio de anclas como se muestra en la figura III.2.4. Los cinturones de concreto se instalarán en las zonas de materiales inestables, ubicados entre -1.00 y -3.50m, entre -8.80 y -11.30 m y finalmente entre -11.30 y -13.80 m de profundidad. Las anclas del primer nivel del cinturón tendrán una inclinación de 15 grados respecto a la horizontal una longitud de 16 m con capacidad de 40 ton/ancla. Las anclas del segundo y tercer nivel del cinturón tendrán una inclinación respecto a la horizontal de 10 y 5 grados, respectivamente una longitud de 27 m y una capacidad de 60 ton/ancla. La superficie de la excavación no cubierta por los muros anclados será protegida contra la acción del intemperismo mediante la aplicación de un repellado de mortero de cemento, de 2.50 cm de espesor aplicado sobre una malla electrosoldada 6 x 6, 10/10, anclada al talud con varillas de 3/8" y 1.00 m de longitud

en una retícula de 1 m de lado. Para la definición detallada del procedimiento de excavación de la alternativa elegida se efectuaron los siguientes análisis.

III.1 Estabilidad de Taludes.

Se efectuó un análisis de estabilidad de taludes tomando en cuenta que los materiales existentes hasta la máxima profundidad de excavación son de tipo cohesivo-friccionante, no presentan diferencias importantes en su resistencia por lo que el mecanismo de falla general que tiene más probabilidades de ocurrir es el de rotación a lo largo de una superficie de falla cilíndrica, para la determinación del factor de seguridad mínimo de un talud dado se parte del círculo crítico según las gráficas de Jambu, modificando su centro y radio de tal manera que la superficie de falla analizada se desarrolle preferentemente por los estratos menos resistentes hasta encontrar el factor correspondiente a una superficie potencial de falla. Para el talud vertical mostrado en la figura III.1.1 se analizaron diferentes superficies de falla rotacional, por medio de un programa de computadora, los resultados muestran que no son admisibles los valores.

En la figura III.1.2 se muestran los factores de seguridad encontrados considerando el sistema de anclaje, observándose que resultan admisibles todos los valores.

III.2 Distribución de Presiones Sobre el Sistema de Contención.

En la determinación de las presiones se considera una excavación hasta la cota -14.00 m con taludes verticales retenidos por muros anclados a las paredes de la excavación y se siguieron las recomendaciones establecidas en el Manual de la Comisión Federal de Electricidad, tomando en cuenta los siguientes efectos:

- a) La presión de la masa de suelo, obtenida como el producto acumulado del peso volumétrico total por los espesores en que

estos pueden considerarse del mismo valor, afectados por el coeficiente de presión de tierra en reposo en la figura III.2.1 se indican los valores de γ_m (peso volumétrico del suelo) considerados en el análisis y en la tabla III.2a los resultados del cálculo de esfuerzos horizontales provocados por el suelo.

- b) La acción de una sobrecarga uniformemente repartida de 1.50 ton/m², actuando en la superficie del terreno en una área rectangular contigua al muro, figura III.2.b1 obteniéndose las presiones horizontales que se indican en la tabla III.2b.
- c) Para tomar en cuenta las sollicitaciones sísmicas, se determinó una componente horizontal expresada como el producto del peso de la masa deslizante por un coeficiente sísmico de 0.16 (Zona de Lomas), se muestra en la figura III.2c la forma de obtención del empuje sísmico.

Una vez calculado los valores de estos tres efectos se suman como se muestra en la tabla III.2c a fin de obtener la envolvente de presiones horizontales; en la figura III.2.2 se han dibujado los valores de los tres efectos y la envolvente de presión horizontal, la cual es transformada a la distribución equivalente propuesta por PECK. En la que el volumen de esfuerzos es igual a una envolvente trapezoidal con base mayor, igual a la profundidad considerada, base menor de 75% de dicha profundidad y altura dada por la siguiente expresión:

$$H = \frac{2A}{B + b} \quad H = \frac{2A}{1.75B} \quad H = \frac{2 \times 96.386}{1.75 \times 13.80} = 7.98$$

donde:

H: Presión horizontal máxima.

A: Volumen de esfuerzos considerando la superposición de las presiones debidas al suelo, a la sobrecarga y al sismo.

B: Profundidad de excavación considerada.

b: 0.75B.

La envolvente de presión sobre el ademe se muestra en la figura III.2.3c

III.3 Capacidad del Ancla.

El sistema de anclaje debe ser diseñado para resistir las presiones totales anotadas en la tabla III.2c el criterio para determinar la localización de las anclas considera que estas deben prolongarse detrás de la zona posible de deslizamiento, el ancla transfiere su carga al suelo a través de la resistencia friccionante entre la interfase ancla-suelo, Brons (1968) y Littlejohn (1970) establecieron la siguiente ecuación para estimar la carga por fricción:

$$P_u = (P_i * \tan \phi + c) \bar{II} * D * L * Fr$$

donde:

P_u : Capacidad del ancla en toneladas.

P_i : Presión de inyección.

ϕ : Angulo de fricción interna del suelo en el que se instala el ancla en grados.

c : Cohesión del suelo en que se instala el ancla.

\bar{II} : 3.1416

D : Diámetro del barreno igual a 10 cm.

L : Longitud del ancla.

Fr : Factor de reducción igual a 0.70

Considerando que las anclas del primer nivel tendrán una inclinación de 15 grados con respecto a la horizontal, las del segundo y tercer nivel, 10 y 5 grados respectivamente, las anclas tendrán una separación de 3.00 m de eje a eje. En todas las colindancias se obtuvieron las capacidades que se indican en la tabla de cálculo III.2d, las longitudes que se señalan en la tabla de cálculo III.2e; en la figura III.2.4 se indica la longitud y la capacidad del anclaje, así como su nivel de colocación, también se puede observar un corte A-A del sistema de contención del talud.

III.4 Procedimiento Constructivo.

1.- Se excavará inicialmente hasta -3.50 m de profundidad, dejando en las colindancias una berma de 0.50 m de ancho y talud 1:1 (horizontal-vertical).

2.- Se retirará el material que está en la parte superior del talud hasta -1 m de profundidad empleando herramienta manual, se protege el corte vertical realizado con una malla tipo gallinero, anclada con varillas de 3/8" y 0.50 m de longitud, hincadas en una retícula de 0.50 m de lado; se protege la malla tipo gallinero mediante un repellado de mortero de cemento de 2.50 cm de espesor esto es con el fin de evitar la erosión del material.

3.- Recimentación en caso necesario de la estructura colindante (casa habitación de dos niveles ubicada al sur) mediante un muro de concreto de 20 cm de espesor que prolongue el apoyo de la cimentación hasta la toba resistente.

4.- Retiro del talud en tramos alternos de 6 m de ancho, hasta la profundidad de -3.50 m; el material podrá ser retirado empleando una retroexcavadora procurando no rebasar el límite de la excavación y se le dará afinamiento al corte vertical con pico y pala. Se iniciarán los trabajos de instalación de las anclas del primer nivel, siguiendo el procedimiento que se detalla en el capítulo IV.

5.- Se procede a la realización del cinturón de concreto armado, colocando el acero respectivo, instalando la cimbra y procediendo a su colado. Después de tres días se retirará la cimbra del dado ó en su totalidad del muro de acuerdo a las indicaciones del Ingeniero estructurista, se acomoda la placa de acero que atravesará al tensor, se acomoda el gato hidráulico perpendicular al dado y se procede al tensado, este primer nivel de anclaje tendrá una longitud de 16 m y las anclas tendrán una inclinación de 15 grados respecto a la horizontal.

6.- Tensadas las anclas de los tramos primero excavados, se procede con el recorte de los demás tramos del talud y se repiten los pasos señalados en 4 y 5.

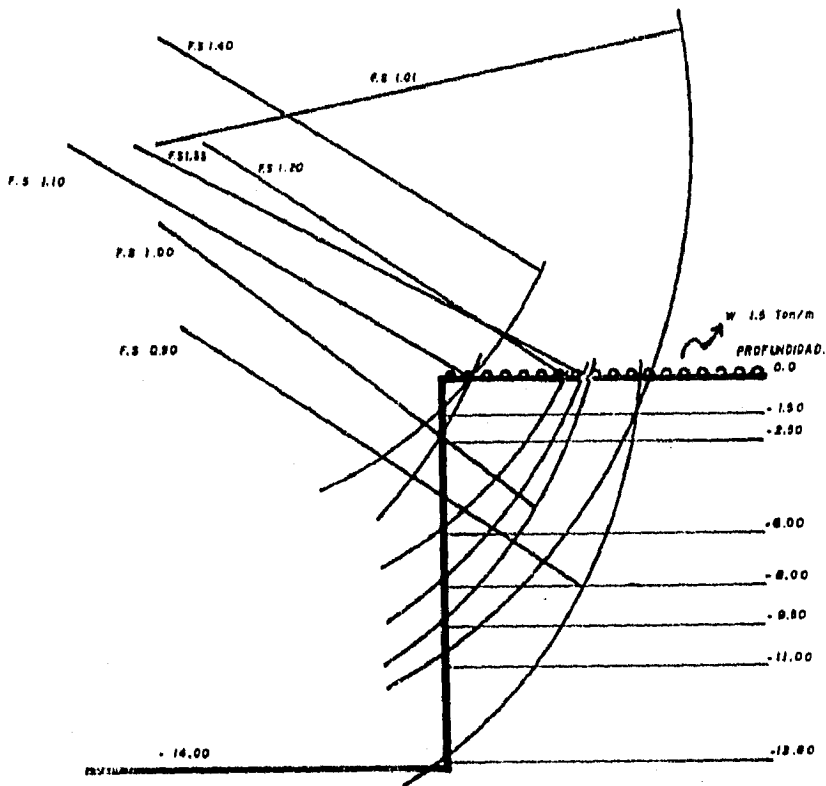
7.- Concluida la construcción del cinturón anclado entre -1 y -3.50 m de profundidad, se continua la excavación a talud vertical hasta la profundidad de -9.00 m perfilado y afinado el talud, se procede a la protección del corte vertical realizado de -3.50 a -8.80 m de profundidad mediante un repellado de mortero de cemento de 2.50 cm de espesor aplicado sobre una malla electrosoldada 6x6, 10/10, anclada con varillas de 3/8" y 1 m de longitud, hincadas en una reticula de 1 m de lado.

8.- Se continua la excavación hasta -14 m de profundidad dejando en las colindancias una berma de 1 m de ancho y taludes 1:1 (horizontal-vertical). Se procede a retirar la parte superior del talud entre -8.80 y -11.30 m de profundidad en tramos alternos de 6 m de ancho se realiza el afinamiento del corte vertical con pico y pala, se efectua la instalación del anclaje siguiendo el procedimiento anotado en el capítulo IV.

9.- Se construye el cinturón de concreto armado y cuando éste tenga la resistencia apropiada se procederá al tensado del ancla.


10.- Tensada las anclas del segundo cinturón, en los tramos primero atacados, se retiran los tramos restantes siguiendo el mismo procedimiento antes descrito.

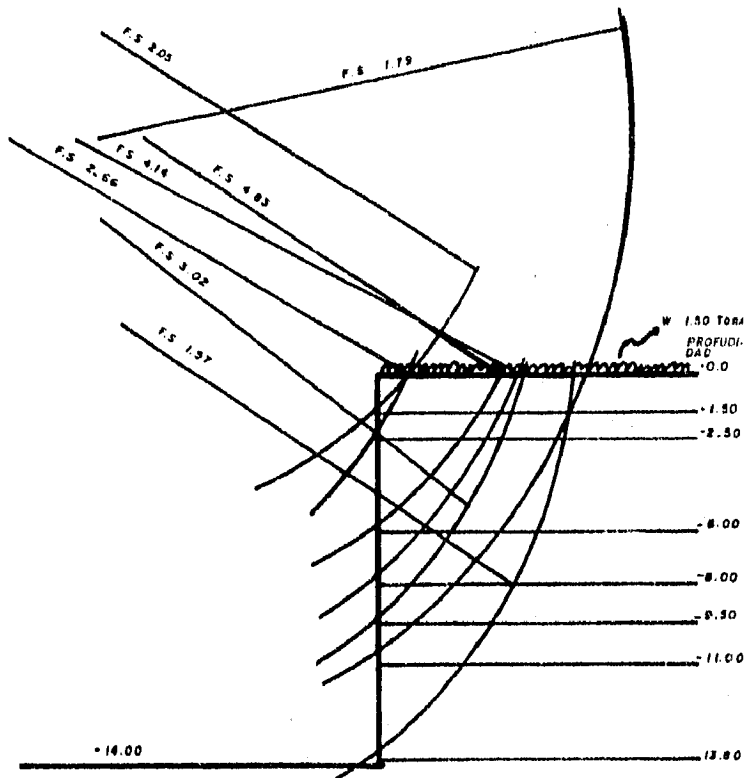
11.- Concluido el anclaje del segundo cinturón de concreto, se inicia el retiro del talud entre -11.30 y -14.00 de profundidad lo que se hará en tramos alternados de 6 m de ancho; una vez afinado y perfilado el corte vertical, se inician los trabajos de instalación de las anclas, construcción del tramo de cinturón de concreto y tensado del ancla. Posteriormente se retiran los tramos del talud restante siguiendo el proceso descrito anteriormente.



ESTABILIDAD DE TALUDES, DIFERENTES FACTORES DE SEGURIDAD SE INDICAN, SIN SISTEMA DE CONTENCION.
ACOTADO EN METROS
SIN ESCALA.

FIGURA No. III.I.1

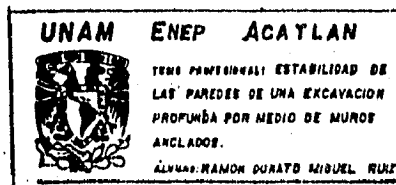
	UNAM ENEP ACATLAN
TITULO PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS.	
ALUMNO: RAMON DONATO MIGUEL RUIZ	



ESTABILIDAD DE TALUDES. DIFERENTES FACTORES DE SEGURIDAD SE INDICAN, CON SISTEMA DE CONTENCION.

ACOTADO EN METRO SIN ESCALA

FIGURA No. III.I. 2



VALORES OBTENIDOS DEL POZO A CIELO ABIERTO PCA-1

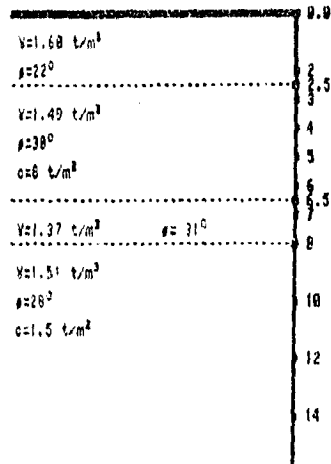


Figura III.2.1

TABLA DEL CALCULO DEL EMPUJE QUE PROMOCA EL SUELO.

Profundidad metros	$v \times z$ t/m ² m	P_v t/m	$k_s = 0.6$ $P_v \times k_s = P_h$ t/m, suelo.
0.00	1.6*0.0	0.00	0.00
1.00	1.6*1.0	1.60	0.96
2.00	1.6*2.0	3.20	1.92
2.50	1.6*2.5	4.00	2.40
3.00	(1.6*2.5)+(1.49*0.50)	4.74	2.84
4.00	4.0+(1.49*1.50)	6.23	3.74
5.00	4.0+(1.49*2.50)	7.72	4.63
6.00	4.0+(1.49*3.50)	9.21	5.53
6.50	4.0+(1.49*4.00)	9.96	5.98
7.00	9.96+(1.37*0.50)	10.64	6.38
8.00	9.96+(1.37*1.50)	12.01	7.21
9.00	12.01+(1.51*1.00)	13.52	8.11
10.00	12.01+(1.51*2.00)	15.03	9.02
11.00	12.01+(1.51*3.00)	16.54	9.92
12.00	12.01+(1.51*4.00)	18.05	10.83
13.00	12.01+(1.51*5.00)	19.56	11.74
13.80	12.01+(1.51*5.80)	20.77	12.46
14.00	12.01+(1.51*6.00)	21.07	12.64

Tabla III.2a

ANGULO θ POR LA ACCION DE
UNA SOBRECARGA UNIFORMEMENTE
REPARTIDA.

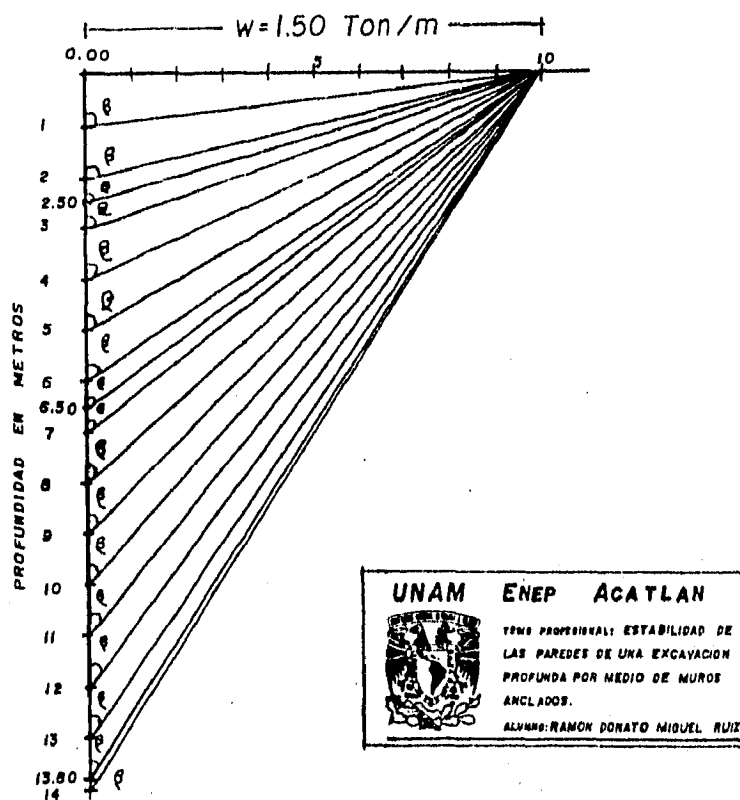


FIGURA III. 2. b1

CALCULO DE PRESTION HORIZONTAL POR SOBRECARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA.

Profundidad metros	β° grados	B^A radianes	α° grados	σ_1	σ_2	$P=t/m^2$ sobrecarga
0.00	90.00	1.571	54.09	1.228	0.273	0.90
1.00	84.30	1.471	50.66	1.177	0.227	0.79
2.00	78.70	1.373	47.30	1.124	0.187	0.69
2.50	75.96	1.326	45.65	1.096	0.170	0.64
3.00	73.30	1.279	44.05	1.068	0.153	0.60
4.00	68.20	1.190	40.99	1.011	0.125	0.51
5.00	63.43	1.107	38.12	0.955	0.102	0.43
6.00	59.04	1.030	35.48	0.901	0.082	0.36
6.50	56.98	0.994	34.24	0.875	0.074	0.33
7.00	55.01	0.960	33.06	0.849	0.067	0.30
8.00	51.34	0.896	30.85	0.801	0.055	0.25
9.00	48.01	0.839	28.85	0.755	0.045	0.21
10.00	45.00	0.785	27.07	0.712	0.037	0.18
11.00	42.27	0.730	25.40	0.673	0.031	0.15
12.00	39.81	0.695	23.92	0.637	0.026	0.13
13.00	37.57	0.656	22.58	0.604	0.022	0.11
13.00	35.93	0.627	21.59	0.580	0.019	0.0949
14.00	35.54	0.620	21.36	0.574	0.018	0.0917

Tabla III.2b

Formulas empleadas en la tabla anterior

$$V=1.50 \text{ t/m}^2$$

$$\beta^\circ = \text{grados}$$

$$B^A = \text{radianes}$$

$$B^A = \frac{\pi \beta^\circ}{180}$$

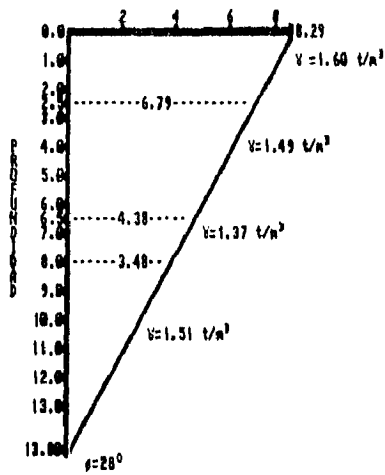
$$\sigma_1 = \frac{V}{\pi} (B^A + \text{sen } \beta^\circ)$$

$$\sigma_2 = \frac{V}{\pi} (B^A - \text{sen } \beta^\circ)$$

$$P = \sigma_1 \text{ sen}^2 \alpha + \sigma_2 \text{ cos}^2 \alpha$$

CALCULO DEL PESO DE LA CUNA

Figura III.2c



$tg=45^\circ/2$

$tg=45^\circ-(28/2)$

$tg=31^\circ$

$x=(tg(45^\circ/2))h$

$x=(tg(45^\circ-28/2)) \cdot 13.00$

$x=8.29 \text{ m.}$

$13.00-8.29$

$11.30=x$

$x=6.79$

$13.00-8.29$

$7.30=x$

$x=4.38$

$13.00-8.29$

$5.00=x$

$x=3.48$

Calculo del area de la cuna

$(0.29+6.79)2.50/2=10.05$

$(6.79+4.38)4/2=22.34$

$(4.38+3.48)1.5/2=5.89$

$(3.48+5.00)/2=10.09$

Peso de la cuna

$W=(10.05 \cdot 1.60) + (22.34 \cdot 1.49) + (5.89 \cdot 1.37) + (10.09 \cdot 1.51)$

$W=86.75 \text{ t/m}$

Empuje sísmico

$E_s=W \cdot C/Q$

$E_s=86.75 \cdot (0.16/3)$

$E_s=4.63 \text{ t/m}$

Preston debida al sismo

$E_s/h=4.63/13.00=0.34 \text{ t/m}^2$

TABLA DE PRESIONES TOTALES

Profundidad metros	Suelo t/m ³	Sobrecarga t/m ²	Sismo t/m ²	Presion total t/m ²
0.00	0.00	0.90	0.34	1.24
1.00	0.96	0.79	0.34	1.75
2.00	1.92	0.69	0.34	2.95
2.50	2.40	0.64	0.34	3.30
3.00	2.84	0.60	0.34	3.70
4.00	3.74	0.51	0.34	4.59
5.00	4.63	0.43	0.34	5.40
6.00	5.53	0.36	0.34	6.23
6.50	5.98	0.33	0.34	6.65
7.00	6.38	0.30	0.34	7.02
8.00	7.21	0.25	0.34	7.60
9.00	8.11	0.21	0.34	8.66
10.00	9.02	0.18	0.34	9.54
11.00	9.92	0.15	0.34	10.41
12.00	10.83	0.13	0.34	11.30
13.00	11.74	0.11	0.34	12.19
13.80	12.46	0.095	0.34	12.89
14.00	12.64	0.092	0.34	13.07

Tabla III.2c

Area total bajo la curva de presion total (ver fig. III.2.2).

$$A_1 = (1.75 + 1.24) \cdot 1 / 2 = 1.495$$

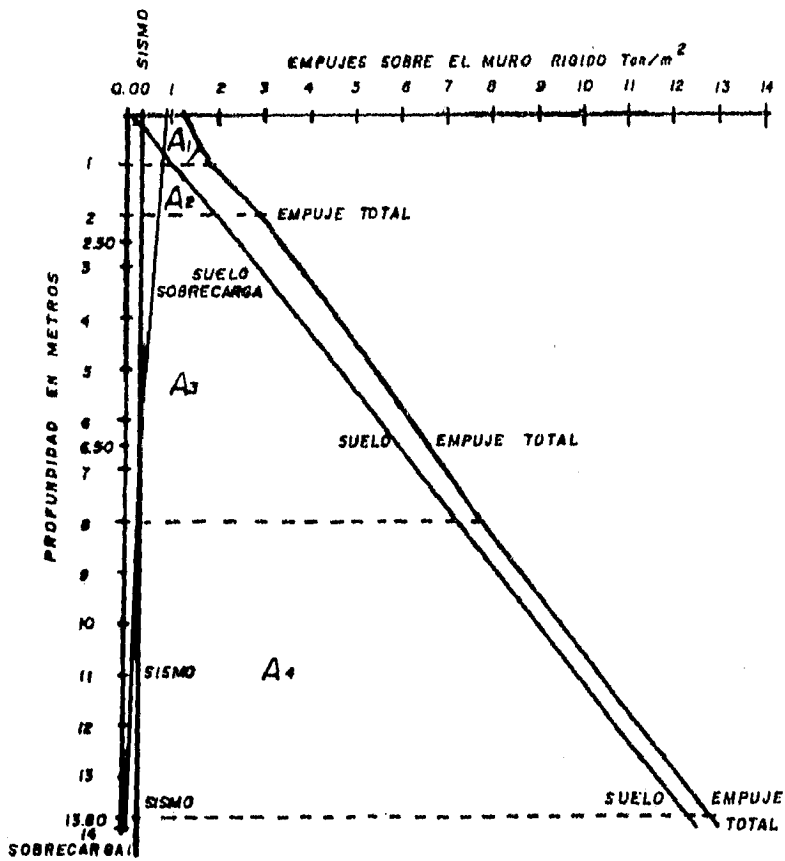
$$A_2 = (2.95 + 1.75) \cdot 1 / 2 = 2.350$$

$$A_3 = (7.00 + 2.95) \cdot 6 / 2 = 32.250$$

$$A_4 = (12.89 + 7.90) \cdot 5.00 / 2 = 60.291$$

I 96.386 Area total.

ENVOLVENTE DE PRESIONES HORIZONTALES.



PCA-1 = POZO A CIELO ABIERTO No.1


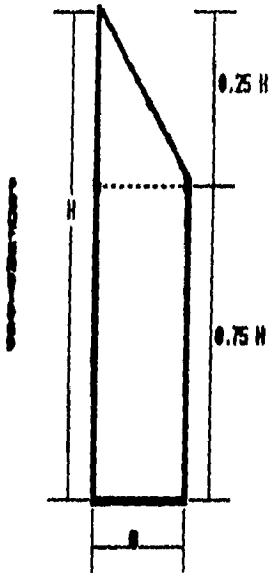
UNAM	ENEP . ACATLAN
	TEMA PROPONIAL: ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS. ALUMNO: NANCY DONATO MIGUEL RUIZ

FIGURA III .2.2

TRANSFORMADA DE PECK



$$A_1 = b + 0.75H + \frac{B + 0.25H}{2} \left(\frac{0.25 \times 13.00}{2} \right)$$

$$96.306 = b(0.75 \times 13.00) + b \left(\frac{0.25 \times 13.00}{2} \right)$$

$$96.306 = 10.350b + 1.750b$$

$$\frac{96.306}{12.075} = b$$

$$b = 7.982$$

AREAS:

$$\left(\frac{0.25 \times 13.00}{2} \right) \times 7.982 = 13.769$$

$$(0.75 \times 13.00) \times 7.982 = 82.614$$

$$96.383 \approx 96.306$$

ENVOLVENTE DE PRESIONES HORIZONTALES TRANSFORMADA A LA DISTRIBUCION EQUIVALENTE PROPUESTA POR PECK.

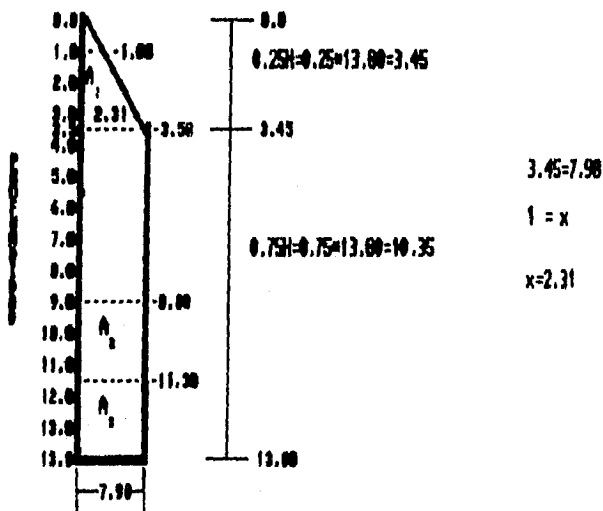


Figura III.2.3c

CALCULO DE CAPACIDAD DEL ANCLAJE. Tabla III.2d

PRIMER NIVEL DE ANCLAJE ←

$$\begin{cases} A_1 = \frac{7.90 \times 2.31}{2} = 2.45 + (7.90 \times 0.05) \\ A_1 = 12.61 + 0.40 \\ A_1 = 13.01 \text{ t/m} \\ Pu = 13.01 \times 3 = 39.03 \text{ t} \quad (\text{Capacidad del anclaje en toneladas}) \end{cases}$$

SEGUNDO NIVEL DE ANCLAJE ←

$$\begin{cases} A_2 = 7.90 \times 2.50 \\ A_2 = 19.95 \text{ t/m} \\ Pu = 19.95 \times 3 = 59.85 \text{ t} \quad (\text{Capacidad del anclaje en toneladas}) \end{cases}$$

TERCER NIVEL DE ANCLAJE ←

$$\begin{cases} A_3 = 7.90 \times 2.50 \\ A_3 = 19.95 \text{ t/m} \\ Pu = 19.95 \times 3 = 59.85 \text{ t} \quad (\text{Capacidad del anclaje en toneladas}) \end{cases}$$

CALCULO PARA DETERMINAR LA LONGITUD DE CADA NIVEL DE ANCLAJE. Tabla III.2e

$$Pu = (P_i \times t_g + c) \eta \times D \times L \times Fr$$

Constantes

$$P_i = 2 \text{ kg/cm}^2 = 20 \text{ t/m}^2$$

$$\eta = 3.1416$$

$$D = 0.10 \text{ m}$$

$$Fr = 0.70$$

$$\frac{Pu}{(P_i \times t_g + c) \eta \times D \times Fr} = L$$

Primer cinturón

Datos:

$$\alpha = 30^\circ$$

$$c = 8 \text{ t/m}$$

$$\frac{39.03}{} = L$$

$$(20 \text{ m} \cdot \tan 30^\circ + 8) \cdot \pi \cdot 0.10 = 0.70$$

$$\frac{39.03}{4.30} = L$$

$$9.00 = L$$

$$\text{Longitud total} = 10 + 6 = 16$$

$$\text{Longitud que se cortara el cable toron} = 17 \text{ m}$$

Segundo cinturón

Datos:

$$\alpha = 20^\circ$$

$$c = 1.5 \text{ t/m}$$

$$\frac{59.85}{} = L$$

$$(20 \text{ m} \cdot \tan 20^\circ + 1.5) \cdot \pi \cdot 0.10 = 0.70$$

$$\frac{59.85}{2.668} = L$$

$$22.43 = L$$

$$\text{Longitud Total} = 23 + 4 = 27$$

$$\text{Longitud que se cortara el cable toron} = 28 \text{ m}$$

Tercer cinturón

Datos:

$$\alpha = 20^\circ$$

$$c = 1.5 \text{ t/m}$$

$$\frac{59.85}{} = L$$

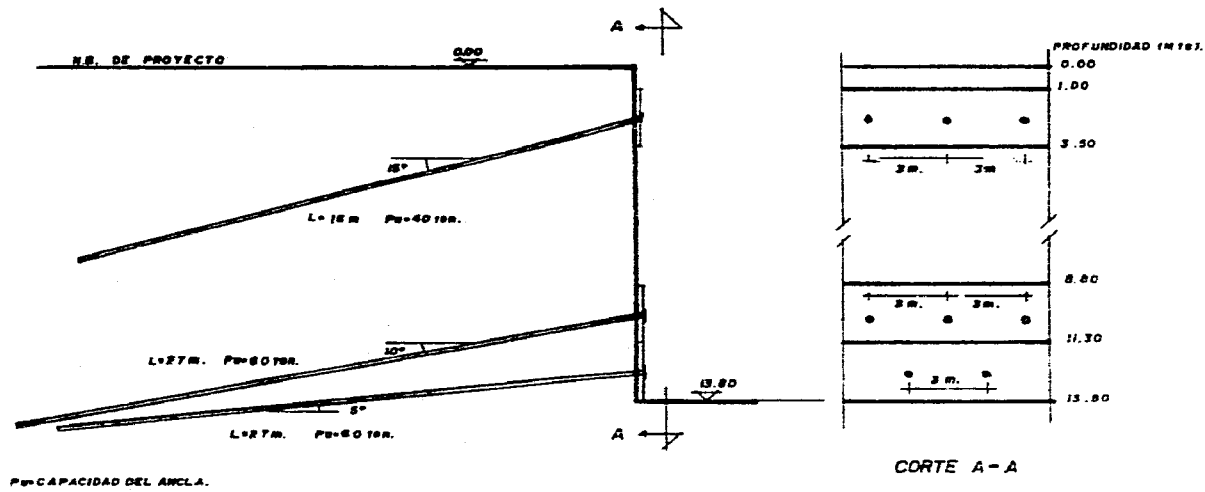
$$(20 \text{ m} \cdot \tan 20^\circ + 1.5) \cdot \pi \cdot 0.10 = 0.70$$

$$\frac{59.85}{2.668} = L$$


$$22.43 = L$$

$$\text{Longitud Total} = 23 + 4 = 27$$

$$\text{Longitud que se cortara el cable toron} = 28 \text{ m}$$



NIVELES DE ANCLAS HACIA COLINDANCIA CON VIA PUBLICA
 Y COLINDANCIA CON ESTRUCTURA DE 2 NIVELES.
 FIGURA III.2.4

UNAM ENEP ACATLAN

 TITULO PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE
 LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
 PROFUNDA POR MEDIO DE MURDOS
 ANCLADOS.
 ALUMNO: RAMON DONATO MIGUEL RUIZ

IV CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ANCLAJE.

En nuestro país existe un número importante de empresas que se dedican a la instalación de sistemas de anclaje al terreno empleando diferentes métodos y técnicas; los dueños de la obra después de analizar diferentes alternativas se decidieron por la tecnología Francésa.

IV.1 Tecnología Francésa.

La Empresa Soletanche en Francia con su Representante en México y Sudamérica.

Cimentaciones Mexicanas Sociedad Anónima [CIMESA]

Se encarga de poner en el mercado anclas que se caracterizan por no ser muy elaboradas en cuanto a su fabricación y por su gran capacidad de soporte; bajo esta tecnología se fabrican anclas de fricción y de tensión denominandolas Pasivas y Activas ó presforzadas, respectivamente.

Anclas Pasivas.

Son aquellas que están constituidas por una barra de acero y sellada mediante un colado de cemento utilizando también como material de sellado la resina. Cuando estas anclas son utilizadas en roca se denomina roca armada.

Ancla Activa ó Presforzada.

Son las que están constituidas por una armadura sellada al terreno en una extremidad, tensada con uno de los procesos clásicos de presfuerzo y bloqueada cuando se alcanza un valor determinado de tensión mediante un dispositivo.

Las anclas activas ó presforzadas están formadas por dos grandes familias.

1. Aquellas en las que la armadura es sellada directamente en el terreno.
2. Aquellas en que la armadura es sellada en una vaina de anclaje, sellada ésta previamente al terreno.

Las anclas de Tecnología Francésa, están constituidos principalmente por dos elementos denominados:

Parte Libre
Parte Activa

Un dispositivo llamado tope u obturador como se muestra en la la fotografia 9 impide que cuando se realiza la inyección del sellado, está penetre en los últimos 5 m del ancla, el colado sube más allá del bulbo de anclaje, y deja una parte libre del ancla para su debido tensado, ésta parte ésta protegida por una manguera negra. La posición del obturador permite definir lo siguiente:

- a) La longitud del sellado de la armadura que corresponde por lo tanto a la longitud útil del bulbo de anclaje.
- b) La longitud libre de la armadura que es medida entre el obturador y la cara externa de la placa de apoyo.

IV.2 Proceso Constructivo General Para La Colocación Del Ancla.

La tecnología francesa de la colocación de anclas se desarrolla en varias fases que son las siguientes:

- Perforación. Los diámetros de la perforación de un barreno se encuentran comprendidas entre 10 y 20 cm, con las inclinaciones contempladas en el proyecto.
- Colocación de la armadura. Puede estar formada por barras, filones paralelos ó torones, se trata generalmente de armaduras idénticas ó análogas a las utilizadas en el concreto presforzado.
- La capacidad unitaria de los tirantes puede variar de algunas toneladas, la gama corriente es de 30 a 100 ton. Las longitudes totales dependen de las características de los proyectos, generalmente están comprendidos entre 15.00 a 30.00 metros. Más allá de este valor se presentan problemas de perforación y de colocación; la separación de las anclas depende del proyecto y de los valores antes mencionados.
- La colocación del ancla en el barreno se hace manualmente con un equipo de 5 a 8 personas.

- La adherencia al terreno se hace por inyección de agua-cemento, diversos sistemas coexisten para conducir esta inyección en función del terreno, el más común es el tubo de manguitos.

- El tensado es efectuado por medio de un gato hidráulico que se apoya sobre la estructura enseguida se substituye el gato por un dispositivo de bloqueo.

IV.3 Características de las anclas

IV.3.1 Anclas de Tensión.

Las anclas de tensión ayudan a incrementar el esfuerzo normal en las discontinuidades de la formación, aumentan en consecuencia la resistencia al corte de superficies, esta función es importante durante la excavación de obras subterráneas donde masas incompetentes e inestables se pueden estabilizar por medio de anclas. Otra contribución de las anclas tensadas es proporcionar capacidad de tensión en el sentido en el que se presentan los desplazamientos de los fragmentos o bloques inestables, en caso de taludes y macizos en los que se generan esfuerzos de tensión y existe la tendencia a la separación de los bloques de suelo (este tipo de anclas es de enorme utilidad). El proceso de colocación de este tipo de anclas consiste a grandes rasgos en efectuar un barrenado con la longitud y orientación requerida según el esfuerzo que se pretende dar a la formación, posteriormente se introduce el tensor en el barrenado, se aplica un lavado interno con agua ó aire a presión, al termino se aplica la inyección de lechada, se acomoda el acero respectivo, se cimbra lo que sera el muro y se realiza el colado respectivo 72 hrs después se lleva a cabo el tensado del ancla. Un croquis de este tipo de ancla se muestra en la figura IV.3.1

IV.3.2 Anclas de Fricción.

La función de las anclas de fricción es similar al de las barras de acero de refuerzo en el concreto armado es decir soportar los esfuerzos de tensión que los

materiales de la formación inestable no puede soportar. La instalación de este tipo de anclas es similar al de las anclas de tensión, solo que en este caso puede o no requerir el elemento de sujeción en la parte interior además que en todo el espacio anular existente entre las paredes de la barrenación y de la barra de acero se inyecta algún cementante (mortero, lechada de cemento) con lo que se produce fuerzas de adherencia a lo largo de toda el ancla tanto entre esta y la solución cementante como entre el mismo cementante y las paredes de la barrenación, se ha podido comprobar que los resultados obtenidos de la utilización de las anclas de fricción en roca con un alto grado de fisuración y en rocas constituidos por materiales granulares son satisfactorios se emplean también en suelos duros y de transición, en algunas ocasiones las anclas de fricción constan de un expansor con el fin de fijar y centrar el ancla en la barrenación, para el buen funcionamiento de las anclas de fricción es importante que la inyección que se vaya a efectuar ya sea mortero ó lechada de cemento se realice con base en las especificaciones y recomendaciones que se establecen para su colocación pues la inyección resulta fundamental en este tipo de anclas. Se hace hincapió en este aspecto por que se presentan dos situaciones que deben tomarse muy en cuenta y son la adherencia de la mezcla de inyección al ancla y la misma mezcla al material, es importante que se logre la adherencia de la mezcla de inyección con los materiales en contacto y a todo lo largo del ancla pues de lo contrario se presentarán fallas y el ancla no trabajará adecuadamente.

IV.4 Tipo de Ancla en el Proyecto de Interés.

Las anclas que serán empleadas en el proyecto de Montes Urales No. 460 pertenecen de acuerdo a la clasificación de CIMESA a las de tipo de tensión y se empleará en ellas como tensor un paquete de cables torón de alta resistencia, capaces de resistir las tensiones anotadas en la figura III.2.3c

IV.4.1 Capacidad de un Tensor.

A continuación se presenta el análisis para los cables torón considerados en el proyecto así como la revisión de la capacidad del ancla. Se considera un cable torón de 7 hilos, grado 270 K, trenzado, de acuerdo con los resultados del laboratorio, la resistencia de fluencia del elemento se tiene que:

Resistencia de fluencia.
(carga al 1 % de deformación unitaria) $F_y = 177.50 \text{ Kg/mm}^2$

Diámetro de un hilo del torón. 4.166 mm

Resistencia de tensión máxima del tensor. 18,450 Kg

Diámetro del cable torón. 12.80 mm

Resistencia Admisible. $18,450 * 60\% = 11,070 \text{ Kg}$

Tensión de Proyecto = 55,000 Kg / ancla
= 55 ton / ancla

(valor fijo que considera CIMEGA, (40 + 60 + 60) / 3 = 53.33 ton
= 55.00 ton)

La tensión a la que se probarán las anclas es al 125 %

$$55,000 * 1.25 = 68,750 \text{ Kg} \\ = 224.58 \text{ bars}$$

Cuantos cables torón se requerirán.

$$\frac{68,750}{11,070} = 6.21$$

Por lo cual se manejan seis cables torón.

$$11,070 * 6 = 66,420 \text{ Kg}$$

Se tendrá que la capacidad a la que trabajarán los torones para cada condición será:

Capacidad de Prueba.

$$\frac{68,750}{66,420} = 1.04 \\ = 104\%$$

Y la capacidad a la que trabajarán los cables torón.

$$\begin{array}{r} 55,000 \\ \hline 66,420 \end{array} = 0.83 \\ = 83 \%$$

Se tendrá:

Tensión de prueba.

$$66,420 * 1.04 = 69,076.80 \text{ Kg}$$

Tensión Residual.

$$69,076.80 * 83 \% = 57,333.74 \text{ Kg}$$

Se debe cumplir la condición.

Tensión Residual igual ó mayor Tensión de Proyecto

$$57,334 = \text{ó} > 55,000$$

Si cumple la condición por lo tanto se acepta.

La tensión a la que se dejarán las anclas (tensión residual) será mayor a la tensión de trabajo (tensión de proyecto). Por considerarse las perdidas de carga durante el acuffamiento de los cables torón esto no será mayor del 20 % de la tensión de prueba.

$$\text{Tensión Residual} = \frac{\text{Tensión de Prueba}}{1.20}$$

$$\text{Tr} = \frac{69,076.80}{1.20} = 57,564. \text{ kg} \\ = 60 \text{ ton.}$$

$$\text{T} = \frac{\text{P} * 300}{980}$$

Donde:

T = tensión en Ton.
P = Presión en bars.

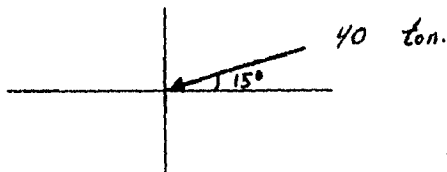
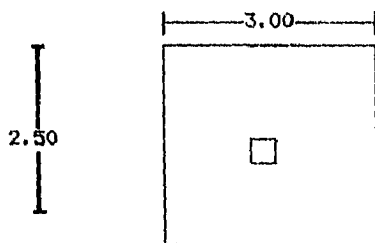
$$\text{P} = \frac{\text{T} * 980}{300}$$

$$P = \frac{40 \times 980}{300} = 130 \text{ bars} \quad P = \frac{60 \times 980}{300} = 196 \text{ bars}$$

$$F_{mx} = 18,450.00 \times 6 \text{ Tensores} = 110,700.00 \text{ Kg} \\ = 110.70 \text{ Ton.}$$

$$P_{mx} = \frac{110.70 \times 980}{300} = 361.62 \text{ bars}$$

IV.4.2 Diseño Estructural del Muro de Contención.



CALCULO DEL PRIMER NIVEL DEL MURO DE CONTENCION.

$$\text{Area} = 3 \times 2.50 = 7.50 \text{ m}^2$$

$$40 \cos 15^\circ = 38.64 \text{ ton}$$

$$38.64 / 7.50 = 5.15 \text{ ton/m}^2$$

$$= 5,150 \text{ kg/m}^2$$

Peso del muro por metro cuadrado.

$$1 \times 1 \times 0.25 \times 2,400 = 600 \text{ kg/m}^2$$

$$5,150 + 600 = 5,750 \text{ kg/m}^2$$

$$= 575,000 \text{ kg/Cm}^2$$

$$m = 2.50 / 3.00 = 0.83$$

CLARO CORTO

Mbc (Momento bordo continuo)

$$0.064 \times 575,000 \times 2.5^2 = 230,000 \text{ kg / cm}^2$$

Mbd (Momento bordo discontinuo)

$$0.032 \times 575,000 \times 2.5^2 = 115,000 \text{ kg/cm}^2$$

Mcl (Momento al centro del claro)

$$0.048 \times 575,000 \times 2.5^2 = 172,500 \text{ kg/cm}^2$$

CLARO LARGO

Mbc (Momento bordo continuo)

$$0.049 \times 575,000 \times 3^2 = 253,575 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Momento critico)}$$

Mbd (Momento bordo discontinuo)

$$0.025 \times 575,000 \times 3^2 = 129,375 \text{ kg/cm}^2$$

Mcl (Momento al centro del claro)

$$0.037 \times 575,000 \times 3^2 = 191,475 \text{ kg/cm}^2$$

$$Mu = Fr \cdot b \cdot d^2 \cdot fc'' \cdot q (1 - (0.5 \cdot q))$$

Mu (Momento último para diseño)

$$Mu = 253,575 \times 1.4 = 355,005.00 \text{ kg/cm}^2$$

Fr (Factor de Seguridad Para Flexion)

$$Fr = 0.90$$

b = 100 (valor fijo)

fc'' (Esfuerzo de Compresión del Concreto)

$$fc'' = 0.8 \times 0.85 \times fc'$$

$$fc'' = 0.8 \times 0.85 \times 250 = 170 \text{ kg/cm}^2$$

$$q = (p \times Fy) / fc''$$

$$p = (0.70 \times (fc'^{0.5})) / 4,200$$

$$p = (0.70 \times (250^{0.5})) / 4,200$$

$$P = 0.0026$$

$$q = (0.0026 \times 4,200) / 170$$

$$q = 0.064$$

$$q (1 - (0.5 \cdot q)) = 0.064 (1 - (0.5 \cdot 0.064))$$

$$q (1 - (0.5 \cdot q)) = 0.062$$

d = Incognita

$$M_u = F_r \cdot b \cdot d^2 \cdot f_c'' \cdot q \cdot (1 - (0.5 \cdot q))$$

$$355,005.00 = 0.9 \cdot 100 \cdot d^2 \cdot 170 \cdot 0.062$$

$$355,005.00 = 948.60 \cdot d^2$$

$$(355,005.00 / 948.60)^{0.50} = d$$

$$19.34 = d$$

As = Area del acero que se requiere

$$A_s = \frac{M_u}{F_r \cdot F_y \cdot d \cdot (1 - (0.50 \cdot q))}$$

$$A_s = \frac{355,005.00}{0.9 \cdot 4,200 \cdot 19.34 \cdot (1 - (0.5 \cdot 0.0026))}$$

$$A_s = \frac{355,005.00}{73,010.1632}$$

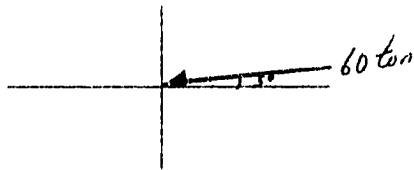
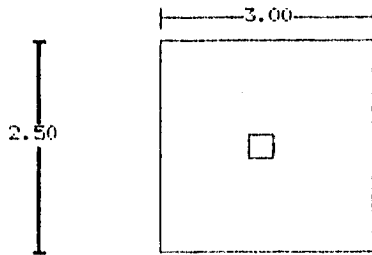
$$A_s = 4.86 \text{ cm}^2$$

as (Area de la varilla del No. 3 = 0.71 cm²)

$$s = \frac{a_s \cdot 100}{A_s}$$

$$s = \frac{0.71 \cdot 100}{4.86} = 14.60 \text{ cm}$$

= 14.00 cm (separación del acero)
Ver figura IV.A



CALCULO DEL MURO DE CONTENCIÓN DEL TERCER NIVEL
 (Por ser el más crítico que el segundo nivel)

$$\text{Area} = 3 * 2.50 = 7.50 \text{ m}^2$$

$$60 \text{ Cos } 5^\circ = 59.77 \text{ ton}$$

$$59.77 / 7.50 = 7.97 \text{ ton/m}^2$$

$$= 7,970 \text{ kg/m}^2$$

Peso del muro por metro cuadrado.

$$1 * 1 * 0.25 * 2,400 = 600 \text{ kg/m}^2$$

$$7,970 + 600 = 8,570 \text{ kg/m}^2$$

$$857,000 \text{ kg/cm}^2$$

CLARO CORTO

$$M_{bc} = 0.064 * 857,000 * 2.5^2 = 342,800 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{bd} = 0.032 * 857,000 * 2.5^2 = 171,400 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{cl} = 0.048 * 857,000 * 2.5^2 = 257,100 \text{ kg/cm}^2$$

CLARO LARGO

$$M_{bc} = 0.049 * 857,000 * 3^2 = 377,937 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Momento critico)}$$

$$M_{bd} = 0.025 * 857,000 * 3^2 = 192,825 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_{cl} = 0.037 * 857,000 * 3^2 = 285,381 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Mu} = \text{Fr} * b * d^2 * \text{fc}'' * q (1 - (0.5 * q))$$

$$\text{Mu} = 377,937 * 1.4 = 529,111.80 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Fr} = 0.9$$

$$b = 100$$

$$d = \text{Incognita}$$

$$\text{fc}'' = 0.8 * 0.85 * \text{fc}'$$

$$\text{fc}'' = 0.8 * 0.85 * 250$$

$$\text{fc}'' = 170 \text{ kg/cm}^2$$

$$q = (p * \text{Fy}) / \text{fc}''$$

$$p = (0.7 * \text{fc}'^{0.5}) / 4,200$$

$$p = (0.7 * 250^{0.5}) / 4,200$$

$$p = 0.0026$$

$$q = (0.0026 * 4,200) / 170$$

$$q = 0.064$$

$$q (1 - (0.5 * q)) = 0.064 (1 - (0.5 * 0.064)) \\ = 0.062$$

$$\text{Mu} = \text{Fr} * b * d^2 * \text{fc}'' * q (1 - (0.5 * q))$$

$$529,111.80 = 0.9 * 100 * d^2 * 170 * 0.062$$

$$529,111.80 = 948.60 * d^2$$

$$(529,111.80 / 948.60)^{0.50} = d$$

$$23.62 = d$$

$$23 = d$$

Mu

$$A_s = \frac{\text{Mu}}{\text{Fr} * \text{Fy} * d (1 - (0.5 * q))}$$

$$A_s = \frac{529,111.80}{0.9 * 4,200 * 23 (1 - (0.5 * 0.064))}$$

$$A_s = \frac{529,111.80}{84,157.92}$$

$$A_s = 6.29 \text{ cm}^2$$

$$s = \frac{\text{as} * 100}{\text{As}}$$

Varilla del No.4 tiene un área de 1.27 cm² = as

$$s = \frac{1.27 * 100}{6.29} = 20.19 \text{ cm}$$

$$= 15 \text{ cm (Separacion del acero)}$$

Ver figuras IV.B , IV.C , Anexo D, y Anexo E

IV.5 Procedimiento de Elaboracion de una Ancla en el Sitio.

El cable torón de presfuerzo se suministra en rollos estos no deben desbaratarse ni dejarse a la intemperie por lo que deben de ser almacenados sobre bases que impidan su vuelco y en un local cubierto, si el ambiente exterior es demasiado humedo ó salino se debe aplicar aceite soluble a la capa exterior del rollo, cada rollo de cable torón debe tener su identificación y reporte de características, como mínimo:

Diámetro
Area Nominal
Peso Unitario

Los ductos, separadores y materiales complementarios deben estar asimismo preservados de la acción de la intemperie y almacenados de forma que se eviten daños a las piezas.

PROCEDIMIENTO:

A) A los tubos de PVC de 1.50" de diámetro y 6.00 metros de longitud se les hacen 4 perforaciones alineadas en una misma sección transversal y separadas un metro una de otra, dichas perforaciones son realizadas con un taladro eléctrico, con una broca 3/16" para perforar concreto, como se muestra en la fotografía 1.

B) Las perforaciones realizadas son cubiertas por una capa de cinta de aislar como se muestra en la fotografía 2 con el fin de que no entre el material del barreno dentro del tubo de PVC y obstruya la entrada del tubo inyector, antes de aplicar la inyección agua-cemento.

C) Las orillas del tubo de PVC se liman, como se muestra en la fotografía 3 para quitarle la rebaba ó astillas del mismo material que lo conforman esto es con el fin de dejarlo liso y parejo a fin de que exista adherencia adecuada del pegamento que permita colocar un cople y en la otra parte del cople otro tubo, y de esta manera unir los tubos hasta lograr la longitud deseada, como se muestra en la fotografía 4.

D) En la punta del tubo PVC, se colocará un tapón del mismo material bien fijo al tubo con el pegamento de PVC que se esté utilizando.

E) El tubo con la longitud deseada, es introducido en unos separadores de PVC, que tienen un diámetro de 4 cm, estos separadores tendrán una distancia entre ellos de 1.50 m, distribuidos a todo lo largo del tubo y sobre los cuales se colocarán los cables torón.

F) A 5.00 m de distancia, de donde terminará el ancla se coloca el último separador; el anterior estará a una distancia de 30 cm del separador final como se muestra en la fotografía 5.

Los puntos anteriormente mencionados (de la letra A a F) se pueden hacer antes de empezar a trabajar con el cable torón ó simultáneamente.

1) Se desenrolla el cable torón a la longitud que se utilizará en ese momento.

2) Se cortan los cables torón a la longitud requerida; esta será la longitud señalada en el proyecto más un metro, el cual será utilizado para que el gato hidráulico sostenga al ancla para su

debido tensado; los cables torón se cortarán con una cortadora eléctrica en el sitio.

3) Los cables torón son transportados a un sitio donde se pueda trabajar libremente y el piso debe estar horizontal para mayor comodidad, de preferencia el rollo de cable torón debe estar a un lado de donde se trabajara para mayor aprovechamiento del tiempo.

4) Se colocan los cables torón sobre polines de 1 m de longitud y separados estos más ó menos 1.50 m, como se muestra en la fotografía 6.

5) Las puntas se alinean a un mismo nivel, sin desacomodarse a todo lo largo.

6) Entre la punta del tubo PVC y las puntas de los cables-torón deberá existir una distancia de 30.00 cm.

7) El armado se inicia por donde será la punta del ancla, como se muestra en la fotografía 7.

8) Se acomodan las puntas de los cables torón sobre el separador mientras que otra persona realiza un amarre con alambre recosido para que no se salgan los cables torón de los canales del separador, es un amarre provisional.

9) Los cables torón se van acomodando sobre los canales de los separadores en toda la longitud del ancla y se irán realizando los amarres provisionales de acuerdo a como se van requiriendo para sostener el cable torón en el separador.

10) Con una flejadora se apretarán los cables torón sobre el separador para que éste a la vez, sostenga el tubo PVC en el centro, como se muestra en la fotografía 8.

11) El fleje deberá ser más ó menos fuerte para que no permita que se salgan los cables torón del separador y que estos no queden sueltos alrededor del tubo PVC.

12) La separación de los flejes será aproximadamente de 50.00 cm esta distancia puede variar en más ó menos de acuerdo a la necesidad para mantener los cables torón fijos en el separador y estos a la vez alrededor del tubo PVC.

13) En las zonas donde exista un separador, se tendrán flejes a una distancia de 15.00 a 20.00 cm de ϕ l.

14) A la parte inicial del ancla se le soldará una cabeza punta de bala con el fin de que al introducirse el ancla en el barreno las puntas de los cables torón no obstruyan su colocación.

15) Las puntas del cable torón se tratarán de destrenzar manualmente para que puedan soldarse a la cabeza punta de bala.

16) En la zona donde están los dos separadores finales, situados a una distancia entre ellos de 30 cm se pondrá una mezcla espesa, como se muestra en la fotografía 9, de acuerdo a la siguiente proporción;

5 kg de cemento. + 1/2 kg de yeso.

Se mezcla el cemento con el yeso en un bote ó mezclera, manualmente, se le agrega un poco de agua hasta tener una consistencia espesa (como masa), ésta mezcla se untará con la mano en todo el espacio (30.00 cm) donde están los dos separadores hasta cubrir completamente los cables torón, esto es con el propósito de realizar un tope en el ancla que evita que entre la inyección de agua-cemento en el interior de la manguera cuando el tensor se encuentre dentro de él, es decir la inyección de agua-cemento no penetre en los últimos 5 m del ancla (parte final) este último tramo será la longitud libre del ancla.

17) Se introduce la parte final del ancla en una manguera de 3" de diámetro y 4.50 m de longitud, las puntas de los cables torón de la parte final se cubren con un guante ó algún otro objeto que no permita que los cables torón corten por dentro a la manguera.

18) La manguera se colocará hasta donde se localiza el tope cubriendo la mezcla de cemento-yeso que se untó en él. La mezcla se ha secado un poco, pues han transcurrido unos 5 minutos más o menos de que se untó dicha mezcla.

19) Se flejará la manguera sobre el tope de cemento yeso, colocando de 4 a 5 flejes en esos 30 cm donde existe dicho tope.

20) Se ha terminado la elaboración del tensor del ancla. Se pueden realizar de tres a cinco tensores simultáneamente dependiendo del espacio donde se trabaje y del número de personas que estén participando en la elaboración, en este caso para dicha elaboración se requirió de 3 personas.

21) Se transporta el tensor (Ancla) con la ayuda de 5 a 8 personas al barreno respectivo.

IV.5.1 Perforación de Barreno.

Se realizará la perforación del barreno con la longitud e inclinación especificada para cada uno de los niveles de anclaje, el diámetro de perforación del barreno será de 4" (10 cm); el trac drill se instalará en el lugar señalado y con su respectivo grado de inclinación para la realización del barreno, para extraer el material de rezaga de la perforación, se inyecta agua ó aire a presión através de la tubería de perforación. Cuando se alcance la longitud de proyecto se verifica con aire ó con un alambre acerado insertado en un tubo testigo que el barreno no se haya tapado. Si hubo algunos caidos se introducirá nuevamente la tubería de perforación y se aplicará una lechada de agua-cemento que permita estabilizar las paredes del barreno. Una vez que la perforación se encuentre limpia se coloca en su interior el tensor.

IV.5.2 Inyección del Barreno.

La mezcla a inyectarse consistirá en una lechada formada con agua y cemento, se deberá añadir a la mezcla un aditivo que sea fluidizante, retardante de fraguado

inicial y estabilizador de volumen, para lograr la resistencia adecuada y fácil bombeo de la lechada, se deberá usar una proporción agua-cemento de 20 lts de agua por un saco de cemento de 50 kgs. (SE DEBERA USAR UNA RELACION DE AGUA-CEMENTO NO MAYOR DE 25 LITROS DE AGUA POR UN SACO DE CEMENTO DE 50 KG.)

IV.5.3 Preparación.

El agua a utilizarse será limpia y si se emplea algún aditivo se tendrá que hacer previamente la mezcla del agua con el aditivo, se agitarán a la mayor velocidad posible (manualmente) a fin de disolver totalmente el aditivo; ya homogeneizada la mezcla, se agregará el cemento poco a poco hasta disolver todos los grumos de cemento. (dichos grumos serán desmoronados manualmente), una vez logrado esto se colocará la lechada formada en el recipiente de la bomba de inyección; para efectuar la inyección se empleará una bomba de propulsión ó neumática que tenga un rendimiento tal que permita inyectar con economía y eficiencia el volumen de lechada que requieran las anclas.

IV.5.4 Procedimiento de Inyección del Ancla.

La inyección se realizará a una presión no mayor de 2.00 kg/cm² en la forma siguiente:

a) Adaptar la manguera de la bomba al tubo de inyección. Previamente el tubo de inyección debe estar ya dentro del ancla para mayor comodidad.

b) Accionar la válvula de salida de la bomba para iniciar la inyección, verificando mediante un manómetro que la presión no exceda el valor especificado, la presión deberá mantenerse constante hasta que la lechada salga por la orilla de la manguera negra (espacio existente entre el barreno y el tensor introducido en el mismo) con la misma consistencia que es inyectada e inmediatamente se obturará alrededor de la manguera negra con piedras ó con las bolsas de los sacos de cemento, antes de desconectar la bomba, la inyección de lechada NO deberá

suspenderse hasta verificar que por el espacio de la manguera negra y el barreno sale la lechada de agua-cemento con la consistencia similar a la que se inyecta, con el fin de certificar que se ha desalojado todo el aire que puede existir dentro del barreno y se encuentre completamente lleno de lechada de agua-cemento; si se tapa el tubo de inyección se incrementará la presión de inyección a el doble con el fin de destapar el tubo con la misma presión de inyectado, es absolutamente indispensable asegurarse que todos los espacios dentro del barreno entre el ancla y el suelo queden completamente llenos con la lechada de agua-cemento, por lo que de presentarse algún problema de taponamiento dentro del barreno se retirará el tubo de inyección y se destapará la punta del tubo de inyección para lavarla con pura agua, y se introducirá nuevamente el tubo inyector para que la presión de la inyección pueda volver a penetrar en el barreno y continuar con su llenado. Al extraer poco a poco el tubo de inyección se suspenderá la presión de inyección, 72 hrs después de realizada la inyección y colado el muro de concreto armado, las anclas se sujetarán al muro por medio de un queso de acero de diámetro de 16 cm apoyado sobre una placa de acero de 25*25 cms y 1/2" de espesor.

IV.6 Prueba de Control de Calidad de la Lechada de Inyección.

IV.6.1 Prueba en la Lechada de Inyección.

Con el objeto de poder garantizar la capacidad requerida de las anclas y la adecuada colocación de las mismas será necesario verificar la resistencia de la lechada empleada, para ello se deberá tomar cuando menos una muestra de cada 5 anclas inyectadas, cada muestra consta de 3 probetas las cuales se probarán a edades de 1, 3 y 7 días cada muestra deberá acompañarse de los siguientes datos, fecha y número de ancla en que se emplea la lechada; para considerar adecuada la lechada empleada, la resistencia a la compresión a los 7 días de edad no deberá ser menor de 100 kg/cm², la relación agua-cemento podrá variarse para poder satisfacer este requisito.

IV.6.2 Prueba en las Anclas.

Para verificar la correcta colocación de las anclas a los tres días después de haber efectuado la inyección, deberá realizarse una prueba en éstas sin extraerlas, es decir la prueba consistirá en la aplicación de una tensión por incrementos, cuyo valor máximo será igual al de F_y . A juicio de la dirección técnica de la obra de acuerdo con los resultados obtenidos en las primeras pruebas se puede decidir la extracción de una ancla en un mínimo de 5 anclas de cada 100 de ellas ó la que falle al estar aplicando la tensión para igualar al valor F_y (esfuerzo de fluencia mínimo especificado).

$F_{ymx} = 110.70 \text{ ton}$ $F_y \text{ de prueba} = 69.07 \text{ ton}$
 $P_{mx} = 361.62 \text{ bars}$ $= 225.63 \text{ bars}$

IV.7 Tensado de las Anclas.

La secuencia de operación es la siguiente:

Se elimina la parte del ducto PVC que haya quedado en el exterior del dado es decir el ducto debe quedar al nivel del dado y se coloca la placa de apoyo sobre el dado para el anclaje, el tensor atravesará la placa por el orificio de 3" de diámetro (placa de acero perforada) que trae, los cables torón atravesarán el queso en cada uno en los orificios que trae consigo y se le acomodará a cada torón su cuña respectiva, como se muestra en la fotografía 10.

Se coloca la corona sobre el queso que ya deberá tener atravesados los cables torón, se acomodan estos sobre la corona en los canales que trae consigo, como se muestra en la fotografía 11.

Se coloca el gato hidráulico sobre la corona, el gato está colgado con la ayuda de una polea para su mejor manejo, se verificará que las cuñas que están sobre el queso y las que están sobre el gato hidráulico estén completas para su debido uso.

Se acomodan las cuñas que están apoyadas en el gato, las cuales mantendrán los cables torón atravesados para darles el debido tensado para que éste sea parejo.

Se verifica que estén totalmente alineados y centrados todos los instrumentos que participarán en el tensado ya que si esto no ocurre el gato hidráulico automáticamente no lo realizara y si lo hiciera sería el tensado disparado en cada uno de los cables torón y se corre el riesgo de que falle el ancla por su mal tensado. (Es rara esta última operación)

Se efectúa el tensado por escalones graduales de presión, esto se hace simplemente accionando el botón de tensado de la unidad, el amarre de los torones al queso tienen lugar automáticamente, conforme se estén estirando los cables torón, como se muestra en la fotografía 12.

Durante el tensado se anotan los desplazamientos parciales del pistón en todos los escalones, excepto el de 0.00 bars, los escalones son de 50 en 50 bars hasta lo señalado por cada nivel de anclaje, el desplazamiento es leído en mm en cada escalón. Como se muestra en la figura IV.7 donde se puede observar la tensión máxima en ton., y la presión en bars que puede soportar un ancla.

Se realiza el acuffamiento, simplemente conforme aumenta la presión (es automático).

Se regresa el pistón, apretando el botón de retroceso de la unidad, se le quitan las cuñas que tiene el gato que sujetaban al ancla con ayuda de un desarmador y martillo quedando el gato listo para tensar de nuevo un ancla más.

Una vez aprobado el tensado por la supervisión y en un plazo que no exceda de 24 hrs porque detiene el avance de la obra, se realiza el siguiente paso.

Se cortan las puntas sobrantes del cable torón a una distancia de 1 a 2 cm de las cuñas que están introducidas en los orificio del queso y que a su vez tienen dentro de sí sujetando a los cables torón que ya se encuentran tensados y trabajando el ancla a la capacidad que se requiere de acuerdo al proyecto.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN
 TESIS PROFESIONAL:
 "ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
 PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS"
 IV.B ANALISIS DE COSTO DE ELABORACION

RENTA DE MAQUINARIA POR DOS MESES				
CONCEPTO:	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
MANCUERNA CARDNER DENVER, COMPRESOR 750 P.C.N., TRACK DRILL MODELO ATD-3100A CON PERFORADORA PR-123	EQUIPO	2.00	\$ 22,000.00	\$ 42,000.00
MANCUERNA CARDNER DENVER, COMPRESOR 750 P.C.N., TRACK DRILL MODELO ATD-3100A CON PERFORADORA PR-123	EQUIPO	0.50	\$ 22,000.00	\$ 11,000.00
MODULO DE TENSADO EN BARRS	EQUIPO	2.00	\$ 10,000.00	\$ 20,000.00
MODULO DE INYECCION	EQUIPO	2.00	\$ 10,000.00	\$ 20,000.00
FLEJADORA	EQUIPO	2.00	\$ 2,250.00	\$ 4,500.00
CANTON BOMBA DE PLUMA, INCLUYE OPERADOR	EQUIPO	1.00	\$ 11,497.75	\$ 11,497.75
BOMBA ESTACIONARIA, INCLUYE OPERADOR	EQUIPO	1.00	\$ 5,454.05	\$ 5,454.05
			C.D.	\$114,451.00
OBSERVACIONES: NO INCLUYE OPERADOR, 20% DE ANTICIPO DEL C.D., EN LA COLUMNA DE CANTIDAD SE REFIERE A LOS				
MESES, PRECIO PUA EL MES DE ABRIL DE 1996.				

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS"

IV.8 ANALISIS DE COSTO DE ELABORACION

COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA, PARA OPERACION DEL EQUIPO RENTADO				
CONCEPTO:	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
OPERADOR DE TRACK DRILL MAS 2 AYUDANTES	JORNADA	1.00	\$ 142.86	\$ 142.86
OPERADOR DE TENSADO MAS 2 AYUDANTES	JORNADA	1.00	\$ 142.86	\$ 142.86
OPERADOR DE INYECCION MAS 2 AYUDANTES	JORNADA	1.00	\$ 142.86	\$ 142.86
OPERADOR DEL COMPRESOR MAS 1 AYUDANTE	JORNADA	1.00	\$ 107.14	\$ 107.14
OPERADOR DE LA FLEJADORA MAS 1 AYUDANTE	JORNADA	1.00	\$ 107.14	\$ 107.14
			JORNADA	\$ 642.86
			C.D.	\$ 38,571.60
OBSERVACIONES: EL COSTO DIRECTO ES POR 2 MESES, PRECIO POR EL MES DE ABRIL DE 1996.				

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:
 "ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
 PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS"

IV.8 ANALISIS DE COSTO DE ELABORACION

HABILITADO DEL CABLE TORON DE ACERO				
CONCEPTO:	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CABLE TORON, DIAMETRO 1.30 CM	METRO	29784.00	\$ 27.00	\$ 804,168.00
DEPRESION CORTADORA ELECTRICA 1500 ----- = \$ 8.57 TON. 175 TON.	TON	22.43	\$ 8.57	\$ 192.23
REPOSICION DISCO DE LA CORTADORA 225 ----- = \$ 7.50 TON. 30 TON.	TON	22.43	\$ 7.50	\$ 168.23
				\$ 804,528.46
			IVA 15%.	\$ 120,679.27
			C.D.	\$ 925,207.73
MANO DE OBRA:				
FIERREIRO MAS 1 AYUDANTE	JORNADA	1.00	\$ 85.71	\$ 85.71
			C.D.	\$ 1,457.67
OBSERVACIONES: COSTO DIRECTO POR 17 JORNADAS				

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN
 TESIS PROFESIONAL:
 "ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
 PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS"

IV.8 ANALISIS DE COSTO DE ELABORACION

HABILITADO DEL TUBO PVC, DIAMETRO 1.5'', TRAMO DE 6 METROS Y ARMADO				
CONCEPTO:	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
TUBO PVC, DIAMETRO 1.5''	PIEZA	1620.00	\$ 0.00	\$ 0,160.00
CUPLE PVC, DIAMETRO 1.5''	PIEZA	600.00	\$ 1.50	\$ 1,020.00
TAPON PVC, DIAMETRO 1.5''	PIEZA	204.00	\$ 1.50	\$ 306.00
SEPARADOR DE PVC, DIAMETRO 2.0''	PIEZA	2524.00	\$ 1.00	\$5,263.20
PEGAMENTO PARA PVC	LITRO	1.00	\$ 26.00	\$ 26.00
CINTA DE AISLAR DE 25M	PIEZA	6.00	\$ 0.00	\$ 48.00
				\$ 14,023.20
			IVA 15%.	\$ 2,223.48
			C.D.	\$ 17,046.68
MANO DE OBRERA:				
OFICIAL MAS 2 AYUDANTES	JORNADA	1.00	\$ 121.43	\$ 121.43
			C.D.	\$ 2,064.31
OBSERVACIONES: COSTO DIRECTO POR 20 JORNADAS, PRECIOS POR EL MES DE ABRIL DE 1996.				

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:
 "ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
 PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS"

IV.8 ANALISIS DE COSTO DE ELABORACION

ARMADO, COLOCACION DEL ANCLA E INYECTADO				
CONCEPTO:	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CUNA DE ACERO	PIEZA	1261.00	\$ 13.00	\$ 17,401.00
PLACA DE ACERO 25X25 CM, 1" ESPESUR	PIEZA	204.00	\$ 150.00	\$ 30,600.00
QUESO DE ACERO DE 6 ORIFICIOS	PIEZA	204.00	\$ 150.00	\$ 30,600.00
ALAMBRE RECOCIDO	KG.	255.00	\$ 3.50	\$ 892.50
ALAMBRE PARA FLEJE	KG.	255.00	\$ 4.50	\$ 1,147.50
GRANOS PARA FLEJE	PIEZA	10404.00	\$ 0.80	\$ 8,323.20
CABEZA DE ACERO PUNTA DE BALA	PIEZA	204.00	\$ 10.00	\$ 2,040.00
BARROTERA NEGRA DIAMETRO 3"	METRO	1020.00	\$ 10.00	\$ 10,200.00
CEMENTO *	KG.	816.00	\$ 0.00	\$ 816.00
YESO*	KG.	102.00	\$ 0.70	\$ 71.40
AGUA*	LITRO	204.00	\$ 0.60	\$ 122.40
BENTONITA	KG.	306.00	\$ 0.30	\$ 91.80
INYECCION:				
CEMENTO	BULTO	816.00	\$ 40.00	\$ 32,640.00
AGUA	LITRO	16320.00	\$ 0.60	\$ 9,792.00
				\$ 144,730.60
			IVA 15%.	\$ 21,710.79
			C.D.	\$ 166,449.39

RESERVACIONES: PRECIOS DEL MES DE ABRIL DE 1996.

* MATERIAL EMPLEADO EN LA REALIZACION DEL UBTURADOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN
TESIS PROFESIONAL:
**"ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
 PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS"**

IV.8 ANALISIS DE COSTO DE ELABORACION

MANO DE OBRA PARA LA REALIZACION DEL ARMADO,				
CONCEPTO:	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
COLOCACION DEL ANCLA				
OFICIAL MAS 2 AYUDANTES	JORNADA	1.00	\$ 121.43	\$ 121.43
60 JORNADAS			C.D.	\$ 7,285.80
INSTALACION DEL ACERO EN EL MURO DE CONTENCION				
5 FIERREDO + 15 AYUDANTES	JORNADA	1.00	\$ 785.71	\$ 785.71
50 JORNADAS			C.D.	\$ 39,285.50
OBSERVACIONES:				

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:
 "ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
 PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS"

IV.8 ANALISIS DE COSTO DE ELABORACION

HABILITADO DEL ACERO (CORTADO, DOBLADO, ARMADO Y COLOCADO), $F_u=6000 \text{ KG/CM}^2$, NUM. 3, $t= 3/8''$ Y NUM. 4, $t= 1/2''$				
CONCEPTO:	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
PRIMER CINTURON ACERO DEL NUM. 3	TONELADA	10.82	\$ 2,400.00	\$ 25,968.00
SEGUNDO CINTURON ACERO DEL NUM. 4	TONELADA	22.77	\$ 2,400.00	\$ 54,648.00
TERCER CINTURON ACERO DEL NUM. 4	TONELADA	22.72	\$ 2,400.00	\$ 54,528.00
				\$ 135,144.00
			I.V.A 15%	\$ 20,271.60
			C.D.	\$ 155,415.60
OBSERVACIONES:				

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:
 "ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
 PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS"



IV. B ANALISIS DE COSTO.

CONCEPTO:	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
MATERIAL, EQUIPO Y HERRAMIENTA.				
CIMENTA COMUN EN MURO DE CONTENCION	M ²	522.92	\$ 29.20	\$ 15,311.10
			I.V.A. 15%	\$ 2,296.66
MANO DE OBRA				
CIMENTA COMUN EN MURO DE CONTENCION	M ²	1560.76	\$ 33.36	\$ 52,333.03
			C.D.	\$ 69,941.59
CUANTIFICACION DEL CONCRETO PREFABRICADO				
Fc ¹ = 250 Kg/Cm ² , AGREGADO MAXIMO 3/4", 10 Cn, REVENTAMIENTO 2 Cn, INCLUYE 3% DE DESPERDICIO	M ³	481.51	\$ 371.00	\$170,640.21
			I.V.A. 15%	\$ 26,796.03
			C.D.	\$265,436.24
OBSERVACIONES:				

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:
 "ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
 PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS"



IV.8 CUANTIFICACION DEL ACERO EMPLEADO.

PRIMER CINTURON					
CONCEPTO:	+	LONG. M	# DE PIEZAS.	PESO KG/ML	TOTAL
GRAPA DEL MURO	3	3.00	62	0.553	102.86
GRAPA DEL DADO	3	0.69	12	0.553	4.58
ESTRIBO DEL DADO 	3	1.71	60	0.553	56.74
ESTRIBO DEL DADO 	3	1.60	10	0.553	9.29
REFUERZO DEL DADO	3	1.19	10	0.553	6.58
ACERO TRANSVERSAL DEL MURO	3	6.30	27	0.553	94.07
ACERO TRANSVERSAL DEL DADO	3	6.30	0	0.553	27.07
					301.99 KG/MURO DE 6 M.
PERIMETRO 84.92 + 57.87 66.30 <hr/> 209.17/6 = 34.86		VARILLA DE 12 METROS DE 6.636 KG. $301.99/6.636 = 45.51 \approx 1.03 = 46.07$ VARILLAS DE 12 METROS TONELADA 151 VARILLAS DE 12 METROS $34.86 \times 46.07 = 1633.89/151 = 10.82$ TONELADAS			
OBSERVACIONES: INCLUYE 3% DE DESPERDICIO					

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:
**"ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
 PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS"**



IV.8 CUANTIFICACION DEL ACERO EMPLEADO.

SEGUNDO CINTURON					
CONCEPTO:	*	LONG. M	# DE PIEZAS.	PESO KG/ML	TOTAL
GRAPA DEL MURO	4	3.00	81	0.983	230.87
GRAPA DEL DADO	4	0.69	12	0.983	8.14
ESTRIBO DEL DADO 	4	1.71	60	0.983	100.86
ESTRIBO DEL DADO 	4	1.66	10	0.983	16.32
REFUERZO DEL DADO	4	1.16	10	0.983	11.40
ACERO TRANSVERSAL DEL MURO	4	6.30	31	0.983	210.56
ACERO TRANSVERSAL DEL DADO	4	6.30	8	0.983	49.54
					635.69 KG/MURO DE 6 M.
PERIMETRO 84.92 +57.87 66.38 <hr/> 209.17/6 = 34.86		VARILLA DE 12 METROS DE 11.796 KG. $635.69/11.796 = 53.89 \times 1.03 = 55.51$ VARILLAS DE 12 METROS TONELADA 85 VARILLAS DE 12 METROS $34.86 \times 55.51 = 1935.00/85 = 22.77$ TONELADAS			
OBSERVACIONES: INCLUYE 3% DE DESPERDICIO					

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:
 "ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
 PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS"

IV.8 CUANTIFICACION DEL ACERO EMPLEADO.

TERCER CINTURON					
CONCEPTO:	♦	LONG. M	# DE PIEZAS.	PESO KG/ML	TOTAL
GRAPA DEL MURO	4	3.00	81	0.983	238.87
GRAPA DEL DADO	4	0.69	12	0.983	8.14
ESTRIBO DEL DADO 	4	1.71	60	0.983	100.06
ESTRIBO DEL DADO 	4	1.57	10	0.983	15.43
REFUERZO DEL DADO	4	1.13	10	0.983	11.11
ACERO TRANSVERSAL DEL MURO	4	6.30	34	0.983	210.56
ACERO TRANSVERSAL DEL DADO	4	6.30	8	0.983	49.54
					634.51 KG/MURO DE 6 M.
PERIMETRO 84.92 +57.87 66.38 <hr/> 209.17/6= 34.86		VARILLA DE 12 METROS DE 11.796 KG. $634.51/11.796 = 53.79 * 1.03 = 55.40$ VARILLAS DE 12 METROS TONELADA 85 VARILLAS DE 12 METROS $34.86 * 55.40 = 1931.24/85 = 22.72$ TONELADAS			
OBSERVACIONES: INCLUYE 3% DE DESPERDICIO					

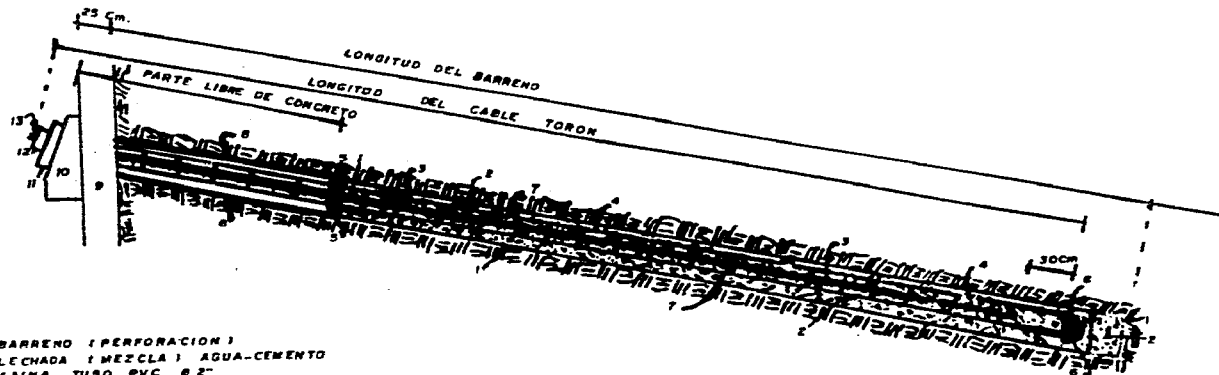
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN
TESIS PROFESIONAL:
"ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS"

IV.B SUMATORIA DE LOS COSTOS DIRECTOS *

\$ 114,451.80	RENTA DE MAQUINARIA POR DOS MESES
\$ 38,571.60	MANO DE OBRERA DEL EQUIPO RENTADO
\$ 925,207.73	HABILITADO DEL CABLE TORON DE ACERO
\$ 1,457.07	MANO DE OBRERA DEL HABILITADO DEL CABLE TORON
\$ 17,046.68	HABILITADO DEL TUBO PVC
\$ 2,064.31	MANO DE OBRERA DEL HABILITADO DEL TUBO PVC
\$ 166,449.39	ARMADO, COLOCACION DEL ANCLA E INYECTADO
\$ 7,285.00	MANO DE OBRERA DEL ARMADO, COLOCACION DEL ANCLA
\$ 39,285.50	MANO DE OBRERA DEL HABILITADO DEL ACERO EN EL MURO
\$ 155,415.60	HABILITADO DEL ACERO (CORTADO, DOBLADO, ARMADO)
\$ 69,941.59	CINERA, MATERIAL Y MANO DE OBRERA
\$ 205,436.24	CONCRETO PREFABRICADO
<hr/>	
\$ 1,742,613.31	

$1,742,613.31 / 204 = \$ 8,542.22$ POR ANCLA.

*COSTOS POR EL MES DE ABRIL DE 1996




- 1 BARRENO (PERFORACION)
- 2 LECHADA (MEZCLA) AGUA-CEMENTO
- 3 VAINA TUBO PVC 8 2"
- 4 CABLE TORDON DE FRESFUERZO
- 5 OBTURADOR (TOPE)
- 6 PUNTA (CABEZA DE BALA) DEL ANCLA
- 7 SEPARADOR DEL CABLE TORDON
- 8 MANGUERA 8 3"
- 9 MURO ANCLADO DE CONCRETO ARMADO
- 10 DADO DE CONCRETO ARMADO
- 11 PLACA DE APOYO (DE ACERO)
- 12 QUESO DE ACERO
- 13 CURVA DE ACERO

PARTES INTEGRANTES DE UNA ANCLA

FIGURA No. IV.3.1

UNAM ENEP - ACATLAN



TRABAJO ESPECIAL ESTABILIDAD DE
LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS
ANCLADOS.

ALUMNO: RANDO DORADO MIGUEL RUIZ

SECCION: 1er. NIVEL
DEL CINTURON DEL
MURO ANCLADO.

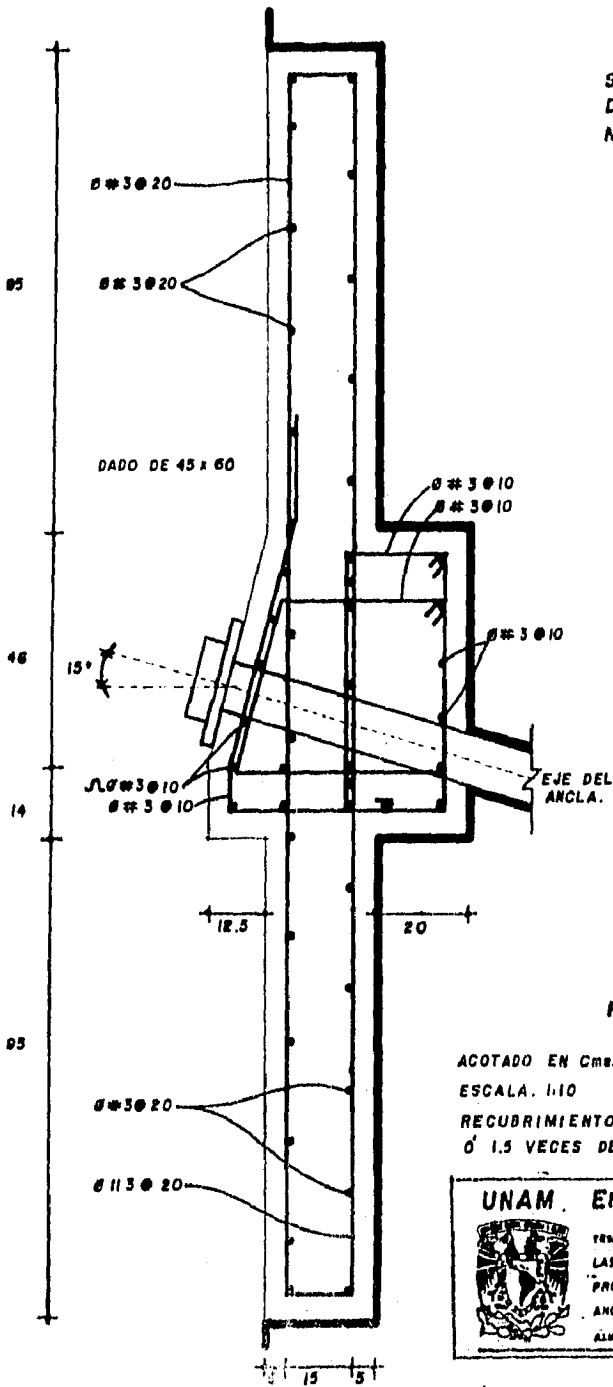


FIG. IV.A

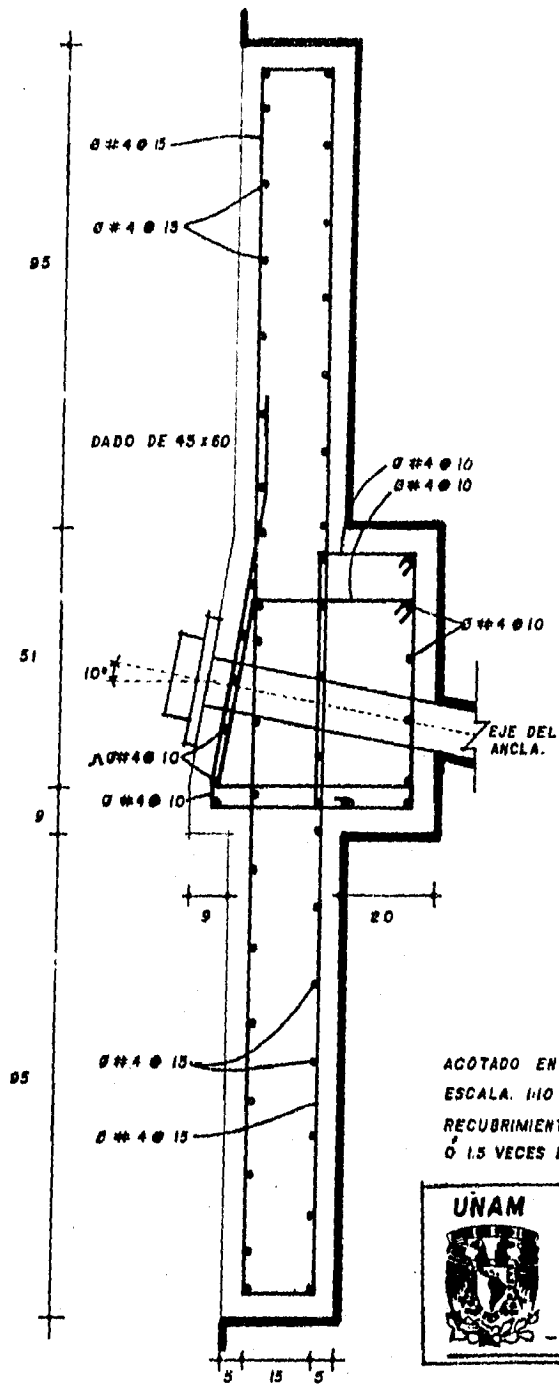
ACOTADO EN Cms. A EJE DE VARILLAS.
ESCALA. 1:10
RECUBRIMIENTO DEL ACERO: 5 cms.
Ó 1.5 VECES DEL AGREGADO GRUESO.

UNAM. ENEP. ACATLAN



VENA PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE
LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION
PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS
ANCLADOS.

ALUMNO: RAMON GONATO MIGUEL RUIZ




SECCION: 2.0. NIVEL
DEL CINTURON DEL
MURO ANCLADO.

FIG. IV. B

ACOTADO EN Cms. A EJE DE VARILLAS.
ESCALA: 1/10

RECUBRIMIENTO DEL ACERO: 5 cms.
Ó 1.5 VECES DEL AGREGADO GRUESO.

	<p>UNAM ENEP ACATLAN</p> <p>TIENE PROFESIONAL ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS.</p> <p>— ALIEN: RAMON ORATO MIGUEL RUIZ</p>
---	---

SECCION: 3er. NIVEL
DEL CINTURON DEL
MURO ANCLADO.

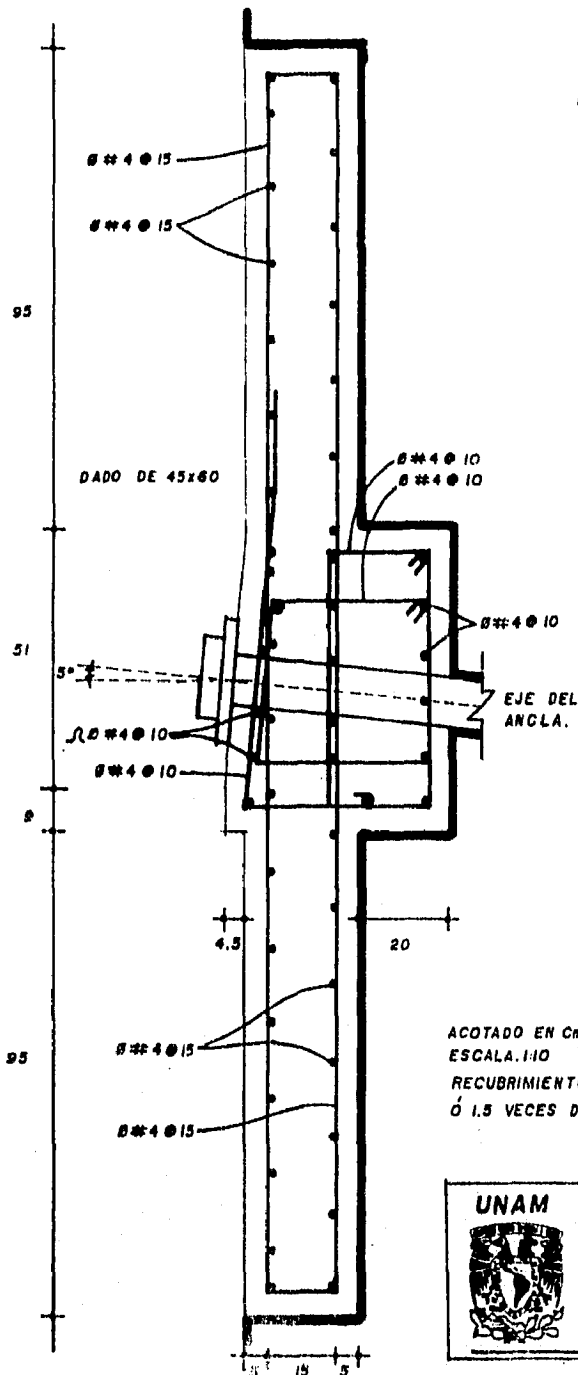

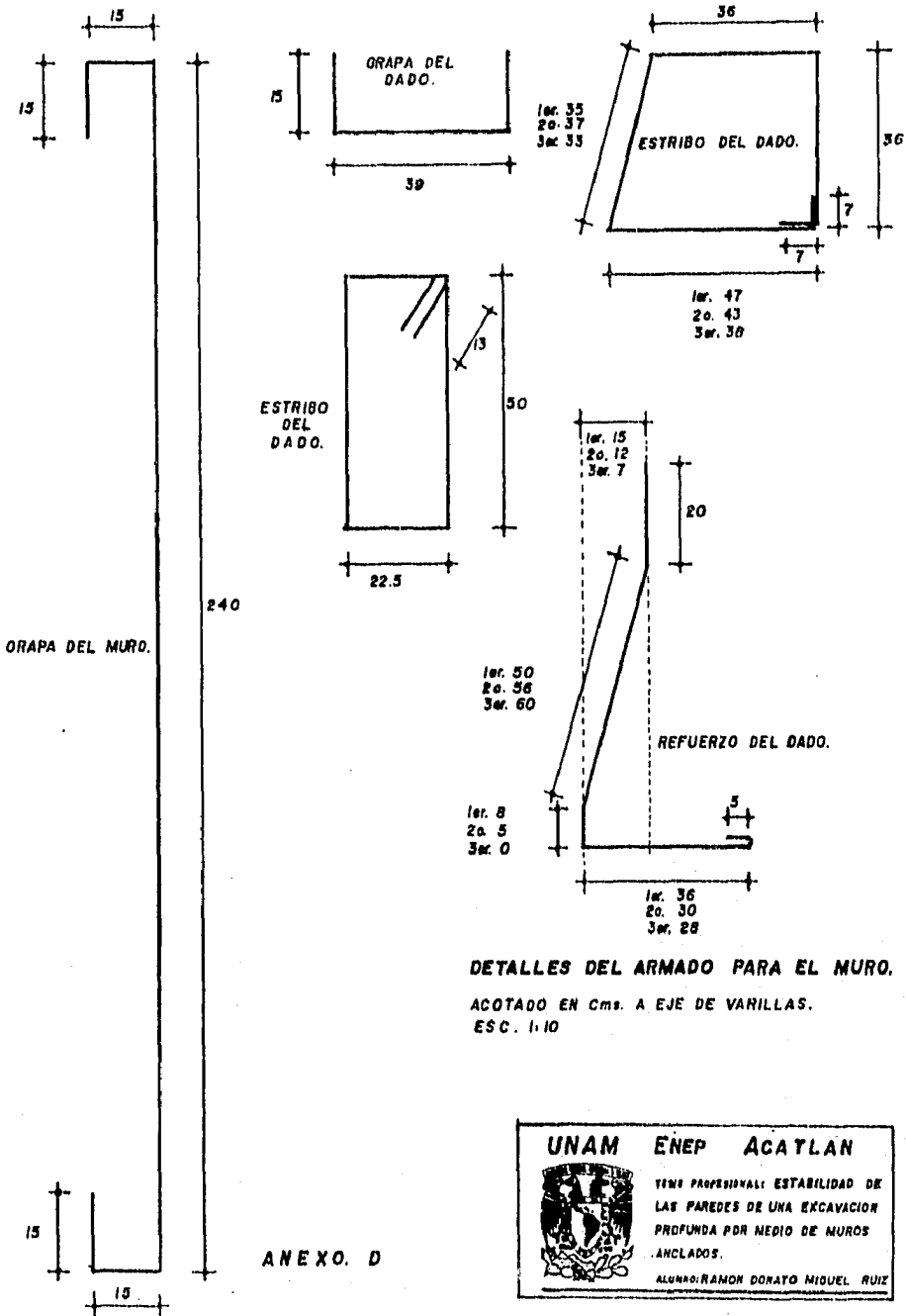


FIG. IV. C

ACOTADO EN Cms. A EJE DE VARILLAS.
ESCALA: 1/10
RECUBRIMIENTO DEL ACERO: 5 cms.
Ó 1.5 VECES DEL AGREGADO GRUESO.

UNAM ENEP ACAYLAN	
	
TEMA PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS.	
ALUMNO: RAMON DONATO MIGUEL RUIZ	



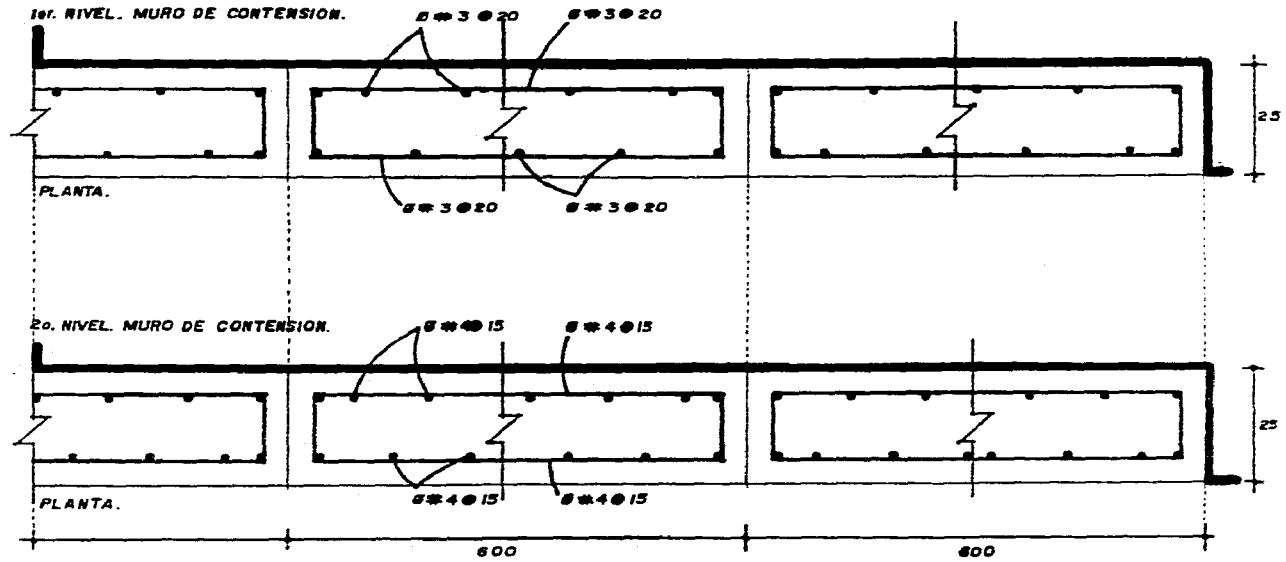
DETALLES DEL ARMADO PARA EL MURO.

ACOTADO EN Cms. A EJE DE VARILLAS.
ESC. 1:10

UNAM ENEP ACATLAN

TENE PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS.


ALUMNO: RAMON DORATO MIGUEL RUIZ

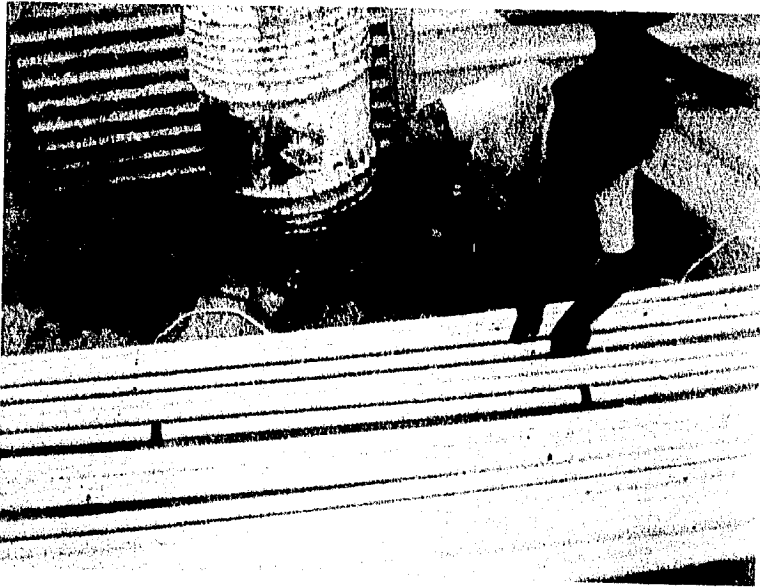


UNION DE LOS MUROS FORMANDO EL CINTURON DE CONTENSION DEL TALUD VERTICAL.

NOTA:
EL 3er. NIVEL. TIENE EL MISMO ARREGLO QUE EL 2o. NIVEL.

ANEXO. E

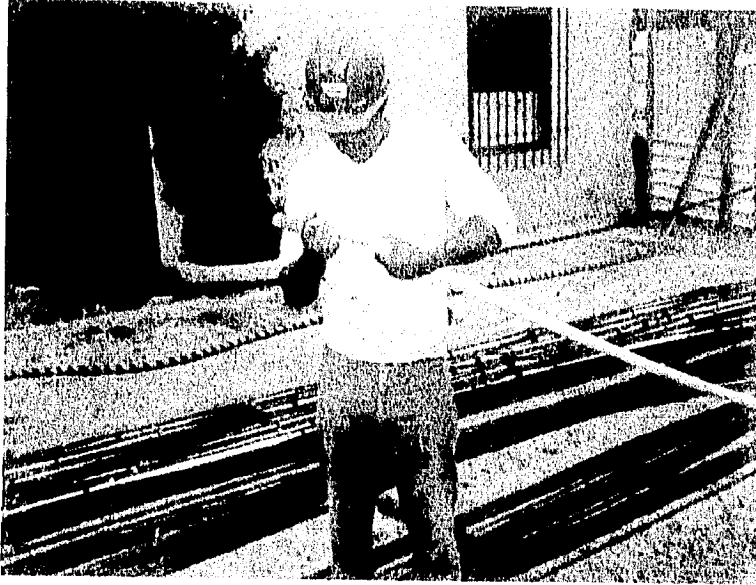
	UNAM ENEP ACATLAN
TESIS PROFESIONAL: ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS.	
ALBERIC RANON DONATO NIBUEL RUIZ	



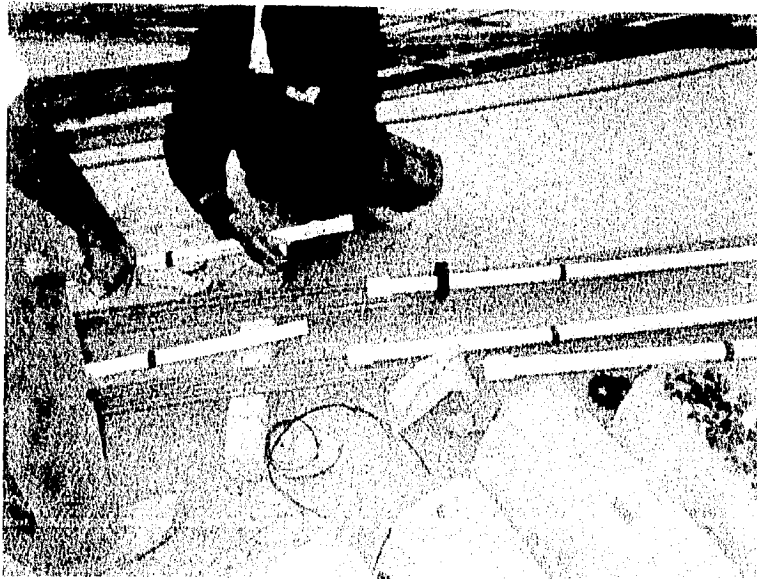
FOTOGRAFIA 1. SE PUEDE OBSERVAR LA PERFORACION QUE SE REALIZA EN LOS TUBOS DE PVC DE 1.5" DE DIAMETRO, EN UNA MISMA SECCION TRANSVERSAL SE LE REALIZARAN 4 PERFORACIONES.



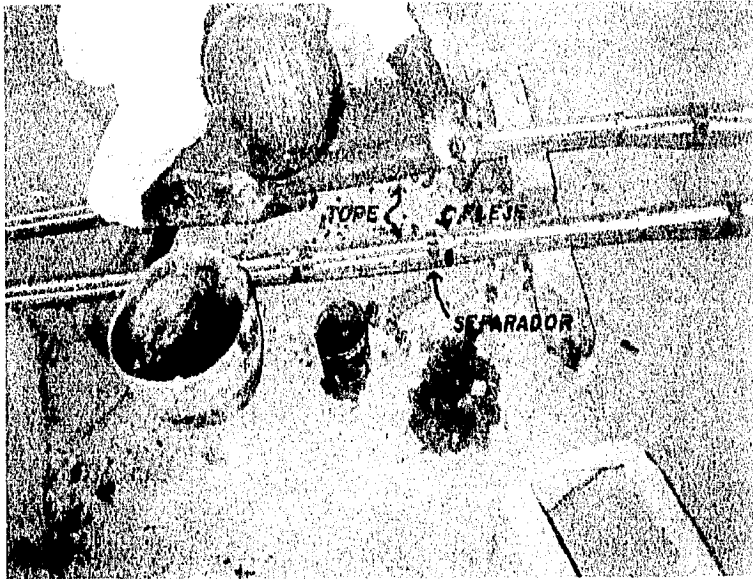
FOTOGRAFIA 2. SE PUEDE OBSERVAR QUE SE ESTAN TAPANDO LAS PERFORACIONES HECHAS AL TUBO PVC CON UNA CINTA DE AISLAR, UNA SOLA CAPA DE CINTA SE LE PONDRÁ.



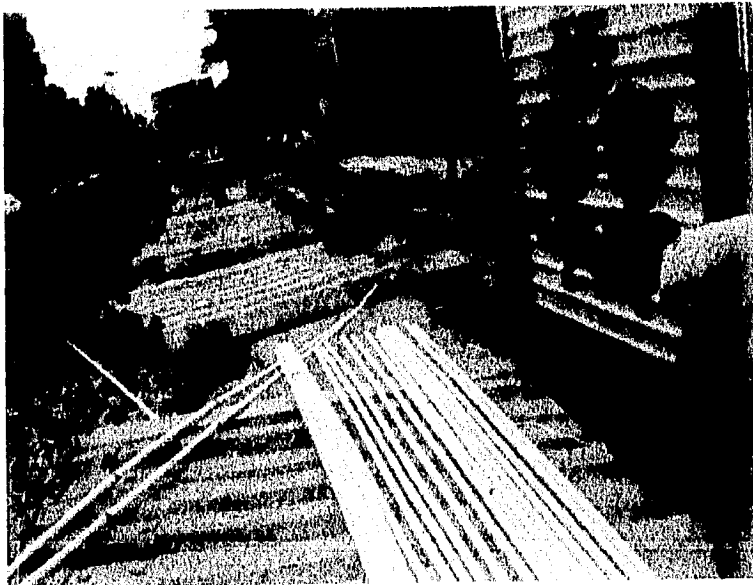
FOTOGRAFIA 3. SE PUEDE OBSERVAR QUE EN LA PUNTA DEL TUBO PVC SE ESTA LINANDO PARA QUITARLE LAS ASTILLAS DEL MISMO MATERIAL Y PODER DEJARLO LISO Y PAREJO, PARA SU DEBIDA UNION.



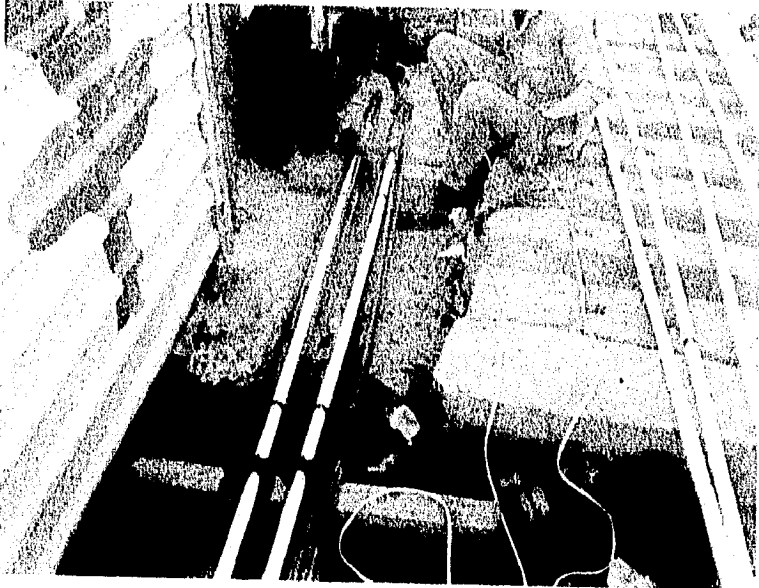
FOTOGRAFIA 4. SE PUEDE OBSERVAR QUE SE ESTA APLICANDO PEGAMENTO PARA PVC EN LA PARTE LINADA Y PODER UNIR LOS TUBOS POR MEDIO DE UN COPLE HASTA LA LONGITUD RESPECTIVA.



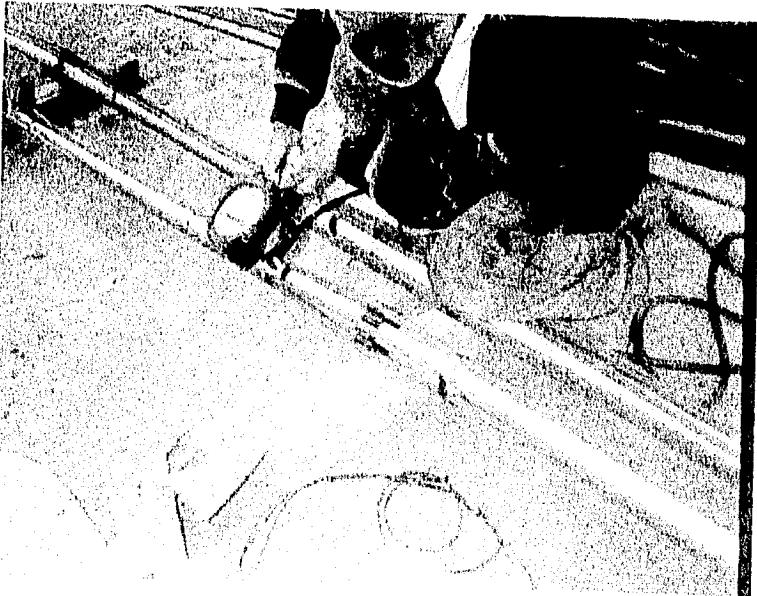
FOTOGRAFIA 5. SE PUEDE APRESTAR LOS DOS SEPARADORES A UNA DISTANCIA DE 30 cm, CON SUS FLEJES RESPECTIVOS SOSTENIENDO EL CABLE TORON SOBRE EL SEPARADOR, ESTE ES EL LUGAR DONDE SE REALIZARA EL OBTURADOR O TOPE QUE LLEVA EL ANCLA.



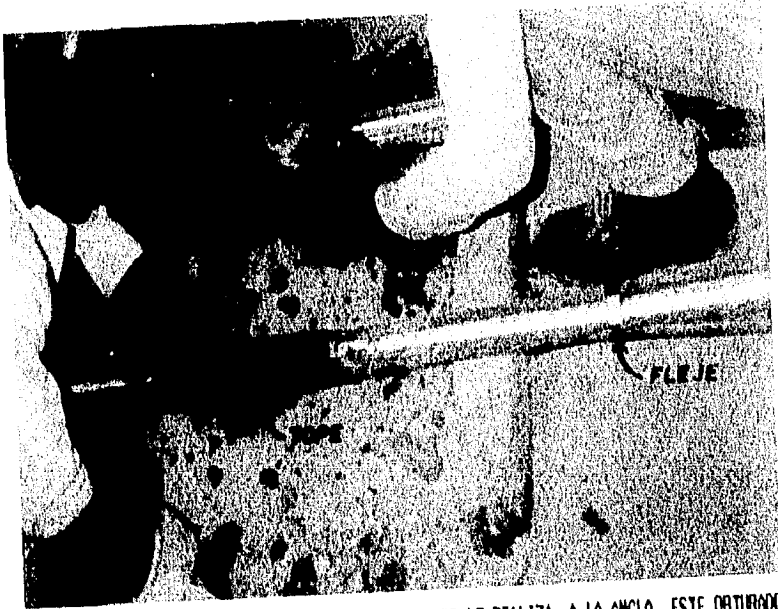
FOTOGRAFIA 6. SE PUEDE OBSERVAR QUE ESTAN ALINEADOS LOS CABLES TORON SOBRE UNOS POLINES SEPARADOS ESTOS 1.50 mts, ES LLEVADA ESTA OPERACION CON 3 PERSONAS.



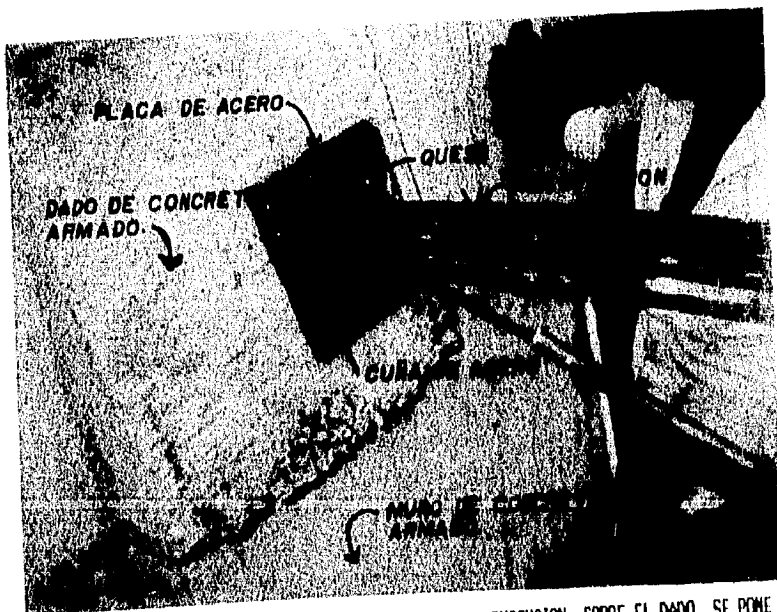
FOTOGRAFIA 7. SE EMPIEZA POR LA PUNTA DEL ANCLA PARA IR ALINEANDO EL CABLE TORON SOBRE EL SEPARADOR, PARA QUE EL TUBO PVC QUEDE CENTRADO, SE LE APLICAN UNOS AMARRRES PROVISIONALES CON ALAMBRE RECOSIDO PARA EL SOSTENTIMIENTO DEL CABLE TORON EN EL SEPARADOR.



FOTOGRAFIA 8. SE PUEDE OBSERVAR QUE EL SEPARADOR TIENE UNOS FLEJES CERCA DE EL PARA EVITAR QUE EL TUBO DE PVC ESTE SUELTO, LA DISTANCIA ES VARIABLE DEL FLEJE SEGUN SE REQUIERA.



FOTOGRAFIA 9. SE PUEDE OBSERVAR EL OBTURADOR QUE SE LE REALIZA A LA ANCLA, ESTE OBTURADOR SERA CUBIERTO POR LA MANQUERA NEGRA DE 3" DE DIAMETRO Y SE LE PONDRAN 4 FLEJES O MAS EN CASO NECESARIO.



FOTOGRAFIA 10. SE PUEDE OBSERVAR EL DADO DEL MURO DE CONTENCION, SOBRE EL DADO SE PONE LA PLACA POSTERIORMENTE EL QUESO DE ACERO, LOS CABLES TORON ATRAVESARAN A ESTOS, SE OBSERVA EL ACOMODO DE LA CUÑA QUE SOSTENDRA AL ANCLA AL ESTAR TENSADA.



FOTOGRAFIA 11. SE PUEDE OBSERVAR EL GATO HIDRAULICO QUE SE UTILIZA, ASI COMO LAS CUÑAS QUE SOSTENDRAN AL CABLE TORON SOBRE EL GATO, PARA SU DEBIDO TENSADO.



FOTOGRAFIA 12. SE PUEDE OBSERVAR EL DESPLAZAMIENTO QUE HA SUFRIDO EL PISTON POR EL TENSADO QUE SE LE APLICA AL ANCLA, ASI COMO LAS CUÑAS QUE SOSTIENEN A LA MISMA, ASIMISMO SE APRECIA LA CORONA DONDE ES APOYADO EL GATO Y ESTOS A SU VEZ SOBRE LA PLACA DE ACERO TENIENDO COMO BASE EL DADO.

CIMESA REPORTE DE PUESTA EN TENSION DE TIRANTE

OBRA: MONTES URALES TIRANTE 6 Nº 8

FECHA: GATO: STUP TIPO: S6

OPERADOR: Bernardino S. TENSION REQUERIDA: ENGAYO RESOLVAL

PERFORACION: FECHA: METODO:

PRENSION BARR	50	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
DEFORMACION EN mm			2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11

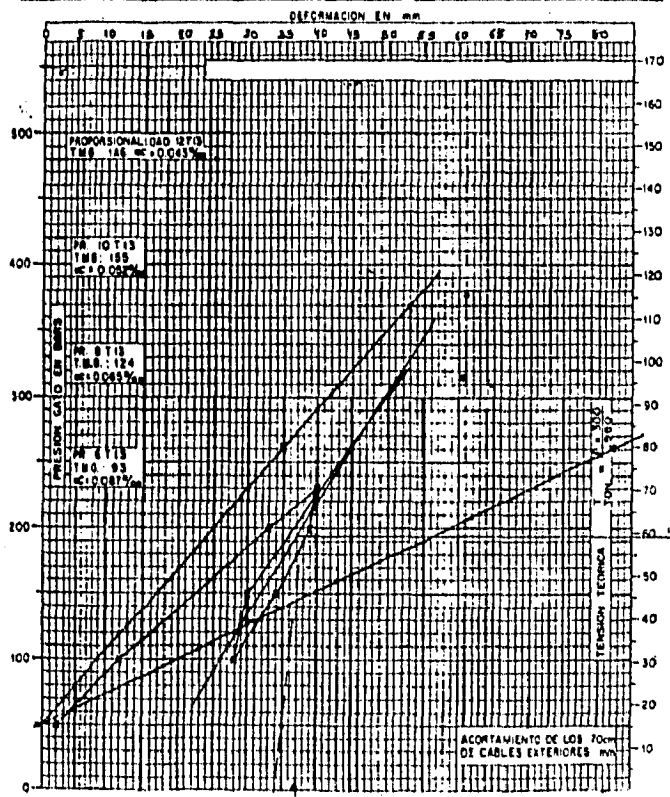


FIGURA IV.7

UNAM ENEP ACATLAN

SERVICIO PROFESIONAL ESTABLECIDO DE LAS PAREDES DE UNA EXCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE INJEROS ANCLADIS

ALVARO RAMON DONATO MURILLO RUIZ

V OBSERVACIONES DURANTE LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE CONTENCION.

V.1 Problemas y Soluciones que se Presentaron.

Las grietas de tensión se presentaron en la obra por que en la calle F.F.C.C. de Cuernavaca pasa el tren de pasajeros dos veces al dia y de vez en cuando pasa el tren de carga y la vibración que provoca el tren por su propio peso hizo que aparecieran las grietas al empezarse a retirar el material de relleno compuesto por arcilla limosa con poca arena fina y arcilla limo arenosa café claro y gris oscuro que existe donde es el límite para la realización del muro de contención, esto provocó que se avanzara lentamente en la construcción del sistema de contención en la parte oriente del predio, estas grietas que se presentaron en la obra tuvieron una abertura de 2 a 4 mm, su distancia longitudinal fue de 9 a 12 m las grietas se rellenaron con pura agua de cemento (liquido como atole), para evitar filtraciones en las grietas de tensión y esto a la vez no generase empujes hidrostáticos que perjudicaran posteriormente el avance de la obra. Con el fin de evitar que las grietas se presentaran muy cerca de la zona de excavación. Se abrió una zanja a partir del nivel de piso existente con un ancho de 50 a 60 cm y una profundidad de 1.50 m, se dividió en 5 tramos la zanja para su debida excavación y relleno de la mezcla suelo-cemento, esto es con el fin de que se realice un muro de suelo-cemento en la colindancia del talud donde está el material de relleno que servirá de soporte al muro de contención.

Se realiza una mezcla de suelo-cemento con una proporción de 5 botes de suelo sin agregados mayores de 1/2", sin materia orgánica si existen grumos se deberan desmoronar lo más que se pueda (pisarlos) más 1/2 saco de Cemento de 50 kg,

Se realiza la revoltura manualmente del suelo con el cemento se le da de 2 a 4 vueltas con pala.

Se extiende el material de manera que se pueda agregar agua limpia sin materias orgánicas.

Se deja 3 minutos más o menos para que la mezcla de suelo-cemento absorba el agua que se le ha puesto.

Se empieza a realizar la revoltura y se le irá agregando agua poco a poco hasta obtener una mezcla húmeda (tipo masa).

Se transporta a la zanja por medio de botes y se deja caer la mezcla por gravedad al voltear el bote, cuando exista una capa de 15 a 20 cm de espesor se le realizará un apisonamiento, con el fin de compactar el suelo-cemento también para que exista adherencia entre la mezcla y el suelo ya existente, para la realización del apisonamiento una persona tendrá que meterse adentro de la zanja para poderlo realizar, como se muestra en las fotografías 13 y 14.

Previamente se deberán acomodar polines y tablas en donde será el límite de la corona del talud todo a lo largo donde se pondrá la mezcla de suelo-cemento.

Al término de estabilizar el suelo paralelo a las grietas de tensión se procederá a quitar en partes el material del suelo hasta la profundidad señalada ó sea donde se realizará el primer nivel del cinturón de anclaje, pero el retiro de material será conforme se avance en la elaboración, colado y tensado del ancla respectivamente hasta que totalmente ya existan las anclas del primer cinturón a todo lo largo de donde aparecieron las grietas de tensión, se continuará con retirar el material que exista y se procederá a la elaboración del segundo y tercer nivel del cinturón de anclaje respectivamente hasta su culminación, como se muestra en las fotografías 15 y 16.

V.2 Errores que Deben Evitarse Durante la Colocación del Sistema de Anclaje.

a) El dado del cinturón debe quedar lo más centrado posible en el lugar donde se instalará el ancla, para evitar que al momento del tensado del ancla, el dado falle por la aplicación excéntrica de la fuerza, esto genera que se detenga momentáneamente el avance

de la obra porque se tiene que realizar el dado en el lugar correcto, (ampliarlo en cualquiera de sus cuatro lados).

b) El tensor debe entrar recto en el barreno. No se debe permitir que el tensor penetre en curva porque provoca que existan caldos de material dentro del barreno y además amplía la boca de la perforación.

c) Debe verificarse que la placa de apoyo esté bien colocada sobre el dado; la corona, el queso y las cuñas deben quedar bien ajustadas para que se pueda colocar bien el gato hidráulico sin ningún problema.

d) La parte final del ancla debe sobresalir del dado como mínimo 0.80 m para su correcto tensado.

e) La mezcla de inyección del barreno debe ser homogénea, con el fin de evitar que al inyectar la mezcla salga pura agua en un momento dado ó se tape el tubo de inyección por ser puro cemento.

f) Cuando se utilice maquinaria en la excavación para la realización del cinturón de anclaje, se debe verificar que NO penetre más allá de lo señalado en el proyecto; con pico y pala deberá efectuarse el perfilado y afine del talud vertical.

g) Cuando la maquinaria trabaje cerca de los cinturones de concreto y estos se encuentren todavía con la cimbra respectiva, debe de tener cuidado de NO tocar NI rozar la cimbra, para evitar accidentes que puedan ser lamentables; el personal obrero no debe trabajar cerca de estos lugares si todavía no se han anclado los cinturones.

h) Debe verificarse la profundidad de la cimentación de los edificios vecinos y localizar adecuadamente las instalaciones de teléfono, drenaje, agua, luz ó alguna tubería de Pemex, a fin de proyectar correctamente la posición del anclaje y evitar causar algún daño en las estructuras ó en los servicios.

i) No se debe retirar la cimbra por ningun motivo del cinturón de concreto, si no se ha anclado ya que este muro se vuelve peligroso, por la vibración causada por todo el movimiento de maquinaria que existe en la obra.

j) Se debe asegurar que existe la adherencia correcta del ancla con el terreno (suelo).

k) Se debe verificar que el ancla al irse introduciendo en el barreno no lleve consigo tierra entre los cables-torón para evitar la contaminación que se provocaría con la lechada de agua-cemento.

l) Si existe un caldo de material dentro del mismo barreno con el ancla en su interior se tendrá que sacar el ancla para retirar el material que se cayó, los caídos de material que sufre el barreno son provocados por el ancla misma ya que sufre desviaciones al estarse perforando, muchas veces impredecibles por el material con que se enfrenta la broca perforadora.

V.2.1 Problemas en el cable torón, Causa.

- | | |
|---------------------------------------|--|
| - Cable roto.
(Todos los cables) | Sobrecarga debido a impactos severos, desgaste excesivo en un punto, oxidación, pérdida de elasticidad. |
| - Uno ó más torones rotos. | Mismas causas anteriores fatiga. |
| - Oxidación excesiva. | Falta de lubricante, Exposición a la acción salina, agua alcalina, agua acida, lodo, Periodos de inactividad sin la protección adecuada. |

- Cable dañado en su transporte. Rodado sobre obstáculos ó caídas desde camiones ó plataformas.
- Cocas y otras distorsiones. Enredo ó desenredo incorrecto, devanado impropio.
- Ruptura prematura. Causada por el calor generado por la fricción, ya sea por presiones ó deslizamientos.
- Desgaste excesivo en algunos puntos. Debido a cocas ó dobleces por mal trato durante la instalación.
- Cable empalmado. Un cable empalmado nunca será tan eficiente como el de una sola pieza siendo muy posible que se afloje causando desgaste desigual
- Reducción de resistencia a la tensión. Calor excesivo por contacto de flamas de soplete.

V.2.2 Factores que afectan el rendimiento del cable torón.

Uso normal.
 Corrosión.
 Deterioro mecánico.
 Deformaciones.
 Fatiga.
 Deterioro interno.
 Abrasión.
 Recalentamiento.
 Rotación/Cambios.
 Terminales dañadas.

V.3 Evaluación del Sistema de Contención anclado.

- Con el sistema de contención anclado que se empleó en la obra de Montes Urales II, se observó que se puede avanzar en la obra con varios trabajos simultáneos, sin ningún problema, con respecto a la estabilidad de los taludes que permiten ocupar el área total del predio, creando varios frentes de ataque.
- Estas anclas NO son muy laboriosas se requiere de poco personal para su realización.
- Este sistema de estabilidad de talud es aplicable con éxito en diversos tipos de terreno tales como:
 - a) Rocas Fisuradas.
 - b) Rocas Disgregadas.
 - c) Terrenos con Boleos.
 - d) Terrenos Heterogéneos. (Predominantemente Friccionantes)
- Se logra un ahorro importante en los costos por el gran avance de la obra, ya que se ocupa toda el área del predio con varios frentes (trabajos diferentes).
- Las cuadrillas de trabajo para el sistema de contención del talud se reducen.
- Habilidad del ancla en el sitio, que consiste en cortar el cable torón a la medida señalada en el proyecto, ya que en algún momento y en caso de requerirse se pueden desarmar para su nueva realización por modificación de longitud siempre y cuando sean menores de distancia de la que se ha hecho.
- Con la desviación que sufre el barreno, es más difícil sacar el ancla ya que se ignora hacia que lado sufrió la desviación y en que distancia se empezó.



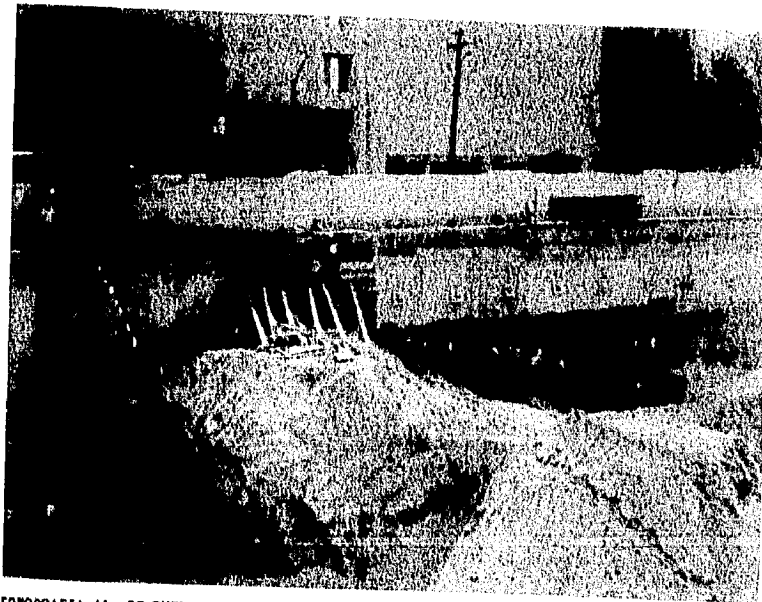
FOTOGRAFIA 13. SE PUEDE OBSERVA LA ZANJA REALIZADA Y ES PARALELA A LAS ORIENTAS DE TENSIÓN, ESTA SERA RELLENADA CON UNA MEZCLA DE SUELO-CEMENTO.



FOTOGRAFIA 14. CUANDO TENGA UNA CAPA DE 20 CM DE SUELO-CEMENTO SE INTRODUCIRA UN TRABAJADOR PARA REALIZAR EL DEBIDO APISONAMIENTO ESTA OPERACION SERA LLEVADA ACABO HASTA SU RELLENO TOTAL EN FORMA MANUAL.



FOTOGRAFIA 15. COLINDANCIA A LA CALLE F.F.C.C. CUERNAVACA, SE PUEDE OBSERVAR QUE EL MURO DE CONTENCION EN SU AVANCE FUE LENTO PARA EVITAR CUALQUIER DESPLAZAMIENTO POR - POR LAS ONDAS DE TENSION.



FOTOGRAFIA 16. SE PUEDE OBSERVAR QUE EL AVANCE EN LA REALIZACION DEL MURO FUE DEQUE SE RETIRA EL MATERIAL Y LUEGO SE REALIZA EL MURO DE CONTENCION.

CONCLUSIONES:

Para cualquier problema de estabilidad de taludes, se realiza un estudio de mecánica de suelos consistente en muestreo y exploración del subsuelo, pruebas de laboratorio y análisis de resultados, también se hace una investigación de las obras aledañas. En base a las características estratigráficas y físicas del subsuelo se establecieron las diferentes alternativas de estabilidad de talud, analizando costo y avance de la obra, resultando en este caso como alternativa la de:

" ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE UNA ESCAVACION PROFUNDA POR MEDIO DE MUROS ANCLADOS."

El tiempo y costo son dos factores que en más de los casos contribuyen a determinar cual será el método de estabilización conveniente, esta situación se puede dar en cualesquiera de las operaciones donde su desarrollo implique un tiempo y un costo, a todo lo largo de un proceso siendo este un ejemplo claro, pues desde la realización del programa de operaciones se presenta esta situación, es lógico pensar que para cualquier situación lo que se requiere es lograr estabilizar el talud de la manera más segura evitando que ocurra la falla, se debe tomar en cuenta la adherencia de la mezcla de inyección al ancla y de la misma mezcla con los materiales en contacto.

Cada tecnología es diferente en cuanto a los materiales que utiliza para la fabricación del ancla y el proceso constructivo que requiere su colocación, este es un aspecto que debe tomarse en cuenta pues como existen anclas de gran capacidad que demandan procesos constructivos muy sofisticados y mano de obra muy especializada y por consiguiente su costo resulta muy elevado, existen también anclas cuya capacidad es baja, su proceso de colocación es sencillo y por lo tanto no requiere mano de obra muy especializada traduciéndose en un menor costo.

Con el sistema de contención del talud en esta obra se tardaron dos meses para estabilizar en su totalidad el talud, se emplearon en el primer nivel de anclaje 68 anclas de 17 m de longitud y 15

grados de inclinación con respecto a la horizontal, en el segundo nivel de anclaje se emplearon 68 anclas con una longitud de 27 m y 10 grados de inclinación con respecto a la horizontal, en el tercer nivel de anclaje se emplearon 68 anclas con una longitud de 27 m y 5 grados de inclinación con respecto a la horizontal.

BIBLIOGRAFIA:

" MECANICA DE SUELOS. "

Doctor en Ingeniería Eulalio Juárez Badillo.
Maestro en Ingeniería Alfonso Rico Rodríguez.
Tomos I, II, III.
Editorial Limusa.
Decima segunda Reimpresión.
México, 1989.

" MANUAL DE DISEÑO GEOTECNICO "

D.D.F., Secretaría General de Obras.
Volumen I.
Covitur, México, Agosto de 1987.

"NORMAS PARA MUESTREO Y PRUEBAS DE MATERIALES, EQUIPOS Y SISTEMAS"

Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
Libro 6.
México, 1984.

" MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES "

Instituto de Investigaciones Eléctricas.
Geotecnia.
Tomos, B.1.2, B.1.4, B.2.1, B.2.2, B.3.1, B.3.4, B.3.7,
Comisión Federal de Electricidad.
México, 1979.

**" EL SUBSUELO Y LA INGENIERIA DE CIMENTACIONES EN EL AREA
URBANA DEL VALLE DE MEXICO "**

Simposio.
Del Castillo. M. R.
México, Marzo de 1968.

" INGENIERIA "

Revista Trimestral de la Facultad de Ingeniería. UNAM.
Número 1-1982.
México, Ciudad Universitaria, 1982.