



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

FACULTAD DE INGENIERIA
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

SECRETARIA

ESTUDIO PRELIMINAR DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA
PARA EL DISEÑO DE UNA SECCION ESTRUCTURAL DE
TIPO FLOTANTE PARA EL BORDO DE CONFINAMIENTO EN
LA LAGUNA DE "ALMOLOYA DEL RIO", EDO. DE MEXICO

TRABAJO

RECEPCIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A

SERGIO ZAVALA AGUILAR

SAN LUIS POTOSI, S. L. P.

1993



T

TC54

23

c.1



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

FACULTAD DE INGENIERIA
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

SECRETARIA

ESTUDIO PRELIMINAR DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA
PARA EL DISEÑO DE UNA SECCION ESTRUCTURAL DE
TIPO FLOTANTE PARA EL BORDO DE CONFINAMIENTO EN
LA LAGUNA DE "ALMOLOYA DEL RIO", EDO. DE MEXICO

TRABAJO

RECEPCIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A

SERGIO ZAVALA AGUILAR

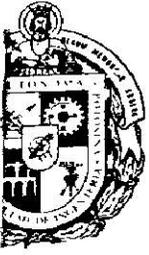
SAN LUIS POTOSI, S. L. P.

1993



A 5 A2
x 23





UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
FACULTAD DE INGENIERIA
 Dr. Manuel Nova No. 8 Zona Universitaria
 Teléfonos: 13-11-86, 13-52-38, 13-63-35 y 13-82-22
 Fax: (48) 13-09-24
 78290, San Luis Potosí, S. L. P., México

ABRIL 29, 1993.

Al Pasante Señor Sergio Zavala Aguilar
 P r e s e n t e.-

En atención a su solicitud de autorización de Temario, presentada por el Ing. Javier Benavente Leija, Asesor del Trabajo Recepcional que desarrollará Usted, con l objeto de sustentar Examen Profesional en la Licenciatura de In--geniero Geólogo. Me es grato comunicarle que en la Sesión de Consejo Técnico Consultivo celebrada el día 29 de Abril de 1993, fué aprobado el Temario propuesto:

"ESTUDIO PRELIMINAR DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA PARA EL DISEÑO DE UNA SECCION ESTRUCTURAL DEL TIPO FLOTANTE PARA EL BORDO DE CONFINAMIENTO DE LA LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO, EDO. DE MEXICO".

TEMARIO:

- I.- ANTECEDENTES
 - II.- GEOLOGIA GENERAL
 - III.- GEOLOGIA DE DETALLE
 - IV.- METODOS DE EXPLORACION
 - V.- GEOTECNIA
 - VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- BIBLIOGRAFIA.

Ruego a Usted tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado - por la Ley de Profesionas, debe prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar su Examen Profesional.

" MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO

ING. DAVID ATLSHA CASTILLO DIRECCION
 DIRECTOR DE LA FACULTAD



A MIS PADRES:

JACINTA AGUILAR VDA. DE ZAVALA.

JUAN ZAVALA MEDINA +

A QUIENES DEBO MI FORMACION.

A MIS HERMANOS:

POR SU EJEMPLO Y APOYO

INCONDICIONAL.

CON AMOR:

A MI ESPOSA E HIJOS.

**ESTUDIO PRELIMINAR DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA
PARA EL DISEÑO DE UNA SECCION ESTRUCTURAL DE TIPO FLOTANTE PARA EL BORDO
DE CONFINAMIENTO EN LA LAGUNA DE "ALMOLOYA DEL RIO", ESTADO DE MEXICO.**

C A P I T U L O I .

A N T E C E D E N T E S

C A P I T U L O I I .

G E O L O G I A R E G I O N A L

C A P I T U L O I I I .

G E O L O G I A D E D E T A L L E

C A P I T U L O I V .

M E T O D O S D E E X P L O R A C I O N

C A P I T U L O V .

G E O T E C N I A

C A P I T U L O V I .

**C O N C L U S I O N E S Y -
R E C O M E N D A C I O N E S .
P L A N O S Y A N E X O S
B I B L I O G R A F I A**

**ESTUDIO PRELIMINAR DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA
PARA EL DISEÑO DE UNA SECCION ESTRUCTURAL DE TIPO FLOTANTE PARA EL BORDO
DE CONFINAMIENTO EN LA LAGUNA DE "ALMOLOYA DEL RIO", ESTADO DE MEXICO.**

C O N T E N I D O

CAPITULO	I	ANTECEDENTES
	I.1	INTRODUCCION
	I.2	OBJETIVO
	I.3	LOCALIZACION Y ACCESO
	I.4	CLIMA Y VEGETACION
	I.5	FISIOGRAFIA
	I.6	HIDROGRAFIA
CAPITULO	II	GEOLOGIA GENERAL
	II.1	BOSQUEJO GEOLOGICO REGIONAL
	II.2	TOPOGRAFIA
	II.3	GEOMORFOLOGIA
	II.4	ESTRATIGRAFIA REGIONAL
	II.5	ESTRUCTURAS
CAPITULO	III	GEOLOGIA DE DETALLE
	III.1	GEOLOGIA DE LA ZONA DE LA LAGUNA
	III.2	ESTRATIGRAFIA
CAPITULO	IV	METODOS DE EXPLORACION
	IV.1	TRABAJOS DE EXPLORACION
	IV.2	DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS DE EXPLORACION
	IV.3	METODOS INDIRECTOS
	IV.4	RESULTADOS DE LOS SONDEOS GEOFISICOS
CAPITULO	V	GEOTECNIA
	V.1	DISEÑO GEOMETRICO DE LA SECCION ESTRUCTURAL DEL BORDO.
	V.2	DISEÑO DE LA CIMENTACION
	V.3	ANALISIS DE ESTABILIDAD
	V.4	ANALISIS DE INFILTRACION
CAPITULO	VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
		PLANOS Y ANEXOS
		BIBLIOGRAFIA

R E S U M E N

DESDE HACE VARIOS AÑOS EL GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO HA MANIFESTADO LA INQUIETUD POR LA RESTAURACION DE LA CUENCA ALTA DEL RIO LERMA Y QUIEN POR MEDIO DE LA SECRETARIA DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y CON EL APOYO DE ALGUNAS EMPRESAS PARTICULARES, HA REALIZADO UNA SERIE DE ESTUDIOS Y PROYECTOS PARA LA REHABILITACION DE LA 1a. LAGUNA DE LERMA SITUADA EN LA PARTE OESTE DEL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DEL RIO, ENCONTRANDOSE LIMITADA POR LOS SIGUIENTES MUNICIPIOS: AL NORTE STA. CRUZ ATIZAPAN, AL OESTE ZARAGOZA DE GUADALUPE, AL SURESTE POR TEXCALIACAC Y AL SUROESTE POR SAN PEDRO TECHUCHULCO.

LA REHABILITACION DE LA 1a. LAGUNA DE LERMA TAMBIEN LLAMADA LA LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO, CONSISTE EN LA CONSTRUCCION DE UN BORDO DE CONFINAMIENTO CONJUNTAMENTE CON LA EXCAVACION DE UN DREN PERIMETRAL (ESTRUCTURA DE CONTROL) Y PARALELO AL MISMO, SITUADO A UNA DISTANCIA DE 4 MTS. DEL MISMO VER FIG. V.2.8.

LA CONSTRUCCION DE ESTAS OBRAS SE INICIAN A PARTIR DEL BORDO DUMAC OBRA QUE REALIZO EN 1979 UNA ASOCIACION CANADIENSE.

LA FINALIDAD DEL BORDO DUMAC FUE EVITAR LAS INUNDACIONES DE LA ZONA ALEDAÑA A LA LAGUNA Y DESECACION DE LA MISMA.

CARACTERISTICAS DEL BORDO DUMAC.

ELEVACION MAXIMA	2,575
ELEVACION	2,570
TALUDES	1.5:1
ANCHO DE CORONA	3.5 MTS.
LONG. PROM.	1.6 KMS.

EL OBJETIVO PRINCIPAL CON LA CONSTRUCCION DEL BORDO DE CONFINAMIENTO SON: LA RECARGA DE LOS ACUIFEROS, DISMINUIR AL MAXIMO LOS ASENTAMIENTOS DEL SUBSUELO, EVITAR LA CONTAMINACION CON LAS AGUAS RESIDUALES Y APROVECHAR LAS TIERRAS QUE ANTES SE INUNDABAN.

EL PRESENTE ESTUDIO SE ENFOCA SOLO A LO QUE ES LA SECCION ESTRUCTURAL DEL BORDO, DESDE LA CIMENTACION, EXCAVACION PARA EL DENTELLON Y LA FORMACION DEL TERRAPLEN IMPERMEABLE.

ACTUALMENTE LA OBRA SE ENCUENTRA EN CONSTRUCCION Y CONTINUAMENTE HA SUFRIDO UNA SERIE DE MODIFICACIONES, DECIDIDAS CONJUNTAMENTE ENTRE LOS INGENIEROS, RESIDENTES Y GEOLOGO DE LA OBRA PARA QUE EL DESPLANTE DE LA MISMA SEA DIGNO DE CONFIANZA.

POR LO GENERAL TODAS LAS MODIFICACIONES SURGEN POR PRESENTARSE PROBLEMAS DE TIPO SOCIAL Y DE TENENCIA DE LA TIERRA.

OTRAS MODIFICACIONES QUE SE PRESENTAN SON: PRINCIPALMENTE EN EL PROCEDIMIENTO TECNICO CONSTRUCTIVO Y CAMBIO DE SECCION EN LA FORMACION DE LA CIMENTACION, LOS PRIMEROS SURGEN POR LA PRESENCIA DE LAS LLUVIAS QUE A PESAR DE ESTA NO IMPIDEN QUE SE AVANCE CON LA CONSTRUCCION, DANDO ORIGEN A LA DEFINICION DE AREAS DE ALMACENAMIENTO Y MANIOBRAS, EN CUANTO A LOS CAMBIOS DE SECCION DE LA CIMENTACION SURGEN POR LAS CARACTERISTICAS GEOLOGICAS Y CONDICIONES FISICAS QUE PRESENTAN LOS MATERIALES DONDE SE FORMARA LA MISMA.

C A P I T U L O I

I.1 I N T R O D U C C I O N .

ACTUALMENTE EL DESMESURADO CRECIMIENTO POBLACIONAL E INDUSTRIAL, LA SOBREEXPLOTACION DEL MANTO ACUIFERO, LA DEFORESTACION Y SOBRE PASTOREO, HAN ORIGINADO UN CAMBIO EN EL CICLO HIDROLOGICO, POR EL DESEQUILIBRIO DE LOS ELEMENTOS NATURALES COMO SON: BOSQUE, SUELO Y AGUA.

EL CAMBIO DEL CICLO HIDROLOGICO CONSISTE EN: DISMINUCION DE LA PRECIPITACION PLUVIAL, REDUCCION DE LOS VOLUMENES DE ESCURRIMIENTO E INFILTRACIONES MAYORES EN DISTANCIAS CORTAS.

EL DESEQUILIBRIO DE LOS ELEMENTOS NATURALES SE PRESENTA EN LOS BOSQUES POR LA RELACION DE LA DEFORESTACION-REFORESTACION.

EN EL CASO DEL SUELO POR LOS EFECTOS DE LA EROSION PLUVIAL Y EOLICA PRINCIPALMENTE EN LAS AREAS DEFORESTADAS.

EN CUANTO AL AGUA, PRINCIPALMENTE LA DISMINUCION DEL VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO, SOBREEXPLOTACION DEL MANTO ACUIFERO QUE PROVOCAN ASENTAMIENTOS CONTINUOS EN LA ZONA ABATIENDO A LA VEZ EL NIVEL FREATICO Y POR CONSECUENCIA LA DISMINUCION DEL CAUDAL EN EL RIO LERMA, ANULANDO ASI LA CAPACIDAD DE AUTODEPURACION Y AUNADO A ESTO LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES QUE SE VIERTEN EN LA LAGUNA DONDE NACE EL RIO LERMA.

EL GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO, A TRAVES DE LA SECRETARIA DE DESARROLLO AGROPECUARIO (SEDAGRO), ENCARGO A LA DIRECCION GENERAL DE INFRAESTRUCTURA RURAL (DGIR) EL CONFINAMIENTO DE LAS AGUAS PLUVIALES EN LA ZONA DE LA LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO Y MEDIANTE ESTUDIOS DE GEOLOGIA, GEOTECNIA Y TRABAJOS DE EXPLORACION, SE CONCLUYO QUE PARA EL CONFINAMIENTO DEL AGUA, ESTO SE REALIZARIA CON UNA SECCION ESTRUCTURAL DEL TIPO FLOTANTE DESPLANTADA SOBRE UNA CIMENTACION FORMADA POR FRAGMENTOS DE ROCA ACOMODADOS Y COMPACTADOS MEDIANTE BANDEO.

I.2 O B J E T I V O.

DURANTE LOS ULTIMOS AÑOS LA ZONA DE LA LAGUNA, HA SUFRIDO - GRANDES ASENTAMIENTOS Y CAMBIOS ECOLOGICOS PRINCIPALMENTE POR LA CONS-- TANTE EXTRACCION DE GRANDES VOLUMENES DE AGUA, MEDIANTE UNA SERIE DE PO ZOS QUE DOTAN DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE MEXICO, D.F.

CONSIDERANDO LO ANTERIOR, SE DETERMINO REALIZAR ALGUNAS - - OBRAS EN LA ZONA DE LA LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO, QUE PERMITAN REGENE-- RARLA Y LIMITAR SU AREA DE INUNDACION. SIENDO LA PRINCIPAL EL BORDO DE CONFINAMIENTO DE APROXIMADAMENTE 9,700 MTS. DE LONGITUD Y UNA SUPERFI-- CIE DE 534 HAS. Y VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO 10 MILLONES DE METROS CUBI COS.

I.3 L O C A L I Z A C I O N.

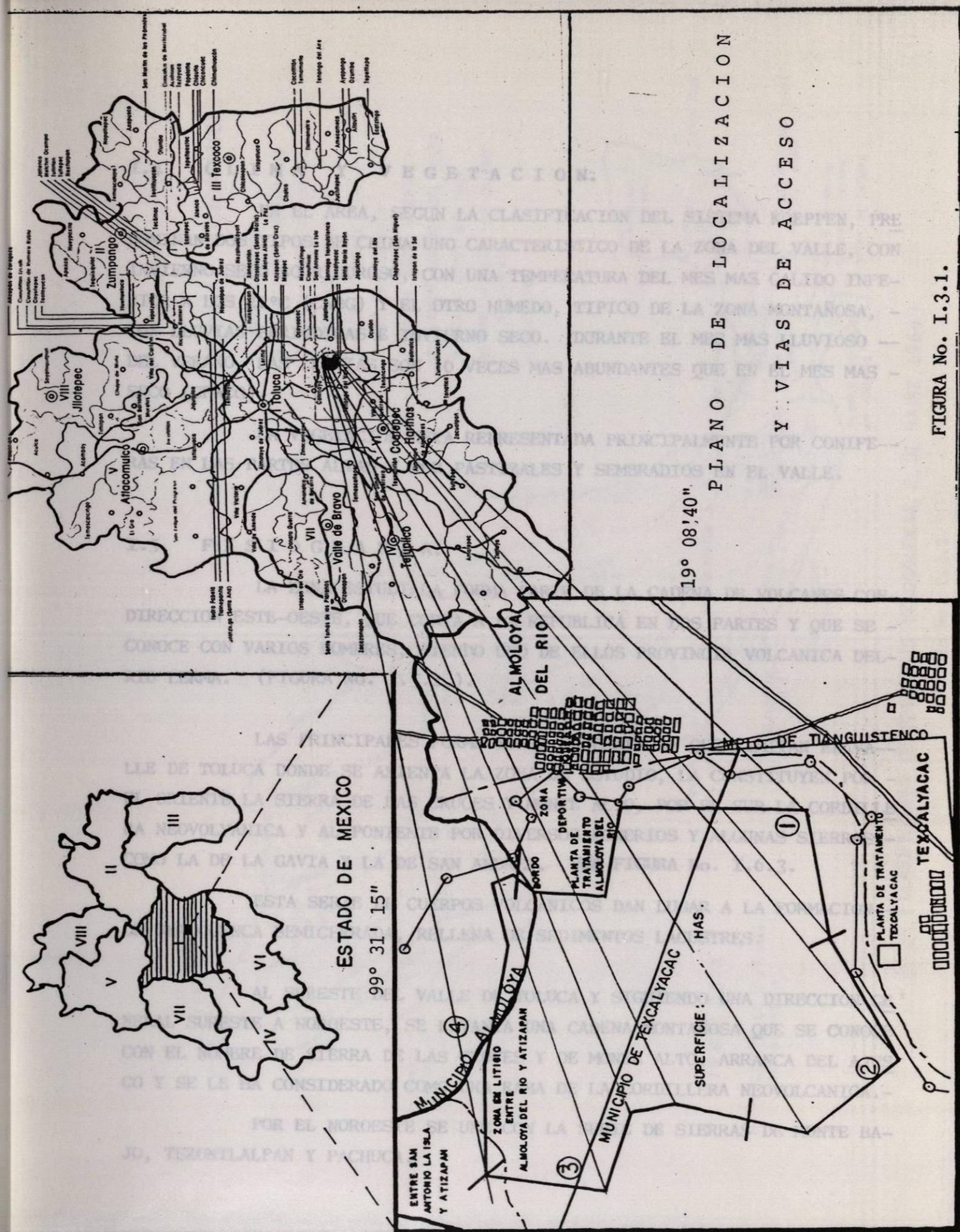
LA LAGUNA DE ALMOLOYA SE LOCALIZA A 21 KMS. AL S 43°E EN - LINEA RECTA APROXIMADAMENTE DE TOLUCA DE LERDO AL CENTRO DE LA LAGUNA - DE ALMOLOYA DEL RIO, LAS COORDENADAS GEOGRAFICAS FUERON TOMADAS DE LA - CARTA DE DETENAL HOJA TENANGO DEL VALLE E 14 A 48 ESC. 1: 50,000 SON:

LATITUD NORTE	19°	08'	40"
LONGITUD AL OESTE DEL MERIDIANO DE GREENWICH	99°	31'	15"

I.3.1 A C C E S O.

PARA LLEGAR AL SITIO SE PARTE DE TOLUCA DE LERDO POR LA CA-- RRETERA FEDERAL No. 55 QUE CONDUCE A TENANGO DEL VALLE, RECORRIENDO 25 KMS. PARA DESVIAR A LA IZQUIERDA Y TOMAR LA CARRETERA DE MEXICALTZINGO-- A STA. CRUZ ATIZAPAN CON UN DESARROLLO DE 11 KMS. Y DE AHI SOBRE LA -- MISMA CARRETERA PAVIMENTADA Y A UNA DISTANCIA DE 3 KMS. SE LOCALIZA EL BORDO DE CONFINAMIENTO DE LA LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO.

VER CROQUIS DE LOCALIZACION I.3.1



PLANO DE LOCALIZACION

Y VIAS DE ACCESO

19° 08' 40"

FIGURA No. I.3.1.

I.4 CLIMA Y VEGETACION.

EN EL AREA, SEGUN LA CLASIFICACION DEL SISTEMA KOEPPEN, PRE DOMINAN DOS TIPOS DE CLIMA UNO CARACTERISTICO DE LA ZONA DEL VALLE, CON INVIERNO SECO NO RIGUROSO, CON UNA TEMPERATURA DEL MES MAS CALIDO INFERIOR A LOS 22°C (CWBG) Y EL OTRO HUMEDO, TIPICO DE LA ZONA MONTAÑOSA, CON LLUVIAS PERIODICAS E INVIERNO SECO. DURANTE EL MES MAS LLUVIOSO -- DEL VERANO, LAS LLUVIAS SON 10 VECES MAS ABUNDANTES QUE EN EL MES MAS SECO (CFWCG).

LA VEGETACION ESTA REPRESENTADA PRINCIPALMENTE POR CONIFERAS EN LAS PARTES ALTAS Y POR PASTIZALES Y SEMBRADIOS EN EL VALLE.

I.5 FISIOGRAFIA.

LA ZONA ESTUDIADA FORMA PARTE DE LA CADENA DE VOLCANES CON DIRECCION ESTE-OESTE, QUE CORTA A LA REPUBLICA EN DOS PARTES Y QUE SE CONOCE CON VARIOS NOMBRES, SIENDO UNO DE ELLOS PROVINCIA VOLCANICA DEL RIO LERMA. (FIGURA No. I.5.2.).

LAS PRINCIPALES FORMACIONES OROGRAFICAS QUE LIMITAN EL VALLE DE TOLUCA DONDE SE ASIENTA LA ZONA DE ESTUDIO, LA CONSTITUYEN POR EL ORIENTE LA SIERRA DE LAS CRUCES Y MONTE ALTO, POR EL SUR LA CORDILLERA NEOVOLCANICA Y AL PONIENTE POR DIVERSOS LOMERIOS Y ALGUNAS SIERRAS COMO LA DE LA GAVIA Y LA DE SAN ANDRES. VER FIGURA No. I.6.3.

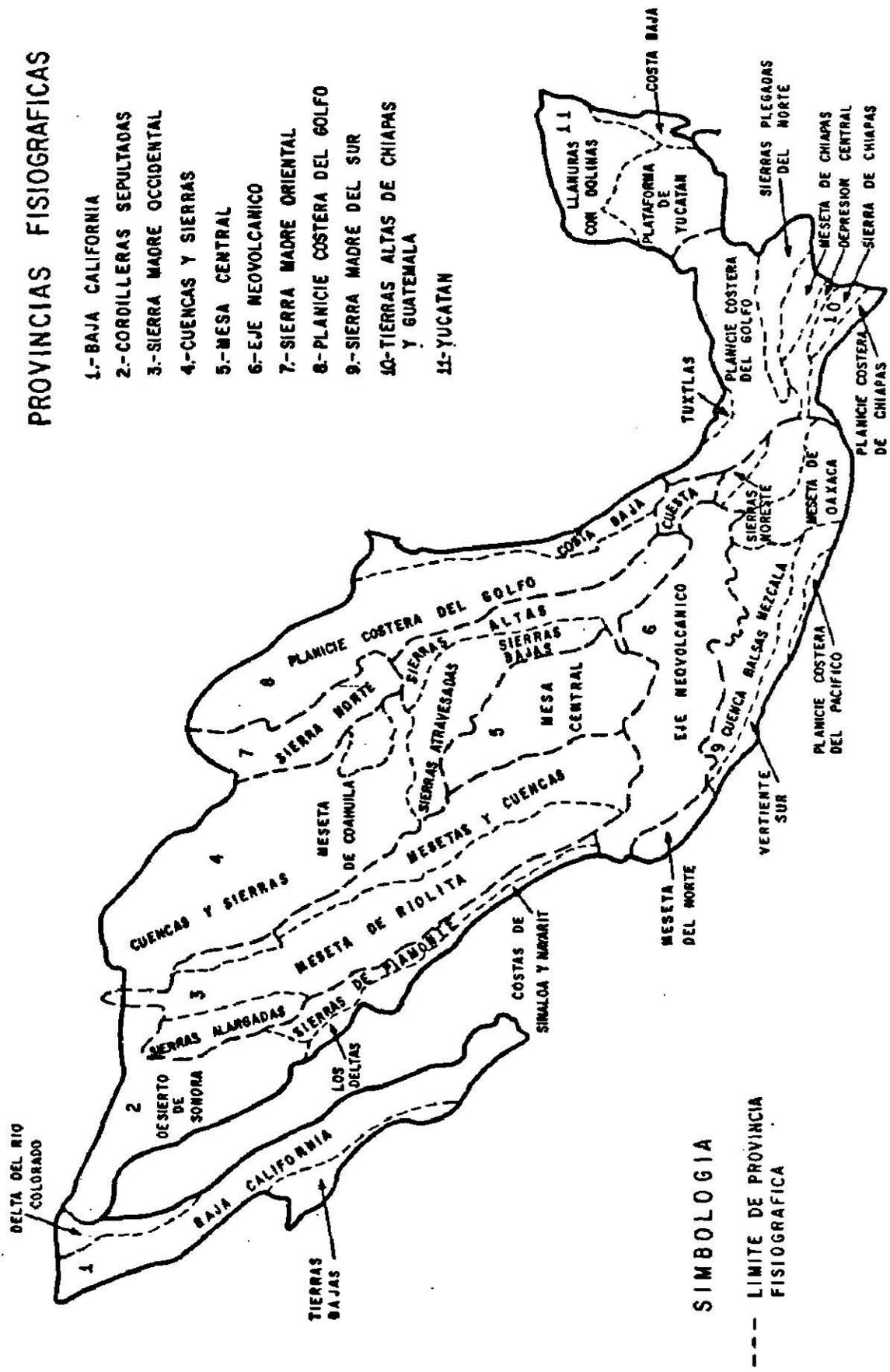
ESTA SERIE DE CUERPOS VOLCANICOS DAN LUGAR A LA FORMACION DE UNA CUENCA SEMICERRADA, RELLENA DE SEDIMENTOS LACUSTRES.

AL SURESTE DEL VALLE DE TOLUCA Y SIGUIENDO UNA DIRECCION GENERAL SURESTE A NOROESTE, SE LEVANTA UNA CADENA MONTAÑOSA QUE SE CONOCE CON EL NOMBRE DE SIERRA DE LAS CRUCES Y DE MONTE ALTO; ARRANCA DEL AJUSCO Y SE LE HA CONSIDERADO COMO UNA RAMA DE LA CORDILLERA NEOVOLCANICA.

POR EL NOROESTE SE UNE CON LA SERIE DE SIERRAS DE MONTE BAJO, TEZONTLALPAN Y PACHUCA.

PROVINCIAS FISIOGRAFICAS

- 1.-BAJA CALIFORNIA
- 2.-CORDILLERAS SEPULTADAS
- 3.-SIERRA MADRE OCCIDENTAL
- 4.-CUENCAS Y SIERRAS
- 5.-MESA CENTRAL
- 6.-EJE NEOVOLCANICO
- 7.-SIERRA MADRE ORIENTAL
- 8.-PLANICIE COSTERA DEL GOLFO
- 9.-SIERRA MADRE DEL SUR
- 10.-TIERRAS ALTAS DE CHIAPAS Y GUATEMALA
- 11.-YUCATAN



SIMBOLOGIA

--- LIMITE DE PROVINCIA FISIOGRAFICA

(CLASIFICACION DE PROVINCIAS FISIOGRAFICAS, E., DE RAISZ, 1964).

FIGURA No. I.5.2.

ES POSIBLE DISTINGUIR MESETAS Y ACCIDENTES, ALGUNOS DE LOS-
 CUALES, POR SU PROXIMIDAD A LA CIUDAD DE MEXICO, SON BIEN CONOCIDOS. CI
 TAREMOS LOS SIGUIENTES:

	M.S.N.M.		M.S.N.M.
AJUSCO	3 937	ZACAMULPA	3 455
MUÑECO	3 840	MALINCHE	3 449
MARAVILLA	3 815	LAS PALMAS	3 325
LA PALMA	3 789	CAMPIÑA	3 300
SAN MIGUEL	3 775	LA MARQUESA	3 288
SEHUILOYA	3 740	SAN FRANCISCO	3 008

LAS SIERRAS ESTAN FORMADAS DE ANDESITAS Y TRAQUITAS, LAS --
 QUE TAMBIEN SE PRESENTAN EN FORMA DE TOBAS QUE, POR SU COLOR, UNIFORMI-
 DAD Y TEXTURA, HAN SIDO AMPLIAMENTE USADAS EN LA INDUSTRIA DE LA CONS--
 TRUCCION. LAS ESTRIBACIONES ESTAN CONSTITUIDAS POR VARIOS CONOS VOLCA-
 NICOS; POSTERIORMENTE SE DEPOSITARON SOBRE ESTOS CENIZAS VOLCANICAS, --
 QUE AL CONSOLIDARSE, FORMARON LAS BRECHAS PUMITICAS CONOCIDAS CON EL --
 NOMBRE DE "TEPETATE".

EN LAS SIERRAS DE LA GAVIA Y SAN ANDRES, SOLO DESTACAN LOS-
 CERROS DE SAN ANTONIO, EL CALVARIO Y JOCOTITLAN CON ALTURAS DE 3 600 Y-
 3 500 M.S.N.M. RESPECTIVAMENTE.

LA CORDILLERA NEVOLCANICA SE EXTIENDE DESDE EL OCEANO PACI-
 FICO AL GOLFO DE MEXICO, CONSTITUYENDO UNA ANCHA FAJA DE UNOS 130 KMS.-
 INICIANDOSE EN LA COSTA OCCIDENTAL DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO GRANDE -
 DE SANTIAGO A LA BAHIA DE BANDERAS, CONTINUANDOSE HASTA EL VOLCAN DE CO
 LIMA (4 303 M.S.N.M.) Y LUEGO SEGUIR APROXIMADAMENTE AL PARALELO 19° N.

COMPRENDE LOS PRINCIPALES ACCIDENTES OROGRAFICOS COMO: PICO
 DE TANCITARO (3 400 M.S.N.M.), QUINCEO (2 750 M.S.N.M.), NEVADO DE TOLU
 CA (4 558 M.S.N.M.), AJUSCO (3 937 M.S.N.M.), POPOCATEPETL (5 594 M.S.-
 N.M.) Y COFRE DE PEROTE (4 110 M.S.N.M.).

ESTA CORDILLERA QUE CIERRA POR EL SUR EL VALLE DE TOLUCA -- SIRVE DE FRONTERA A DOS REGIONES FISIOGRAFICAS DEL PAIS, CONSTITUYE UN LIMITE ALTIMETRICO Y BARRERA MERIDIONAL DEL ALTIPLANO MEXICANO, YA QUE AL SUR DE LA CORDILLERA, SE EXTIENDEN LAS CUENCAS DE LOS RIOS BALSAS -- HACIA EL SUROESTE Y PAPALOAPAN HACIA EL SURESTE EN LO GENERAL TIERRAS BAJAS. SIRVE DE LIMITE CLIMATICO TAMBIEN YA QUE LAS CARACTERISTICAS DE LAS TIERRAS ALTAS DIFIEREN DE LAS BAJAS, POR LO QUE TAMBIEN SE CONSIDERA COMO LIMITE BIOTICO.

LOS ULTIMOS ESTUDIOS DE ESTA SERRANIA DESDE EL PUNTO DE VISTA PALEOGRAFICO INDICAN QUE LA PORCION DE NUESTRO PAIS AL NORTE DE LA CORDILLERA NEOVOLCANICA TIENE NUMEROSAS RELACIONES CON NORTEAMERICA Y QUE AL SUR LOS FENOMENOS GUARDAN MAS RELACION CON LOS OBSERVADOS EN CENTROAMERICA Y LAS ANTILLAS. POR ELLO, ES ACERTADO EL CONSIDERAR A ESTA SERRANIA COMO EL LIMITE FISICO ENTRE NORTEAMERICA Y CENTROAMERICA.

EL NEVADO DE TOLUCA O XINANTECATL ES UN VOLCAN TOTALMENTE EXTINGUIDO DEL QUE QUEDAN VESTIGIOS DEL CRATER, QUE ACTUALMENTE ESTA OCUPADO POR DOS PINTORESCAS LAGUNAS, LA CIMA LLAMADA PICO DEL FRAILE TIENE 4 558 MTS. DE ALTITUD CON FLANCOS ESCARPADOS, Y LAS LAGUNAS 4 100 MTS.

LAS FALDAS ESTAN CUBIERTAS DE VEGETACION FORESTAL, PRINCIPALMENTE CONIFERAS QUE VAN REDUCIENDO SU ALTURA A PARTIR DE LOS 3 500 MTS. PARA DESAPARECER CERCA DE LAS LAGUNAS DEL LERMA A LA ELEVACION 2 570 M.S.N.M.

I.6 H I D R O G R A F I A.

LA CUENCA ALTA DEL RIO LERMA QUEDA COMPRENDIDA DENTRO DE LA REGION HIDROLOGICA QUE LA SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS (S.A.R.H.) DESIGNA CON EL NUMERO 12A LAS CORRIENTES QUE DRENAN DESDE EL PARTEAGUAS DE LA CUENCA HACIA LA PLANICIE O VALLE DE LERMA, DANDO ORIGEN CON SUS ESCURRIMIENTOS PLUVIALES AL RIO LERMA Y LAS LAGUNAS O CIENEGAS DEL MISMO NOMBRE. (FIGURA No. I.6.3.).

EL AREA DE LA CUENCA HIDROGRAFICA, CIRCUNSCRITA POR EL PARTEAGUAS TOPOGRAFICO Y EL LIMITE NORTE DE LA ZONA DE ESTUDIO, ABARCA UNA EXTENSION APROXIMADA DE 1,459 KM² EN ELLA SE ENCUENTRAN CORRIENTES QUE TIENEN COMO CARACTERISTICA GENERAL LA DE SER TORRENCIALES, CON CAUCES - MAS O MENOS DEFINIDOS QUE AL LLEGAR A LA ZONA BAJA SE DESPARRAMAN Y DISTRIBUYEN EN NUMEROSOS DRENES QUE FLUYEN AL LLEGAR A LA ZONA DE LAS LAGUNAS (VER PLANO No. I.6.4.).

PARA ESTE ESTUDIO, LA CUENCA ALTA DEL RIO LERMA SE HA DIVIDIDO EN 20 SUBCUENCAS, COMO PUEDE VERSE EN EL PLANO TITULADO HIDROGRA--FIA, DONDE APARECEN SUS AREAS DE CUENCA. A CONTINUACION SE DESCRIBEN - LAS CORRIENTES DE LA SUBCUENCA No. 1, A PARTIR DEL NEVADO DE TOLUCA Y - SIGUIENDO EL SENTIDO DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ. (VER PLANO No. I.6.4A)

ARROYO LA CIENEGA.

SE INICIA EN EL NEVADO DE TOLUCA SIGUIENDO LA DIRECCION ES-TE, PASANDO POR EL POBLADO DE STA. CRUZ, DESPUES DE RECORRER UNA DISTAN- CIA DE 12 KMS. DESCARGA A UNA PEQUEÑA LAGUNA UBICADA AL PONIENTE DEL CERRO TEPETL, A UNOS 5 KMS. DEL POBLADO DE TENANGO DE ARISTA.

EL EXEDENTE DE ESTA LAGUNA FORMA PARTE DE LOS AFLUENTES DEL RIO SANTIAGUITO, SU AREA DE CUENCA HASTA ESTA PEQUEÑA LAGUNA ES DE 30 - KMS.

RIO SANTIAGUITO.

NACE TAMBIEN EN EL NEVADO DE TOLUCA CON EL NOMBRE DE ARROYO EL ZAGUAN, SIGUE LA DIRECCION ESTE A LO LARGO DE 14 KMS. DE DESARROLLO- PASANDO AL NORTE DEL POBLADO DE SAN MIGUEL BALDERAS; A LA ALTURA DEL - POBLADO SAN JUAN DE LA ISLA Y DE SANTIAGUITO COAXUSTENCO, SU CAUSE SE - PIERDE AL LLEGAR A LAS ORILLAS DE LA PRIMERA LAGUNA DE LERMA CONOCIDA - COMO ALMOLOYA. EL AREA DE CUENCA DEL ARROYO SANTIAGUITO ES DE 29.5 KM². HASTA SU CRUCE CON LA CARRETERA TENANGO-TOLUCA.

ARROYO LAS CRUCES.

NACE TAMBIEN EN LAS FALDAS DEL NEVADO DE TOLUCA SIGUIENDO LA DIRECCION NOROESTE A LO LARGO DE 20 KMS. PASANDO POR EL POBLADO DE ZARAGOZA DE GUADALUPE Y AL NORTE DE SAN FRANCISCO PUTLA, AL LLEGAR AL CRUCE CON LA CARRETERA TENANGO-TOLUCA RECIBE EL NOMBRE DE ARROYO SANABRIA DE AQUI SE BIFURCA EN NUMEROSOS CANALES AL LLEGAR A LAS ORILLAS DE LA LAGUNA ALMOLOYA. SU AREA DE CUENCA HASTA EL POBLADO DE RAYON ES DE 25.1 KM².

ARROLLO LAS PALMAS.

SE HA DESIGNADO COMO ARROYO LAS PALMAS A UN GRUPO DE ARROYITOS QUE DESCIENDEN DE LAS FALDAS DEL NEVADO DE TOLUCA EN FORMA PARALELA A LO LARGO DE UNOS 13 KMS. DE LONGITUD Y QUE PASAN POR EL POBLADO DE CALIMAYA SIGUIENDO LA DIRECCION ESTE HASTA DESAGUAR EN LA LAGUNA ALMOLOYA SU AREA DE CUENCA HASTA LA POBLACION DE SAN ANTONIO DE LA ISLA EN SU CRUCE CON LA CARRETERA TENANGO-TOLUCA ES DE 25.8 KM².

ARROYO OJO DE AGUA.

NACE EN LAS FALDAS DEL NEVADO DE TOLUCA, SIGUIENDO LA DIRECCION NORESTE A LO LARGO DE 17 KMS., AL LLEGAR A LAS PROXIMIDADES DEL POBLADO DE CHAPULTEPEC SU CAUCE SE PIERDE EN LA PARTE BAJA EN LAS ORILLAS DE LA SEGUNDA LAGUNA DEL LERMA LLAMADA TLALTIZAPAN, SU AREA DE CUENCA HASTA LA PARTE BAJA ES DE 34.7 KM².

ARROYO ZACANGO.

NACE EN EL NEVADO DE TOLUCA SIGUIENDO LA DIRECCION NOROESTE A LO LARGO DE UN RECORRIDO DE 21 KMS. PASANDO CERCA DE LA POBLACION DE STA. MARIA NATIVITAS Y MEXICALTZINGO DONDE SU CAUCE SE PIERDE AL LLEGAR A LAS ORILLAS DE LA LAGUNA DE TLALTIZAPAN. EN LA PARTE ALTA DE SU CUENCA EN LA ELEVACION 3 500 M.S.N.M. EXISTEN ALGUNOS MANANTIALES QUE SON CAPTADOS Y CONDUCIDOS POR MEDIO DE UN PEQUEÑO ACUEDUCTO HASTA LA POBLACION DE MEXICALTZINGO, SU AREA DE CUENCA HASTA DICHA POBLACION ES DE 23.5 KM².

ARROYO AGUA BENDITA.

NACE EN EL NEVADO DE TOLUCA SIGUIENDO LA DIRECCION NOROESTE RECIBIENDO VARIOS AFLUENTES POR SU MARGEN DERECHA A LO LARGO DE 22 KMS. AL LLEGAR AL POBLADO DE SAN BARTOLOME TLALTELULCO CAMBIA A LA DIRECCION ESTE PARA DESAGUAR EN NUMEROSOS DRENES QUE RECONOCEN A LA LAGUNA DE TULTEPEC. SU AREA DE CUENCA HASTA SU CRUCE CON LA CARRETERA TENANGO-TOLUCA ES DE 45.7 KM².

ARROYO EL ARENAL.

NACE EN LAS FALDAS DEL NEVADO DE TOLUCA SIGUIENDO LA DIRECCION NOROESTE A LO LARGO DE 16 KMS. PASANDO POR EL NORTE DEL POBLADO DE SANTIAGO TLACOTEPEC EN DONDE CAMBIA A LA DIRECCION ESTE, RECIBE POR SU MARGEN DERECHA AL ARROYO CAÑON DEL RINCON A LA ALTURA DE CAPULTITLAN, - AL CRUZAR LA CARRETERA DE TENANGO-TOLUCA Y QUE PASA POR METEPEC, EL CAUCE SE PIERDE EN NUMEROSOS DRENES UNO DE LOS CUALES RECIBE EL NOMBRE DE BARRANCA DEL AHOGADO. SU AREA DE CUENCA HASTA VILLA METEPEC ES DE 28.5 KM².

ARROYO CANO.

NACE EN EL NEVADO DE TOLUCA FORMADO POR NUMEROSOS ARROYITOS SIGUIENDO LA DIRECCION NORTE A LO LARGO DE 21 KMS. DE DESARROLLO, AL LLEGAR A LAS PROXIMIDADES DE LA CIUDAD DE TOLUCA RECIBE POR SU MARGEN IZQUIERDA AL ARROYO VERDIGUEL PERDIENDOSE SU CAUCE EN LA ZONA URBANA, - SE TIENE CAPTACIONES DE MANANTIALES DENTRO DE SU CUENCA QUE SON CONDUCIDOS POR MEDIO DE PEQUEÑOS ACUEDUCTOS HASTA EL CERRO DE TLACOTEPEC Y A LA CIUDAD DE TOLUCA. SU AREA DE CUENCA HASTA DICHA CIUDAD ES DE 51.5 - KM².

ARROYO ZARCO.

EL ARROYO ZARCO NACE EN LA SIERRA DE LAS CRUCES SIGUIENDO LA DIRECCION SUR, A LO LARGO DE 12 KMS. RECIBE NUMEROSOS AFLUENTES, COMO EL RIO DE LOS AJOLOTES Y EL RIO CONCEPCION DESCARGANDO POR LA MARGEN

DERECHA DEL RIO SANTA CATARINA A LA ALTURA DE XONACATLAN, SU AREA DE CUENCA HASTA SU LIMITE CON EL ACUEDUCTO DE LERMA ES DE 51.9 KM2.

ARROYO MAYORAZGO.

NACE TAMBIEN EN LA SIERRA DE LAS CRUCES SIGUIENDO LA DIRECCION SUROESTE A LO LARGO DE 14 KMS. CUENTA CON NUMEROSOS AFLUENTES, COMO LOS ARROYOS LA CAÑADA, LA VEGA, BERNAL Y VALDES, DESCARGANDO TAMBIEN EL RIO SANTA CATARINA A LA ALTURA DE LA POBLACION DE XONACATLAN. SU AREA DE CUENCA HASTA EL ACUEDUCTO DE LERMA ES DE 54.5 KM2, CONTANDO CON VARIOS MANANTIALES EN SU PARTE ALTA ALGUNOS DE LOS CUALES SON CAPTADOS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL POBLADO DE SAN MIGUEL MIMIAPAN Y PUEBLOS VECINOS.

RIO SANTA CATARINA.

EL RIO SANTA CATARINA ES UNO DE LOS PRINCIPALES AFLUENTES DEL RIO LERMA, QUE DESCARGA POR LA MARGEN DERECHA A LA ALTURA DEL SITIO CONOCIDO COMO LA "Y" EN EL MUNICIPIO DE XONACATLAN AL NORTE DE LA ZONA DE ESTUDIO.

EL RIO SANTA CATARINA ESTA FORMADO POR LAS SUBCUENCAS 5, 6, 7 Y 8 CONSIGNADAS EN EL PLANO DE HIDROGRAFIA DE ESTE ESTUDIO, DICHAS SUBCUENCAS CORRESPONDEN A LOS PRINCIPALES APORTADORES DEL RIO SANTA CATARINA CONOCIDOS CON LOS NOMBRES DE ARROYO ZARCO, MAYORAZGO, ZOLOTEPEC Y RIO SAN LORENZO.

ARROYO ZOLOTEPEC.

NACE TAMBIEN EN LA SIERRA DE LAS CRUCES FORMADO POR VARIOS AFLUENTES COMO LOS ARROYOS DE CONEJOS, DOS RIOS Y RIO SALTO DEL AGUA, TIENE NUMEROSOS MANANTIALES EN SUS ORIGENES COMO LOS DE VILLA ALPINA; CON NUMEROSOS APROVECHAMIENTOS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA VARIOS PUEBLOS COMO SANTA MARIA ZOLOTEPEC.

EL DESARROLLO DE SU COLECTOR PRINCIPAL ES DE 20 KMS. SIGUIENDO LA DIRECCION SUROESTE. SU AREA DE CUENCA HASTA SU CONFLUENCIA CON RIO SANTA CATARINA A LA ALTURA DEL ACUEDUCTO DE LERMA ES DE 63.2 KMS.

ARROYO SAN LORENZO.

NACE EN LA SIERRA DE LAS CRUCES SIGUIENDO LA DIRECCION OESTE A LO LARGO DE 13 KMS. ESTANDO FORMADO POR VARIOS AFLUENTES COMO LOS-ARROYOS FLOR DE GALLO, DANDO Y COMALERO. SU AREA DE CUENCA HASTA LA CONFLUENCIA CON EL RIO SANTA CATARINA ES DE 53.5 KM².

ARROYO EL JILGUERO.

NACE EN LA SIERRA DE LAS CRUCES EN LAS PROXIMIDADES DEL CERRO LA CAMPANA, ESTA INTEGRADO POR NUMEROSOS AFLUENTES QUE SIGUEN LA DIRECCION OESTE A LO LARGO DE UN RECORRIDO DE 8 KMS. Y DESEMBOCA EN LA LAGUNA DE SAN BARTOLO A LA ALTURA DEL POBLADO DE SANTA MARIA ATARASQUILLO. SU AREA DE CUENCA HASTA EL ACUEDUCTO DEL LERMA ES DE 37.5 KM².

ARROYO SAN MATEO Y ARROYO SECO.

SON DOS CORRIENTES QUE NACEN EN LA SIERRA DE LAS CRUCES CERCA DEL CERRO DE LA PALMA, SIGUIENDO LA DIRECCION OESTE HASTA DESCARGAR EN LA LAGUNA DE SAN BARTOLO, CERCA DEL TUNEL DE ATARASQUILLO. SU DESARROLLO ES DE UNOS 8 KMS. CON UN AREA DE CUENCA DE 27.6 KM², SUS CAUCES SE PIERDEN EN LA PLANICIE DE NUMEROSOS DRENES AGUAS ABAJO DEL ACUEDUCTO DE LERMA.

ARROYO SALAZAR.

NACE EN LA SIERRA DE LAS CRUCES EN LAS PROXIMIDADES DEL CERRO EL ANGEL, PASANDO POR LA MARQUESA, SIGUIENDO LA DIRECCION OESTE DESPUES DE UN RECORRIDO DE 6.0 KMS., SUS AGUAS SON ALMACENADAS EN LA PRESA SALAZAR Y DE AHI CONTINUA HASTA LA LAGUNA DE SAN BARTOLO PASANDO POR LA POBLACION DE OCOYOACAC, DESPUES DE RECIBIR ALGUNOS AFLUENTES COMO EL ARROYO AGUA DE LECHUZA Y PASO DE TEJAMANILES, SU AREA DE CUENCA ES DE 37.3 KM², HASTA LA ZONA LACUSTRE.

C A P I T U L O I I

II.1 B O S Q U E J O G E O L O G I C O R E G I O N A L .

CON LA FINALIDAD DE CONOCER EL MARCO GEOLOGICO REGIONAL DE LA ZONA DE LA LAGUNA, SE RECOPILO Y ANALIZO LA INFORMACION EXISTENTE DE ESTUDIOS REALIZADOS ANTERIORMENTE, APOYANDOSE TAMBIEN EN LAS CARTAS GEOLOGICAS EDITADAS POR DETENAL HOJA TENANGO DEL VALLE E-14-A-48 ESC. -- 1:50,000 INFORMACION QUE SE ACTUALIZO Y CORROBORO CON RECORRIDOS DE -- CAMPO CON LA FINALIDAD DE CHECAR ALGUNOS PUNTOS DONDE EXISTIA DUDA.

II.2 T O P O G R A F I A .

LAS CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS DE LA CUENCA ALTA DEL RIO LERMA, DONDE QUEDA ENCUADRADA LA ZONA DE ESTUDIO, CORRESPONDE A LAS DEL VALLE DE TOLUCA, QUE SE ENCUENTRA A UNA ELEVACION MEDIA DE 2 570 M.S.N.M. Y RODEADO POR LA SIERRA DE LAS CRUCES AL ORIENTE Y POR DIVERSOS APARATOS VOLCANICOS AL SUR, DE LOS CUALES EL MAS DESTACADO ES EL NEVADO DE TOLUCA CON UNA ELEVACION DE 4 558 M.S.N.M., COMO SE MENCIONO ANTERIORMENTE EN EL TEMA CORRESPONDIENTE A OROGRAFIA.

LA PENDIENTE DE LOS TERRENOS DE LA CUENCA DEL RIO LERMA, AL CANZAN VALORES DE 6% EN LA PLANICIE Y HASTA DE UN 20% EN LAS PARTES ALTAS DE LA PORCION SURESTE DEL VALLE.

ESTA INFORMACION TOPOGRAFICA SE OBTUVO DE TRABAJOS ELABORADOS POR LA DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS DE LA COMISION NACIONAL DEL -- AGUA (C.N.A.).

II.3 G E O M O R F O L O G I A .

LA REGION ESTUDIADA ES DE ORIGEN IGNEO Y LA MAYORIA DE SUS FORMAS FISTIOGRAFICAS REFLEJAN LA PRESENCIA DE ESTRUCTURAS VOLCANICAS COMO SON: CONOS CINERITICOS, DERRAMES DE LAVA, DEPOSITOS PIROCLASTICOS Y FORMACIONES IGNEAS, OTRO ELEMENTO SIGNIFICATIVO DE LA ZONA LO CONSTITUYEN LOS MATERIALES CLASTICOS Y PIROCLASTICOS DEL TIPO DE SEDIMENTOS LACUSTRES Y MATERIAL ALUVIAL QUE SE ENCUENTRA FORMANDO LA PLANICIE DE LA-

ZONA. LOS AGENTES GEOMORFOLOGICOS SON UN REFLEJO DEL VULCANISMO JOVEN- Y DE LA EROSION FLUVIAL.

II.4 E S T R A T I G R A F I A R E G I O N A L.

EN LA ZONA ESTUDIADA AFLORAN FORMACIONES DE TIPO VOLCANICO- CONSTITUIDAS POR ROCAS ERUPTIVAS COMO: BRECHAS, TOBAS, LAVAS DE COMPO- SICION ANDESITICA DEL TERCARIO Y PRINCIPIOS DEL CUATERNARIO, LAVAS DE- COMPOSICION BASALTICAS Y TOBAS LIMOSAS QUE ACOMPAÑARON A ESTAS EMISIO- - NES. LOS ULTIMOS DEPOSITOS DATAN DEL CUATERNARIO Y ESTAN REPRESENTADAS POR MATERIALES ALUVIALES Y DEPOSITOS LACUSTRES, MISMOS QUE SE ENCUEN- - TRAN EN LA ZONA PLANA DEL VALLE.

II.5 E S T R U C T U R A S.

LA ZONA DE ESTUDIO SE LOCALIZA DENTRO DE LA PROVINCIA DEL - EJE VOLCANICO, DOMINANDO SU ORIENTACION ESTE-OESTE, DONDE SE APRECIAN - UNA SERIE DE FALLAS ESCALONADAS Y FRACTURADAS QUE ATRAVIESAN LA CUENCA- EN ESA DIRECCION, EL SISTEMA DE FRACTURAMIENTO CON RUMBO APROXIMADO SUR ESTE-NOROESTE, QUE HA PROPICIADO LA FORMACION DE SIERRAS ELEVADAS, COMO SON: LAS CRUCES EN EL LADO ORIENTAL Y EL NEVADO AL OCCIDENTE DE LA - - CUENCA DEL VALLE DE TOLUCA, FORMANDO ASI UNA DEPRESION VOLCANICA QUE DA ORIGEN A LA LAGUNA.

EL SISTEMA ESTRUCTURAL (FALLAS ESCALONADAS), MANIFIESTA UNA SERIE DE CAVERNAS SUBTERRANEAS PARCIALMENTE SELLADAS, YA QUE EN OCASIO- NES REMOTAS MUESTRAN COLAPSOS DEPRESIVOS SOBRE LA ZONA DE LA LAGUNA, -- PROVOCANDO GRANDES REMOLINOS CUANDO UNA ESTRUCTURA ENTRA EN ACTIVIDAD, - A LOS QUE COMUNMENTE SE LES NOMBRA EN LA REGION "SUMIDEROS".

C A P I T U L O I I I

I I I . 1 G E O L O G I A D E L A Z O N A D E L A L A G U N A .

CON EL FIN DE ELABORAR UN PLANO GEOLOGICO DE DETALLE DE LA LAGUNA, SE REALIZO UN RECORRIDO DE CAMPO MEDIANTE EL CUAL SE CONOCIERON LOS CONTACTOS, DE LAS DIFERENTES FORMACIONES, MISMOS QUE SE COLOCARON EN UN PLANO TOPOGRAFICO, ELABORANDOSE TAMBIEN UN PERFIL GEOLOGICO TRANSVERSAL DE LA ESTRATIGRAFIA DE LA ZONA. VER PLANOS III.1.1. Y III.1.2.

I I I . 2 E S T R A T I G R A F I A .

EN EL PLANO GEOLOGICO SE DIFERENCIARON LAS FORMACIONES QUE A CONTINUACION SE DESCRIBEN:

ROCAS BASALTICAS (B): LOS AFLORAMIENTOS DE ESTAS ROCAS EN EL AREA QUE ABARCA EL PLANO SON MUY ESCASOS Y ADEMAS SE ENCUENTRAN CUBIERTAS POR TOBAS LIMOSAS. ROCAS CONSTITUIDAS POR LAVAS Y BRECHAS QUE SE LOCALIZARON AL PIE DE LA LADERA CON PENDIENTES ESCARPADAS EN EL POBLADO DE ALMOLOYA DEL RIO, OTROS AFLORAMIENTOS DE ESTE MATERIAL SE LOCALIZAN AL SUR DE ALMOLOYA DEL RIO.

TOBAS LIMOSAS (I): ESTOS MATERIALES CUBREN PARCIALMENTE A LAS ROCAS VOLCANICAS DANDO LUGAR A LOMERIOS DE SUAVE PENDIENTE Y SON DE COLOR CAFFE AMARILLENTO. SU ESPESOR MAXIMO ES DE 10 MTS., EN LA ZONA DE JAJALPA LAS TOBAS SOBREYACEN A LAS ROCAS ANDESTITICAS.

AL SUR DE ALMOLOYA DEL RIO SOBRE LA CARRETERA RUMBO A LA MARQUESA EXISTE UN BANCO DE PRESTAMO QUE SE EXPLOTA PARA LA FORMACION DEL TERRAPLEN IMPERMEABLE.

CONOS VOLCANICOS (CV): EN LA ZONA DE ESTUDIO QUE ABARCA EL PLANO GEOLOGICO SOLO SE LOCALIZA UN CUERPO DE ESTE TIPO UBICANDOSE ENTRE ALMOLOYA DEL RIO Y SANTA CRUZ ATIZAPAN, EN ESTE CONO SE LOCALIZAN MATERIALES PIROCLASTICOS, MISMOS QUE SE EXPLOTAN PARA LA OBTENCION DE ARENA Y GRA-

VA, ESTOS MATERIALES SON DE COLOR GRIS OSCURO.

DEPOSITOS ALUVIALES (AL): ESTOS DEPOSITOS SE LOCALIZAN EN LA ZONA PLANA DEL VALLE FUERA DEL AREA QUE ABARCA LA LAGUNA Y ESTAN CONSTITUIDOS - POR ARCILLAS, LIMOS E INTERCALACIONES DE CAPAS ARENOSAS, SU ESPESOR MINIMO LLEGA A SER HASTA DE 10 MTS.

DEPOSITOS LACUSTRES (LA): ESTOS DEPOSITOS SON DE AMBIENTE LACUSTRE VOLCANICO, FORMADO POR ARENAS, ARCILLAS, LIMOS Y CENIZAS CON ALTO CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA CUYO ESPESOR VARIA HASTA LOS 30 MTS.

EN LA EPOCA DE LLUVIA EL NIVEL FREATICO SE LOCALIZO A UNA PROFUNDIDAD DE 1.0 MTS. ESTANDO EL AREA TOTALMENTE INUNDADA, LO QUE INDICA QUE ESTOS MATERIALES SE COMPORTEMEN COMO SEMI-IMPERMEABLE.

ESTOS MATERIALES SE LOCALIZARON EN TODA LA ZONA DE LA LAGUNA FORMADA POR UNA SERIE DE CUERPOS VOLCANICOS QUE DAN LUGAR A UNA CUENCA SEMI-CERRADA.

CAPITULO IV

IV.1 TRABAJOS DE EXPLORACION.

CON EL PROPOSITO DE RECOMENDAR LA SECCION ESTRUCTURAL DEL -- BORDO DE CONFINAMIENTO, SE PROCEDIO A REALIZAR LA SIGUIENTE SERIE DE TRAJOS:

- A) EXCAVACION DE SONDEOS DE POZOS A CIELO ABIERTO.
- B) DETERMINACION DE LA ESTRATIGRAFIA EN EL SITIO.
- C) DETERMINACION DE LA CAPA ESTABILIZADORA DEL NIVEL FREATICO.
- D) DRENES PARCELARIOS Y DE AGUAS NEGRAS QUE DESEMBOCAN EN LA -- LAGUNA.

IV.2 DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS DE EXPLORACION.

DURANTE EL RECORRIDO PERIMETRAL DE LA ZONA A CONFINAR SE DETECTO QUE LA OBRA SE DESPLANTARIA EN AREAS TOTALMENTE SATURADAS O INUNDADAS; ESTO PARA EVITAR CONFLICTOS DE TIPO SOCIAL CON LOS CAMPESINOS QUE -- TRABAJAN LOS TERRENOS ALEDAÑOS A LA ZONA DEL PROYECTO.

EL ESPESOR DEL TERRENO VEGETAL VARIA HASTA LOS 0.60 MTS. DEBIDO A QUE LA ZONA DEL PROYECTO SE ENCUENTRA EN UNA CUENCA SEMICERRADA, -- A LA VEZ QUE LA MAYOR PARTE DE SEDIMENTOS QUE LLEGAN SON DE TIPO ORGANICO AUMENTANDO ASI EL ESPESOR DE TIERRA VEGETAL.

LA DETERMINACION DE LA CAPA ESTABILIZADORA DEL NIVEL FREATICO NO SE DETECTO, DEBIDO A LAS EMANACIONES DE AGUA A TRAVES DEL TERRENO, YA QUE A UNA PROFUNDIDAD PROMEDIÓ DE 60 A 70 CMS. EMPLEZA A AFLORAR EL -- AGUA SIENDO ESTO, PRODUCTO DEL TERRENO SATURADO.

LA EXCAVACION DE LOS POZOS A CIELO ABIERTO SE REALIZO DE FORMA MECANICA UTILIZANDO EL BRAZO DE UNA RETROEXCAVADORA JUMBO, ESTOS SONDEOS SE REALIZARON HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 4.00 MTS.

EL HECHO DE CONOCER LOS DRENES PARCELARIOS Y LOS DRENES DE -- AGUAS NEGRAS, FUE CON EL PROPOSITO DE PROYECTAR OBRAS PROVISIONALES PARA QUE NO OBSTRUYERAN SU FUNCIONAMIENTO ACTUAL Y PERMITIERAN CONTINUAR CON-- EL AVANCE DE LA OBRA.

LOS DRENES PARCELARIOS TIENEN CARACTERISTICAS PROMEDIO DE -- 2.00 MTS. ANCHO Y HASTA DE 2.50 MTS. DE PROFUNDIDAD Y LONGITUD VARIABLE-- HASTA DE 1 KM. ESTOS DRENES FUERON EL PRODUCTO DEL TRABAJO DE LOS CAMPE-- SINOS Y SE EXCARVARON CON EL PROPOSITO DE EVITAR INUNDACIONES QUE PERJU-- DICARAN SUS AREAS DE CULTIVO. LA UBICACION DE ESTOS DRENES ES BASTA, YA QUE EN TIEMPOS ANTERIORES LOS MISMOS CAMPESINOS TRATARON DE GANAR TIERRA SOBRE LA ZONA DE LA LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO, CON LA FINALIDAD DE TRA-- BAJARLA.

EN CUANTO A LOS CANALES O DRENES DE AGUAS NEGRAS QUE DESCAR-- GAN EN LA LAGUNA, ESTOS SON PRODUCTO DEL CRECIMIENTO DESMESURADO EN LAS-- ZONAS POBLADAS, SIN MADURAR LOS CRITERIOS BASICOS PARA EVITAR LA CONTAMI-- NACION, CON LAS DESCARGAS DE AGUAS NEGRAS HACIA LA LAGUNA.

IV.3 METODOS INDIRECTOS.

IV.3.1 GEOFISICA ELECTRICA.

EL EQUIPO UTILIZADO FUE UN GRADIOMETRO DIFERENCIAL DE ALTA -- SENSIBILIDAD, EL METODO GEOELECTRICO APLICADO FUE EL DE RELACIONES DE -- CAIDAS DE POTENCIAL R.C.P. ESCOGIENDO PARA SU APLICACION, EL ARREGLO DE-- ELECTRODOS EN CAMPO, DENOMINADO "WENNER-NEUMANN-LEE" CON EL QUE ES PO-- SIBLE UNA ADECUADA PRECISION EN LAS LECTURAS, LOS INCREMENTOS DE LA PRO-- FUNDIDAD FUERON DE 6 EN 6 MTS. HASTA LLEGAR A LOS 90 MTS. Y APARTIR DE -- ESTOS SE CONTINUO DE 9 EN 9 MTS. HASTA LA PROFUNDIDAD DE 144 MTS.

IV.3.2 RESULTADOS DE LOS SONDEOS GEOELECTRICOS.

EL SONDEO No. 1 SE LOCALIZA A 500 MTS. AL OESTE DEL CENTRO DE ALMOLOYA DEL RIO; LA GRAFICA PROMEDIO DE R.C.P. INDICA SUELOS ARCILLOSOS-ARENOSOS Y AGLOMERADOS HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 25 MTS. CONTINUANDO HASTA EL FI-- NAL DEL REGISTRO 144 MTS. EN FORMACION BASALTICA, POR LA PROXIMIDAD DEL-- CERRO EN EL CUAL SE ASIENTA ALMOLOYA DEL RIO (PLANO No. IV.3.2-A).

EL SONDEO No. 2 SE LOCALIZA A 700 MTS. HACIA EL SURESTE DEL SITIO ANTE-- RIOR, INDICANDO MATERIAL DE RELLENO INESTABLE HASTA 15 MTS. SIGUIENDO -- HASTA 133 MTS. EN MATERIAL BASALTICO.

EL SONDEO No. 3 SE LOCALIZA ENTRE EL 1 Y 2, CON PROFUNDIDAD HASTA DE -- 162 MTS. REPORTANDO DE 0 A 20 MTS. MATERIAL INESTABLE QUE SON RELLENOS -- LACUSTRES, DE LOS 20 MTS. EN ADELANTE SE DETERMINARON COLADAS DE BASALTO.

EL SONDEO No. 4 DESARROLLADO EN LA PARTE ORIENTAL DEL PROYECTO CON PRO-- FUNDIDAD DE 144 MTS. DETECTANDO DE 0 A 15 MTS. MATERIAL ARCILLO-ARENOSO, CONTINUANDO DE LOS 15 A 144 MTS. ROCA BASALTICA.

EL SONDEO No. 5 SE REALIZO AL SURESTE DEL PROYECTO CON PROFUNDIDAD DE-- 135 MTS. DETECTANDO MATERIAL LACUSTRE INESTABLE HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 50 MTS. CONTINUANDO EN MATERIAL VOLCANICO (BASALTO).

EL SONDEO No. 6 SITUADO A 100 MTS. AL OESTE DEL No. 5, SE ENCONTRARON-
SUELOS LIMOSOS CON PROFUNDIDAD MAXIMA DE 15 MTS. CONTINUANDO EN TOBAS Y-
AGLOMERADOS A SU MAXIMA PROFUNDIDAD QUE ES DE 150 MTS.

EL SONDEO No. 7 REALIZADO A 150 MTS. AL OESTE DEL No. 6, EN EL QUE SE-
DETECTO 20 MTS. DE RELLENO LACUSTRE, COMPUESTO POR MATERIAL ARCILLO- - -
ARENOSO SATURADO, SUBYACIENDO A ESTOS; TOBAS, AGLOMERADOS Y MATERIALES-
PIROCLASTICOS SIN LLEGAR A DETECTAR ROCA FIRME.

EL SONDEO No. 8 ESTE SONDEO SE CORRIO EN LA PARTE SUR DEL PROYECTO, TO
DO EL CORTE INFORMA MATERIAL DE RELLENO LACUSTRE SATURADO.

EL SONDEO No. 9 ESTE SE APLICO EN LA PARTE SUROESTE REPORTANDO TAMBIEN
DEPOSITOS LACUSTRES INESTABLES Y SATURADOS (VER PLANO DE LOCALIZACIONES-
Nos. IV.3.2-A Y IV.3.2.1.).

EL RESULTADO DE LOS SONDEOS, CONCRETA QUE NO SE PUEDE DES- -
PLANTAR LA CIMENTACION SOBRE ROCA FIRME (BASALTOS), DEBIDO A LA PROFUNDI-
DAD A LA QUE SE ENCUENTRA A LA VEZ DE QUE ESTA CUBIERTA POR GRANDES ESPE-
SORES DE MATERIALES INESTABLES Y SATURADOS TOTALMENTE.

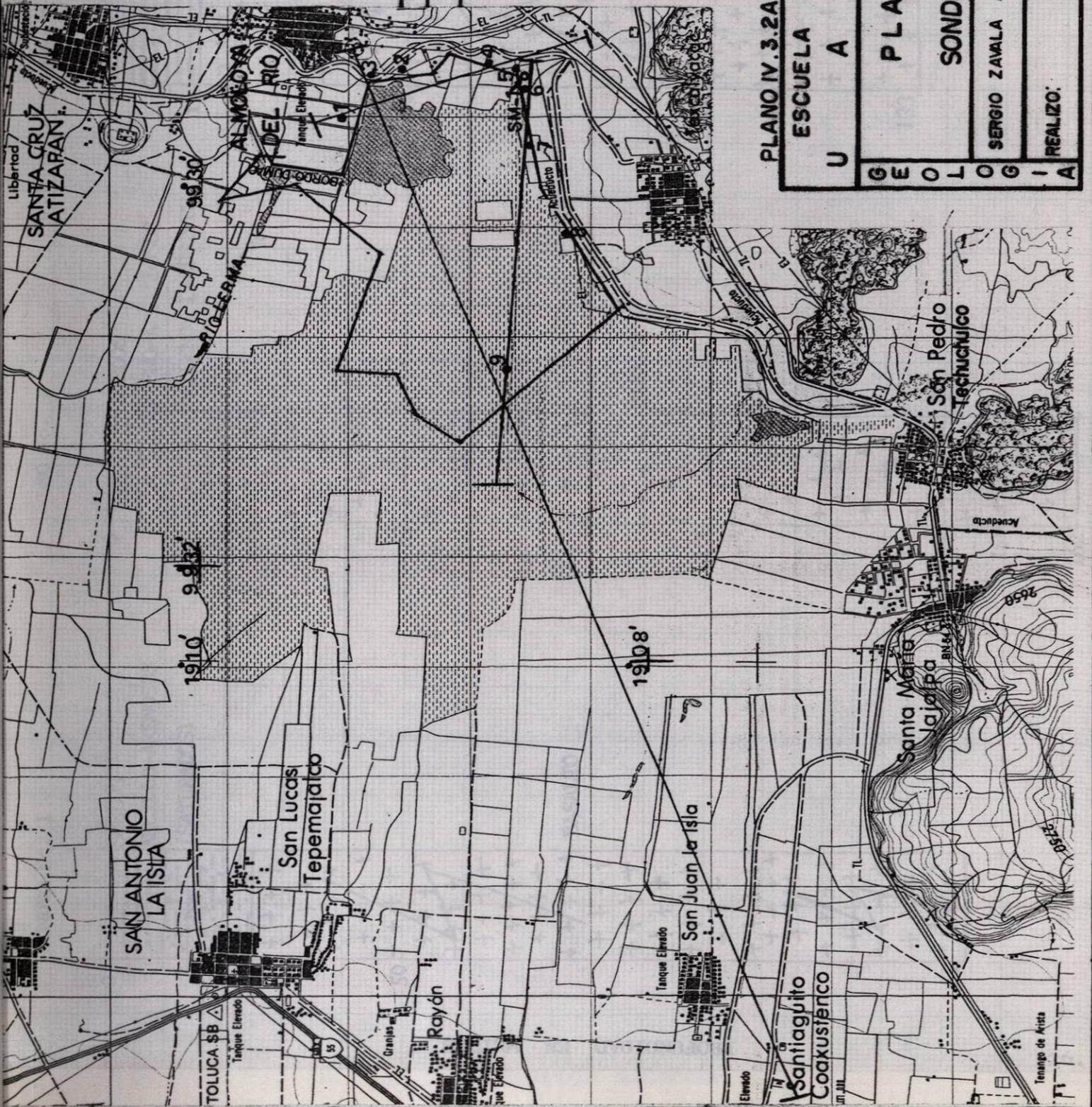
DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS GEOLOGICAS QUE PRESENTA EL-
SUBSUELO Y CON EL APOYO DE LOS PERFILES GEOLOGICOS DE LOS SONDEOS GEO- -
ELECTRICOS, SE CONCRETO, QUE PARA LA CONSTRUCCION DEL BORDO, SERIA ME- -
DIANTE LA FORMACION DE UNA ESTRUCTURA FLOTANTE DE LA CUAL SE PROYECTARIA
DE FORMA MECANICA, DESDE LA CIMENTACION, HASTA EL DESPLANTE DEL TERRA- -
PLEN IMPERMEABLE, CONSIDERANDO ASI LA CAPTACION Y USO DE LAS PERDIDAS --
POR INFILTRACION POR ABAJO DE LA CIMENTACION.



SIMBOLOGIA:

- Sondeo Geoelectrico ●
- Sondeo Mixto SM-1 ○
- Línea de sección

ESC. 1:50 000



PLANO IV.3.2A

ESCUELA DE INGENIERIA

U A S L P

**PLANO DE LOCALIZACION
DE
LOS
SONDEOS EXPLORATORIOS**

SERGIO ZAVALA A. TRABAJO RECEPTIONAL

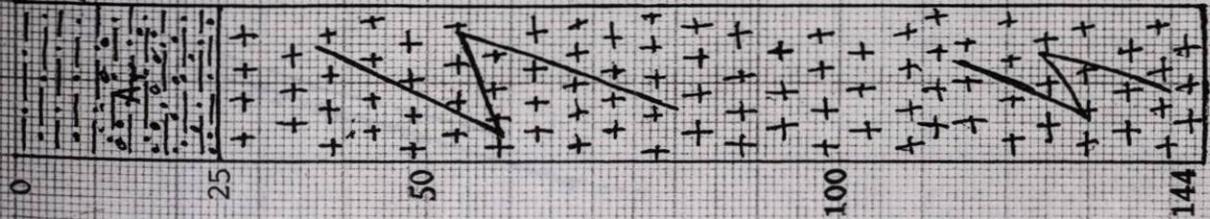
REALIZO:

APROBO:

FECHA: 1993

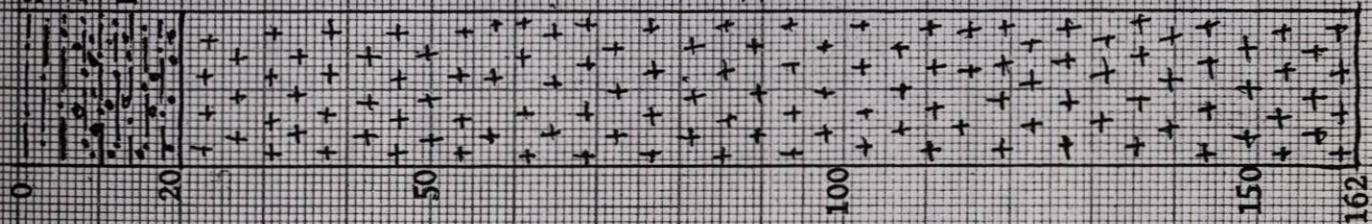
SONDEO No. 1

SUELOS
ARCILLO-ARENOSOS
(SATURADOS)



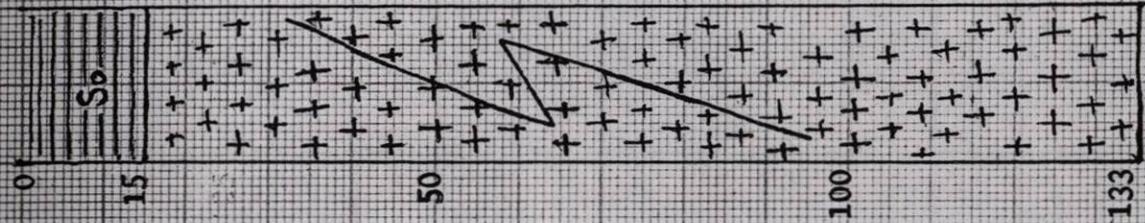
SONDEO No. 3

SUELOS
ARENO-ARCILLOSOS
RELLENOS LACUSTRES



SONDEO No. 2

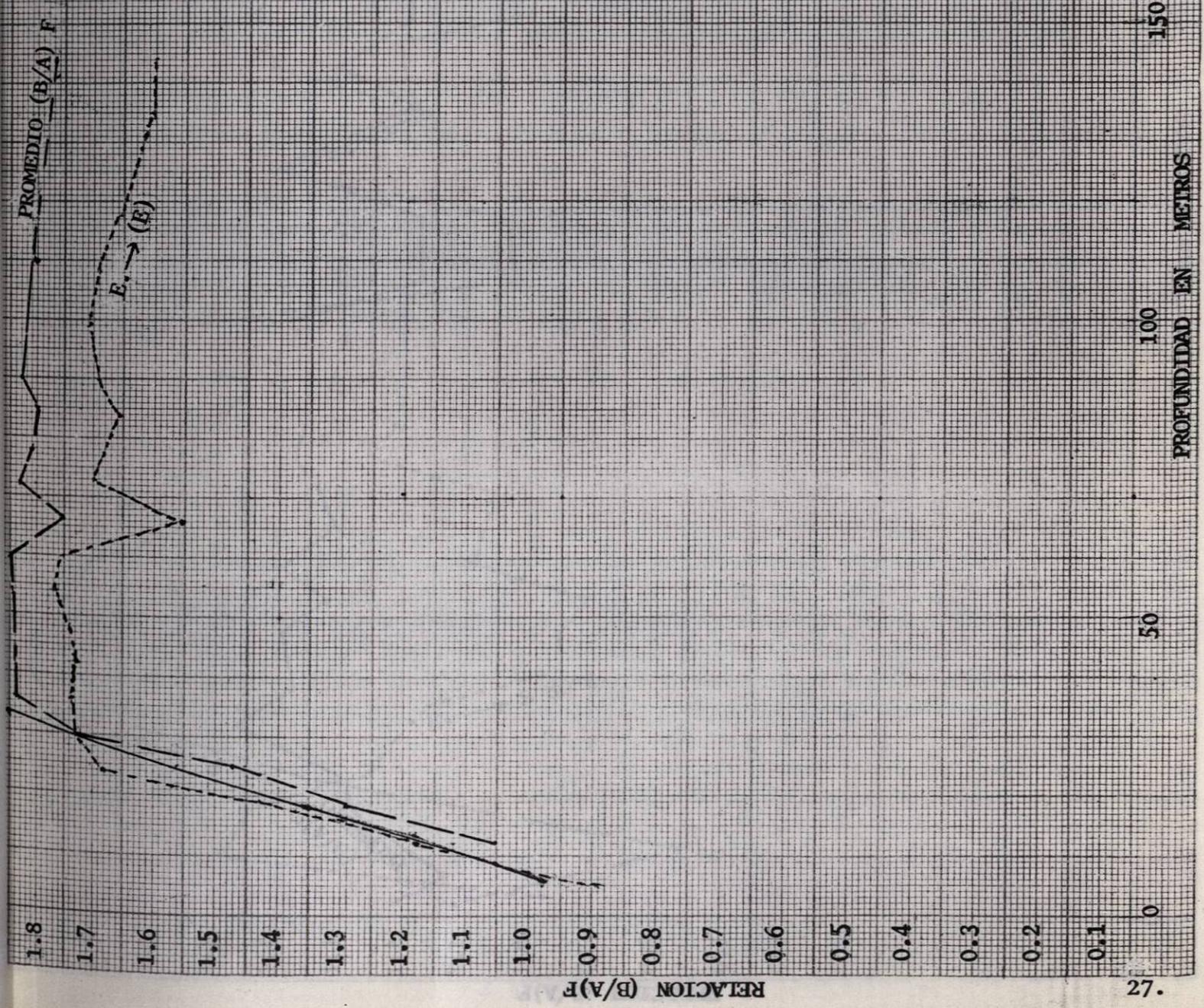
ARCILLAS
Y LIMOS ORGANICOS.



PROFUNDIDAD EN METROS

ESC. { H. 1:1000
V. 1cm.=0.1 de R.

2a. VARIANTE
M=3
F=2



GRAFICA DE R.C.P.

LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO.
MUNICIPIO DE ALMOLOYA DEL RIO,
EDO. DE MEXICO.

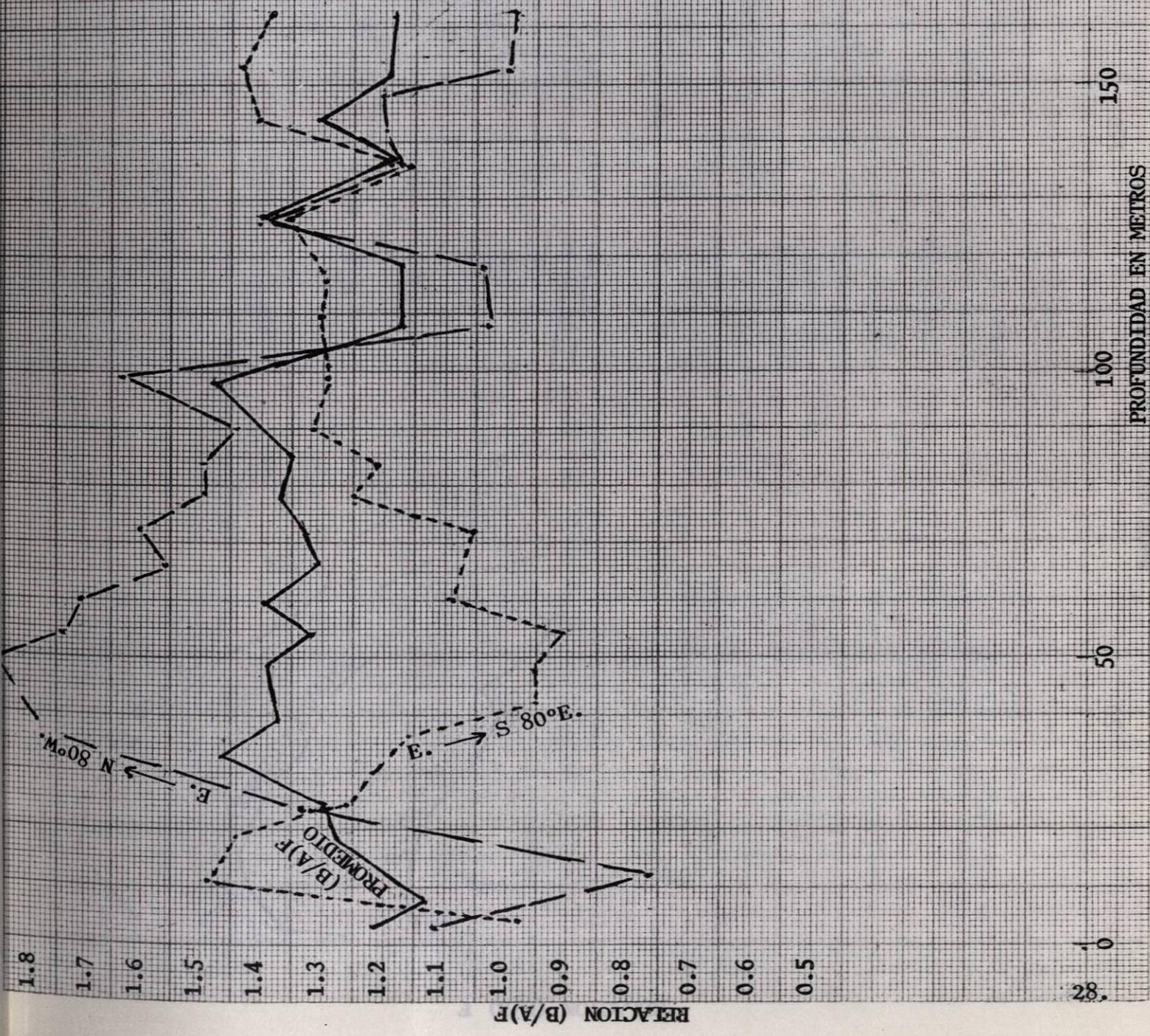
H. 1:1000

ESC. V. 1cm.=0.1 de R.

2a. VARIANTE

M=3

F=2



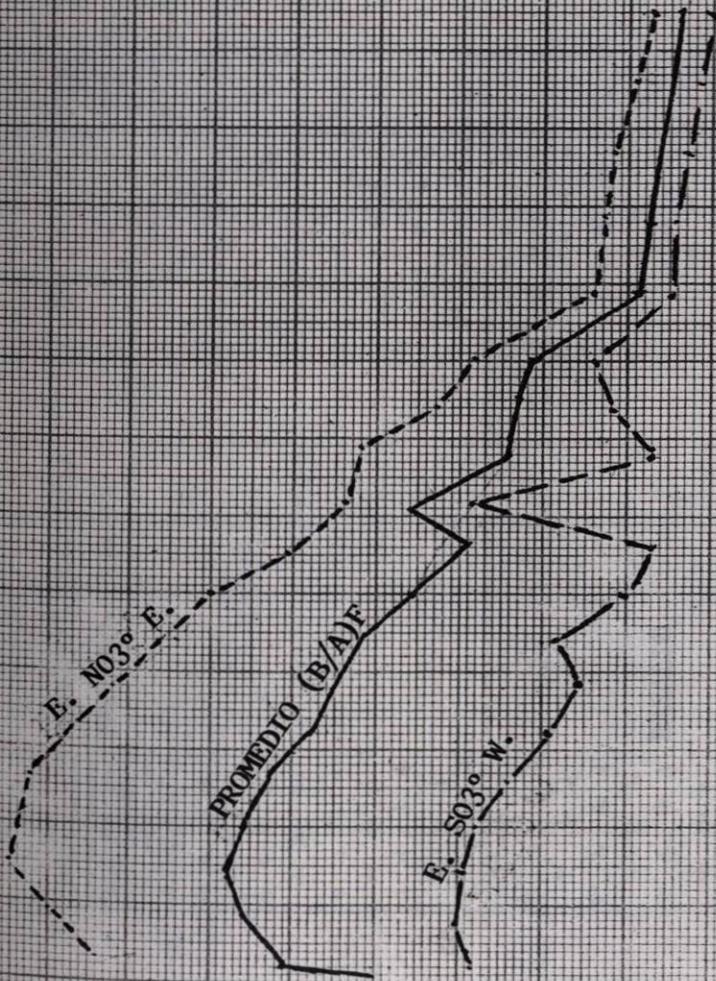
GRAFICA DE R.C.P.

LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO.

MONICIPIO DE ALMOLOYA DEL RIO.

ESC. H 1:100

V 1cm. = 0.1 de R.



REIACION (B/A) F

50

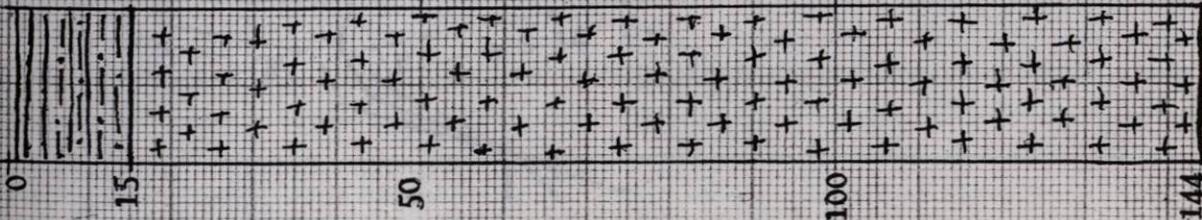
100

150

PROFUNDIDAD EN METROS

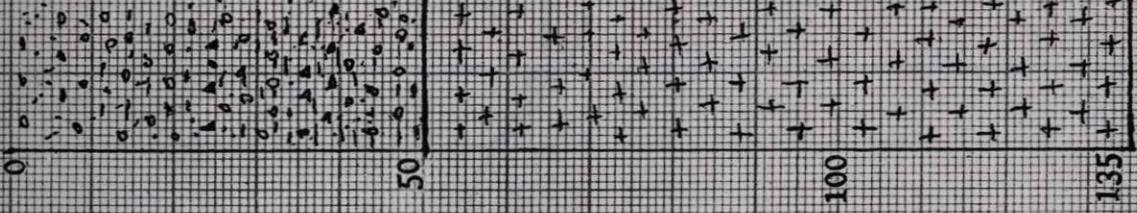
SONDEO No. 4

MATERIAL ORGANICO
ARCILLO-ARENOSO



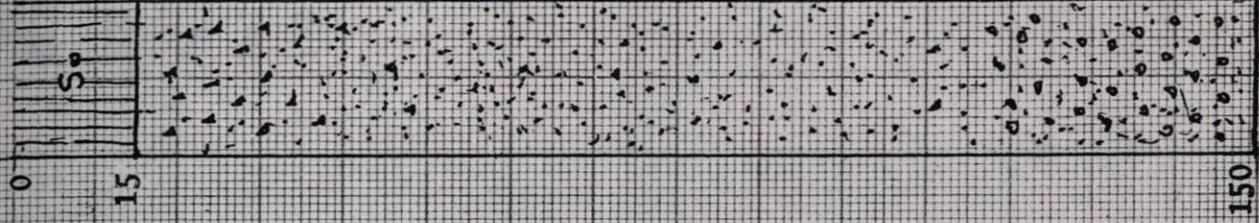
SONDEO No. 5

MATERIAL LACUSTRE
INESTABLE ARENAS,
GRAVILLAS SATURADAS



SONDEO No. 6

SUELOS LIMOSOS

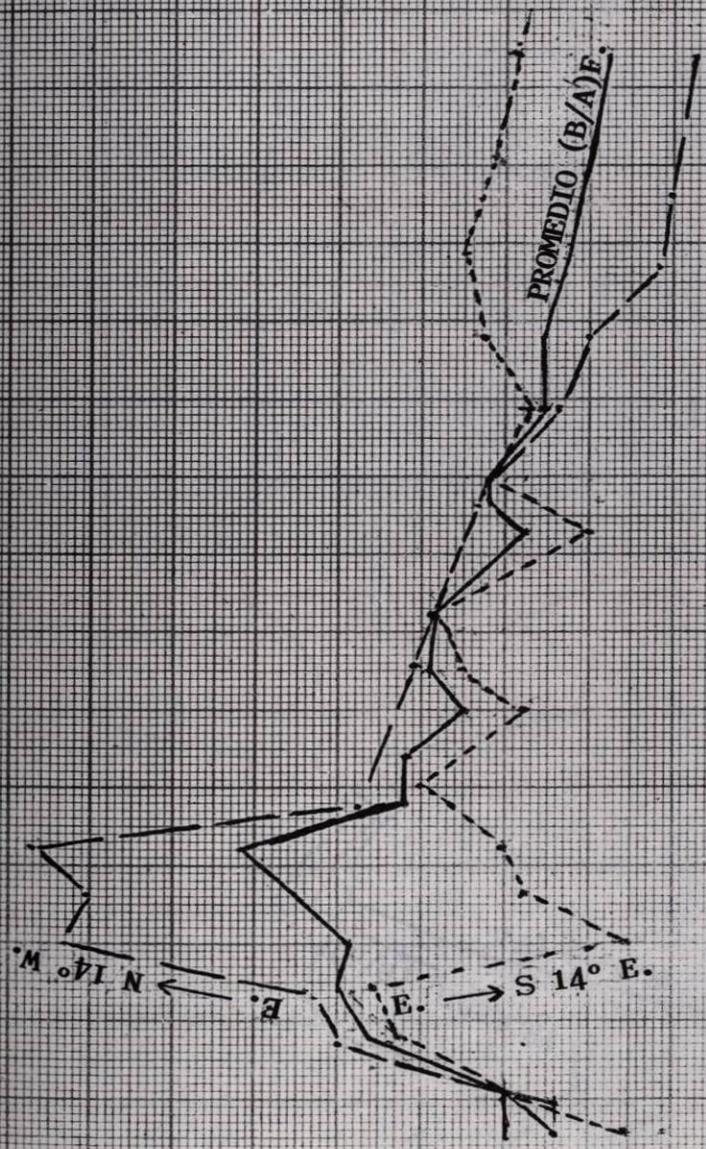


PROFUNDIDAD EN METROS

GRAFICA DE R.C.P.
LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO.
MUNICIPIO. DE ALMOLOYA DEL RIO,
ESTADO DE MEXICO.

ESC. H. 1:1000
V. 1cm.=0.1 de R.

2a. VARIANTE
M=3
F=2



200

150

100

50

0

PROFUNDIDAD EN METROS

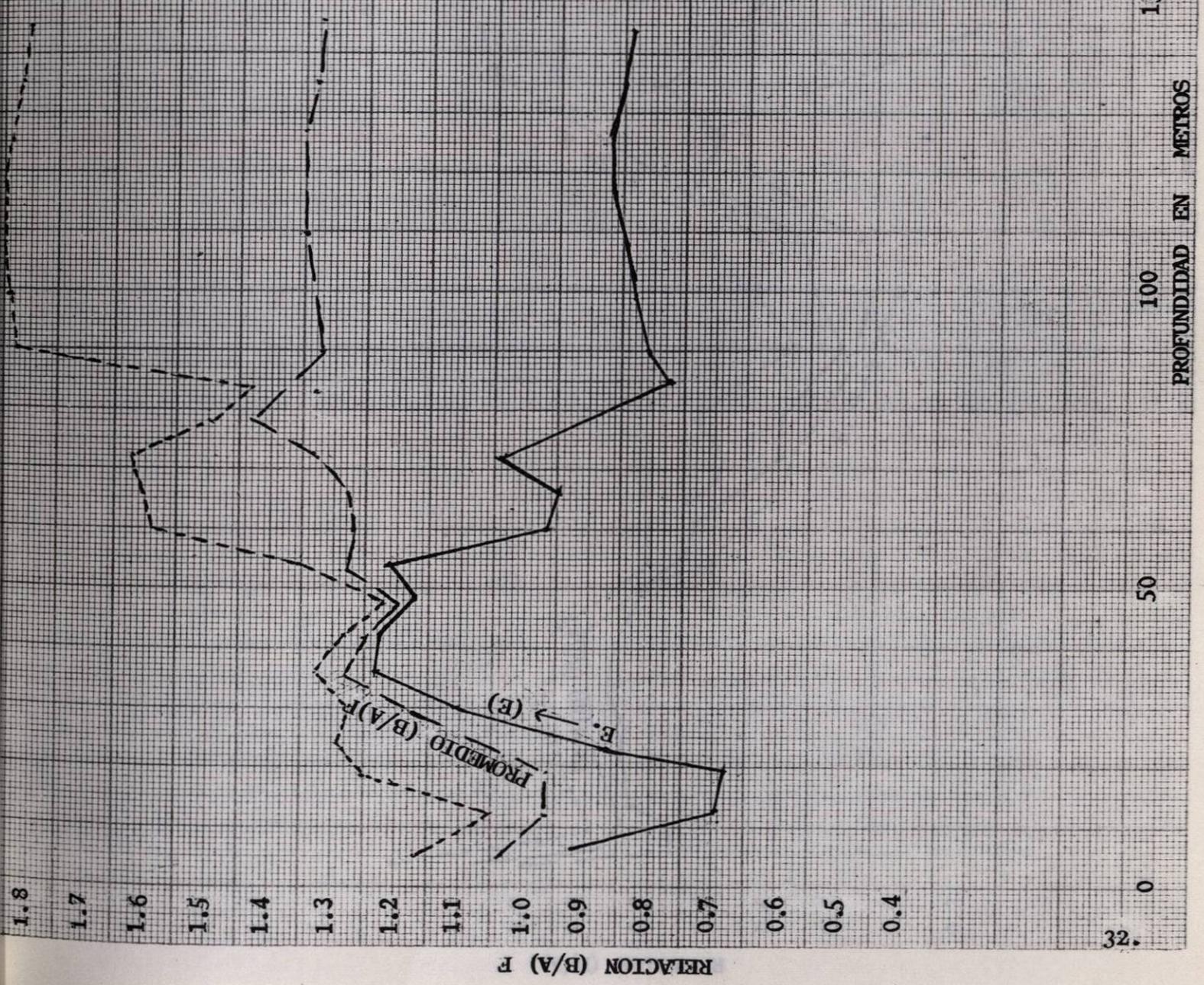
RACION (B/A) P

31

GRAFICA DE R.C.P.
LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO,
MUNICIPIO DE ALMOLOYA DEL RIO,
ESTADO DE MEXICO.

H. 1:1000
V. 1cm.=0.1 de R.

2a. VARIANTE
M=3
F=2



H. 1:1000

ESC. V. 1cm.=0.1 de R.

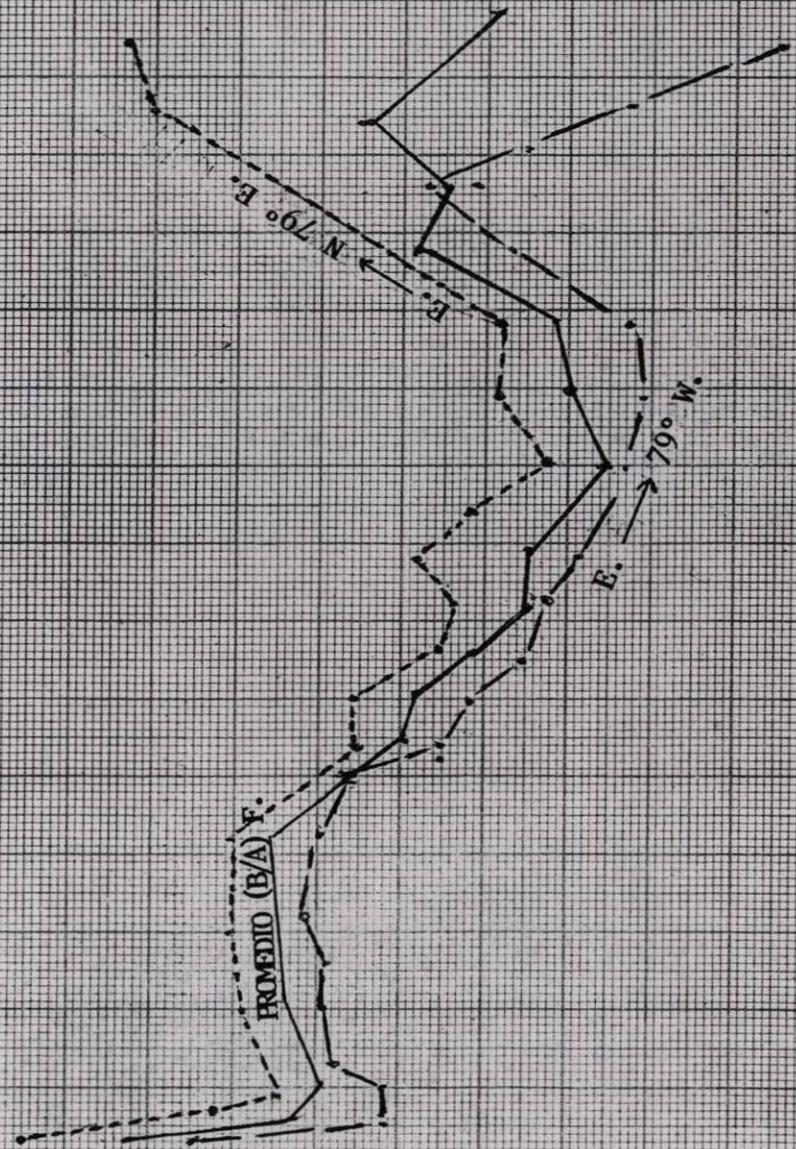
2a. VARIANTE

M=3

F=2

1.8
1.7
1.6
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3

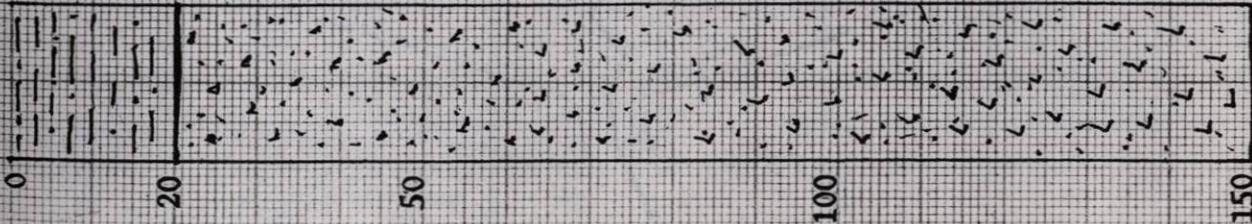
RELACION (B/A) F



PROFUNDIDAD EN METROS

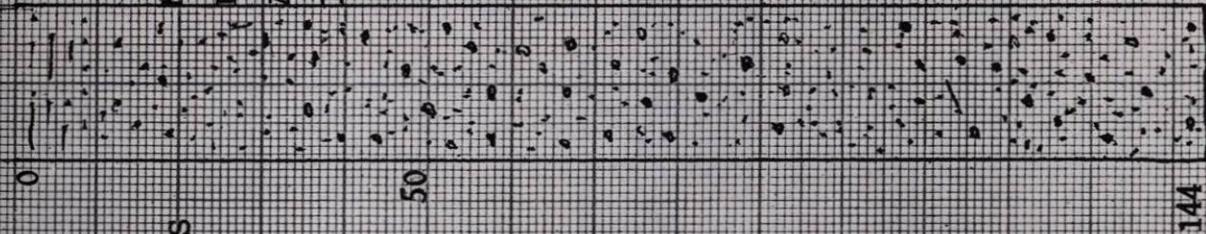
0 50 100 150 200

SONDEO No. 7



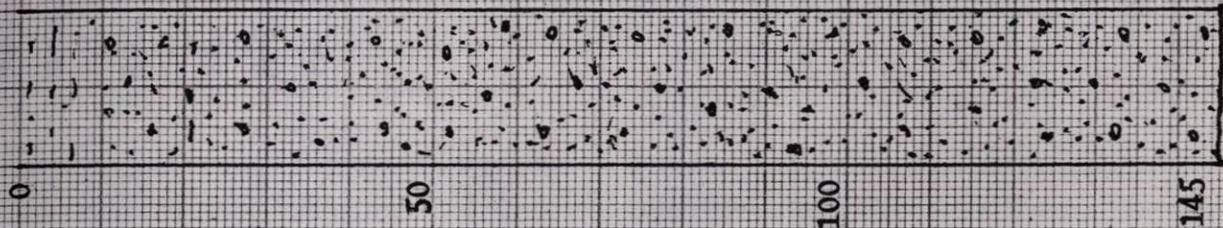
MATERIAL
ARCILLO-ARENOSO
SATURADO
MATERIALES PIROCLASTICOS
TOBAS Y AGLOMERADOS

SONDEO No. 8



MATERIAL
DE RELLENO LACUSTRE
ARENAS Y ARCILLAS
INESTABLES Y SATURADOS

SONDEO No. 9

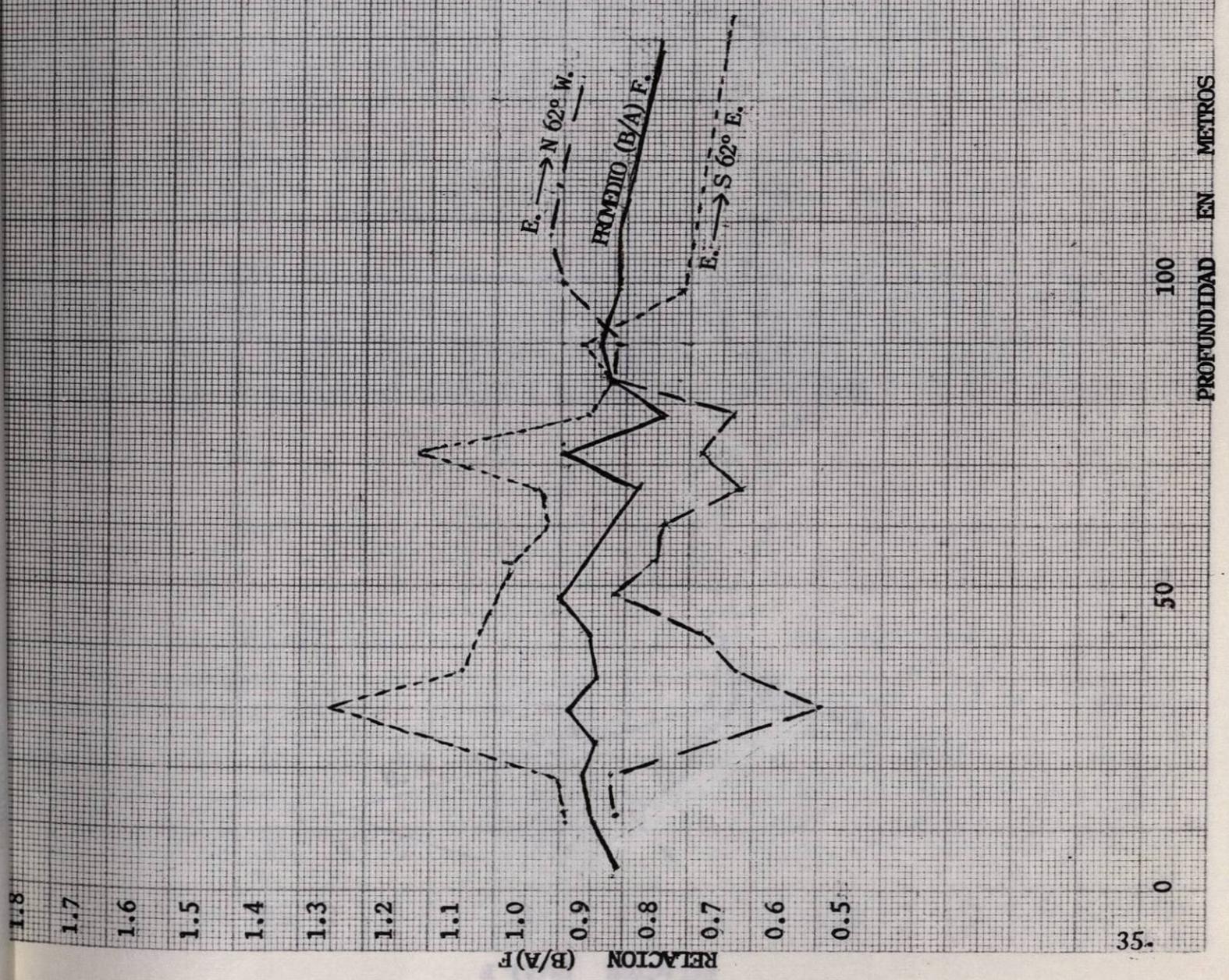


PROFUNDIDAD EN METROS

GRAFICA DE R.C.P.
LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO,
MUNICIPIO DE ALMOLOYA DEL RIO,
ESTADO DE MEXICO

H 1:1000
V 1cm=0.1 de R.

2a. VARIANTE
M=3
F=2



GRAFICA DE R.C.P.

LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO.

MUNICIPIO DE ALMOLOYA DEL RIO,

ESTADO DE MEXICO.

H 1:1000

ESC. V 1cm.=0,1 de R.

2a. VARIANTE

M=3

F=2

1.8

1.7

1.6

1.5

1.4

1.3

1.2

1.1

1.0

0.9

0.8

0.7

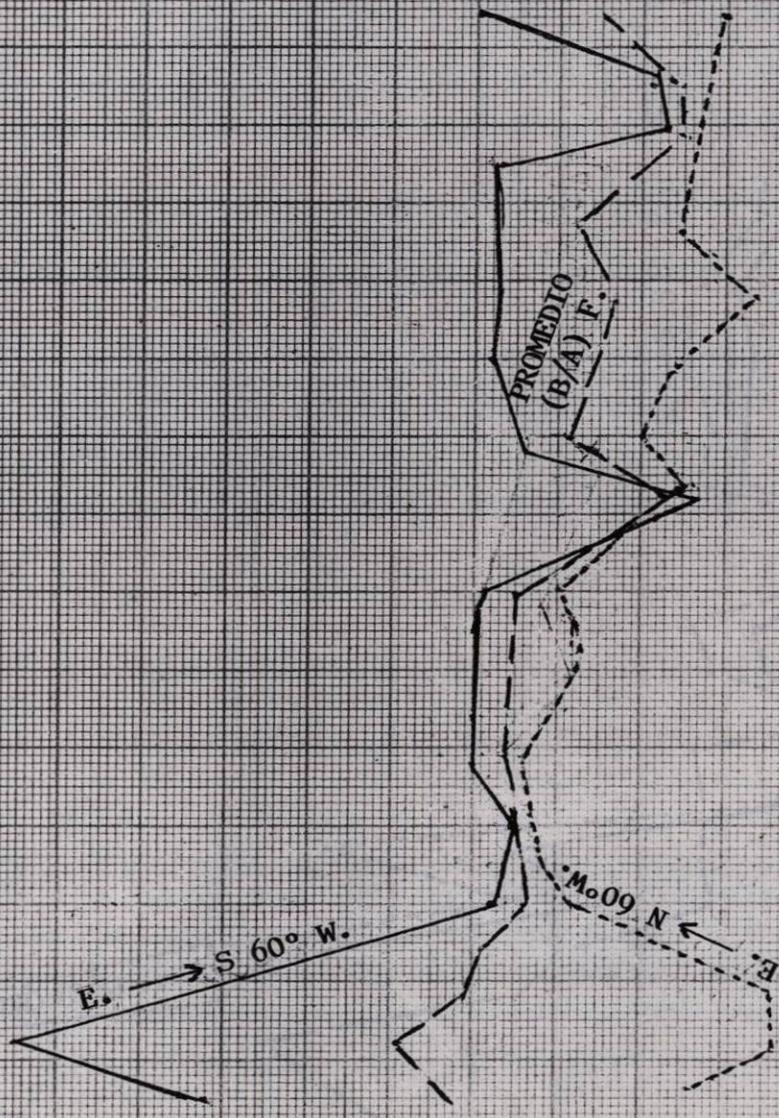
0.6

0.5

0.4

0.3

REACCION (B/A) F



36.

50

100

150

200

PROFUNDIDAD EN METROS

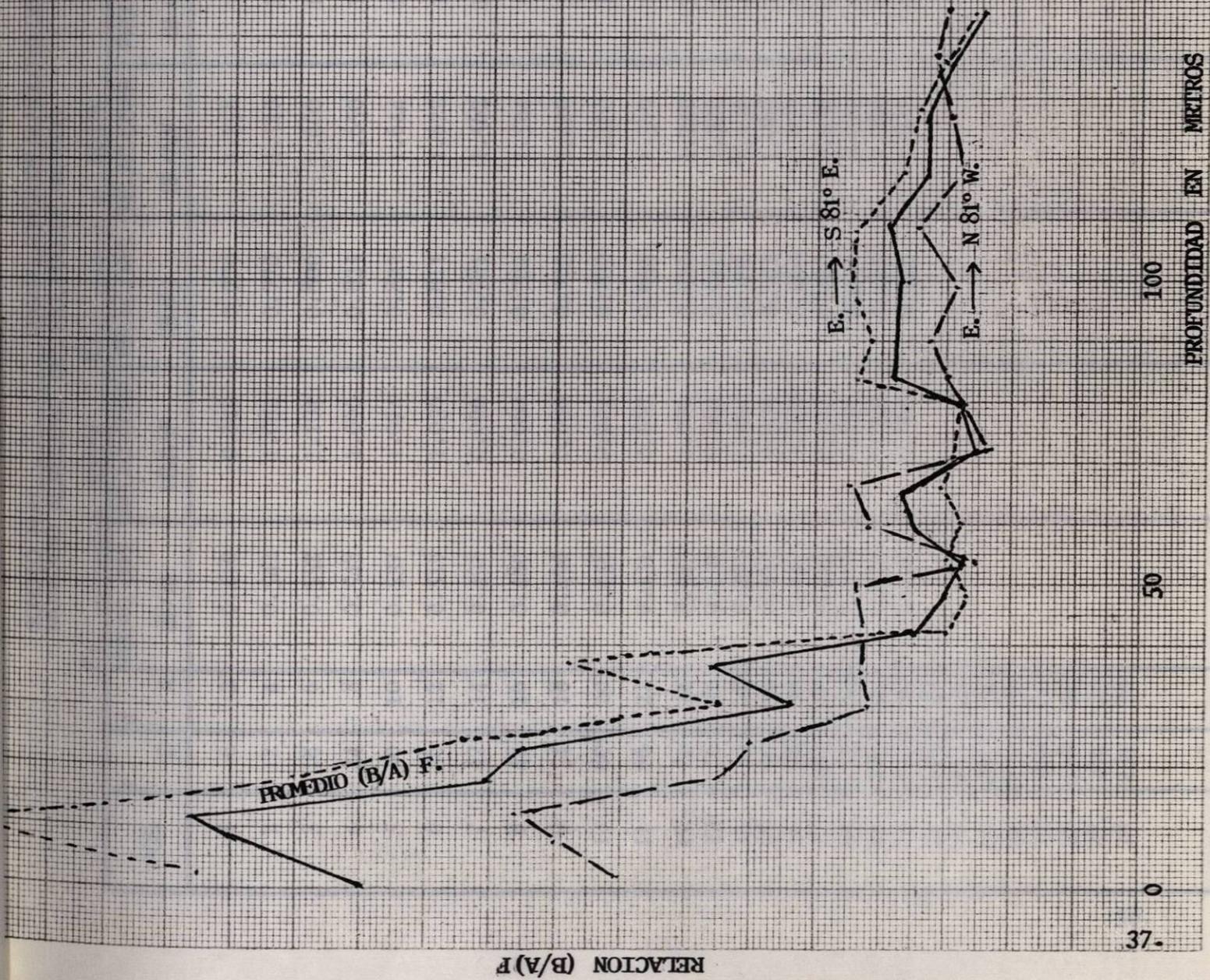
GRAFICA DE R.C.F.

LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO.

MUNICIPIO DE ALMOLOYA DEL RIO.

ESC. H:1:100

V 1cm. = 0.1 de R.



POS.	RELAC. OBS.		RELAC. CORR.		RELAC. OBS.		RELAC. CORR.		PROMEDIO (B / A) F	OBSERVACIONES
	C	A	(B/A)	(B/A) F	(B/A)	(B/A) F	(B/A) F			
1	6	2	0.410	0.820	0.779	1.558	1.189	R_E ——— E_2 =		
2	12	4	0.542	1.084	0.770	1.540	1.312	M ——— =		
3	18	6	0.552	1.104	0.800	1.600	1.352	E_2 ——— $N 84^{\circ}W$		
4	24	8	0.548	1.096	0.825	1.650	1.373			
5	30	10	0.537	1.074	0.822	1.644	1.359			
6	36	12	0.518	1.036	0.811	1.622	1.329			
7	42	14	0.498	0.996	0.781	1.562	1.279			
8	48	16	0.480	0.960	0.762	1.524	1.242			
9	54	18	0.490	0.980	0.723	1.446	1.213			
10	60	20	0.458	0.904	0.700	1.400	1.152			
11	66	22	0.431	0.862	0.655	1.310	1.086			
12	72	24	0.543	1.086	0.620	1.240	1.163			
13	78	26	0.431	0.862	0.610	1.220	1.041			
14	84	28	0.461	0.922	0.568	1.136	1.029			
15	90	30	0.468	0.936	0.544	1.088	1.012			
16	99	33	0.420	0.840	0.469	0.938	0.889			
17	108	36	0.422	0.844	0.465	0.930	0.887			
18	117	39	0.418	0.836	0.456	0.912	0.874			
19	126	42	0.410	0.820	0.447	0.894	0.857			
20	135	45	0.400	0.800	0.439	0.878	0.839			
21	144	48								
22	153	51								
23	162	54								
24	171	57								
25	180	60								
26	198	66								
27	216	72								
28	234	78								

REALIZO ING. A. V. G.

E1 → N03°E E1 → S03°W

POS.	r	c	a	RELAC. OBS. (B/A)	RELAC. CORR. (B/A)F	RELAC. OBS. (B/A)	RELAC. CORR. (B/A)F	PROMEDIO (B/A)F	OBSERVACIONES
1	6	2	0.410	0.820	0.779	1.558	1.189	$R_E = E_2$	
2	12	4	0.542	1.084	0.770	1.540	1.312	$M =$	
3	18	6	0.552	1.104	0.800	1.600	1.352	$E_2 = N 84^\circ W$	
4	24	8	0.548	1.096	0.825	1.650	1.373		
5	30	10	0.537	1.074	0.822	1.644	1.559		
6	36	12	0.518	1.036	0.811	1.622	1.329		
7	42	14	0.498	0.996	0.781	1.562	1.279		
8	48	16	0.480	0.960	0.762	1.524	1.242		
9	54	18	0.490	0.980	0.723	1.446	1.213		
10	60	20	0.458	0.904	0.700	1.400	1.152		
11	66	22	0.431	0.862	0.655	1.310	1.086		
12	72	24	0.543	1.086	0.620	1.240	1.163		
13	78	26	0.431	0.862	0.610	1.220	1.041		
14	84	28	0.461	0.922	0.568	1.136	1.029		
15	90	30	0.468	0.936	0.544	1.088	1.012		
16	99	33	0.420	0.840	0.469	1.938	1.889		
17	108	36	0.422	0.844	0.465	0.930	0.887		
18	117	39	0.418	0.836	0.456	0.912	0.874		
19	126	42	0.410	0.820	0.447	0.894	0.857		
20	135	45	0.400	0.800	0.439	0.878	0.839		
21	144	48							
22	153	51							
23	162	54							
24	171	57							
25	180	60							
26	198	66							
27	216	72							
28	234	78							

POS.	r		a		RELAC. OBS.	RELAC. CORR.	RELAC. OBS.	RELAC. CORR.	PROMEDIO	OBSERVACIONES
	C	A	C	A	(B/A)	(B/A)/F	(B/A)	(B/A)/F	(B/A)/F	
1	6	2	0.758	1.516	0.512	1.024	0.512	1.024	1.270	R _E ——— E ₂ =
2	12	4	0.405	0.810	0.770	1.540	0.770	1.540	1.175	M ——— =
3	18	6	0.569	1.138	0.745	1.490	0.745	1.490	1.314	E ₂ ——— N 76°W
4	24	8	0.698	1.396	0.650	1.300	0.650	1.300	1.348	
5	30	10	0.800	1.600	0.632	1.264	0.632	1.264	1.432	
6	36	12	0.912	1.824	0.600	1.200	0.600	1.200	1.512	
7	42	14	0.923	1.846	0.500	1.000	0.500	1.000	1.423	
8	48	16	0.933	1.866	0.500	1.000	0.500	1.000	1.433	
9	54	18	0.893	1.786	0.478	0.956	0.478	0.956	1.371	
10	60	20	0.878	1.756	0.570	1.140	0.570	1.140	1.448	
11	66	22	0.800	1.600	0.558	1.116	0.558	1.116	1.358	
12	72	24	0.829	1.658	0.550	1.100	0.550	1.100	1.379	
13	78	26	0.771	1.542	0.652	1.304	0.652	1.304	1.423	
14	84	28	0.772	1.544	0.632	1.264	0.632	1.264	1.404	
15	90	30	0.746	1.492	0.685	1.370	0.685	1.370	1.431	
16	99	33	0.845	1.690	0.672	1.344	0.672	1.344	1.517	
17	108	36	0.544	1.088	0.680	1.360	0.680	1.360	1.224	
18	117	39	0.548	1.096	0.670	1.340	0.670	1.340	1.228	
19	126	42	0.734	1.468	0.700	1.400	0.700	1.400	1.434	
20	135	45	0.622	1.244	0.600	1.200	0.600	1.200	1.222	
21	144	48	0.629	1.258	0.728	1.456	0.728	1.456	1.357	
22	153	51	0.518	1.036	0.718	1.436	0.718	1.436	1.236	
23	162	54	0.512	1.024	0.714	1.428	0.714	1.428	1.226	
24	171	57								
25	180	60								
26	198	66								
27	216	72								
28	234	78								

REALIZO ING. A. V. G.

E1 → N80°W E1 → S80°E

POS.	r	C	a	A	E1		E1		PROMEDIO (B /A/ F)	OBSERVACIONES
					RELAC. OBS. (B/A)	RELAC. CORR. (B/A) F	RELAC. OBS. (B/A)	RELAC. CORR. (B/A) F		
1	6		2	0.548	1.096	0.478	0.956	1.026	R _E ——— E ₂ =	
2	12		4	0.550	1.100	0.560	1.120	1.110	M ——— =	
3	18		6	0.650	1.300	0.612	1.224	1.262	E ₂ ——— S 10°W	
4	24		8	0.672	1.344	0.630	1.260	1.302		
5	30		10	0.818	1.636	0.480	0.960	1.298		
6	36		12	0.800	1.600	0.542	1.084	1.342		
7	42		14	0.837	1.674	0.579	1.158	1.416		
8	48		16	0.638	1.276	0.580	1.160	1.218		
9	54		18	0.622	1.244	0.600	1.200	1.222		
10	60		20	0.608	1.216	0.535	1.070	1.143		
11	66		22	0.598	1.196	0.583	1.166	1.181		
12	72		24	0.591	1.182	0.586	1.172	1.177		
13	78		26	0.578	1.156	0.493	0.986	1.071		
14	84		28	0.571	1.142	0.547	1.094	1.118		
15	90		30	0.557	1.114	0.560	1.120	1.117		
16	99		33	0.523	1.046	0.531	1.062	1.054		
17	108		36	0.500	1.000	0.568	1.136	1.068		
18	117		39	0.458	0.916	0.569	1.138	1.027		
19	126		42	0.450	0.900	0.556	1.112	1.006		
20	135		45	0.446	0.892	0.548	1.096	0.994		
21	144		48	0.440	0.880	0.541	1.082	0.981		
22	153		51							
23	162		54							
24	171		57							
25	180		60							
26	198		66							
27	216		72							
28	234		78							

POS.	r	C	a	E1		E1		E1		PROMEDIO (B /A)F	OBSERVACIONES
				RELAC. OBS. (B/A)	RELAC. CORR. (B/A)F	RELAC. OBS. (B/A)	RELAC. CORR. (B/A)F	RELAC. OBS. (B/A)	RELAC. CORR. (B/A)F		
1	6	2	0.469	0.938	0.639	1.278	1.108	R _E ——— E ₂ =			
2	12	4	0.535	1.070	0.527	1.054	1.062	M ——— =			
3	18	6	0.500	1.000	0.564	1.128	1.064	E ₂ ——— N 10°E			
4	24	8	0.484	0.960	0.562	1.124	1.046				
5	30	10	0.466	0.932	0.548	1.096	1.014				
6	36	12	0.466	0.932	0.539	1.078	1.005				
7	42	14	0.454	0.908	0.529	1.058	0.983				
8	48	16	0.448	0.986	0.434	0.868	0.882				
9	54	18	0.441	0.882	0.548	1.096	0.989				
10	60	20	0.434	0.868	0.498	1.996	0.932				
11	66	22	0.431	0.862	0.584	1.168	1.015				
12	72	24	0.421	0.842	0.588	1.176	1.009				
13	78	26	0.411	0.822	0.493	0.986	0.904				
14	84	28	0.390	0.780	0.573	1.146	0.963				
15	90	30	0.374	0.748	0.591	1.182	0.965				
16	99	33	0.400	0.800	0.574	1.142	0.974				
17	108	36	0.559	0.118	0.599	1.198	1.158				
18	117	39	0.348	0.696	0.512	1.024	0.860				
19	126	42	0.371	0.742	0.444	0.888	0.815				
20	135	45	0.360	0.720	0.344	0.688	0.704				
21	144	48									
22	153	51									
23	162	54									
24	171	57									
25	180	60									
26	198	66									
27	216	72									
28	234	78									

POS.	r		a		RELAC. CORR. (B/A)	RELAC. CORR. (B/A) F	RELAC. OBS. (B/A)	RELAC. CORR. (B/A) F	PROMEDIO (B/A) F	OBSERVACIONES
	C	A	C	A						
1	6	2	0.528	1.056	0.609	1.218	0.609	1.218	1.137	R _E ——— E ₂ =
2	12	4	0.413	0.826	0.509	1.018	0.509	1.018	0.922	M ——— =
3	18	6	0.413	0.826	0.471	0.942	0.471	0.942	0.884	E ₂ ——— S 11°E
4	24	8	0.438	0.876	0.480	0.960	0.480	0.960	0.918	
5	30	10	0.447	0.894	0.393	0.986	0.393	0.986	0.940	
6	36	12	0.446	0.892	0.500	1.000	0.500	1.000	0.946	
7	42	14	0.455	0.910	0.501	1.002	0.501	1.002	0.956	
8	48	16	0.444	0.888	0.430	0.860	0.430	0.860	0.874	
9	54	18	0.378	0.756	0.415	0.830	0.415	0.830	0.793	
10	60	20	0.360	0.720	0.419	0.838	0.419	0.838	0.779	
11	66	22	0.323	0.646	0.381	0.762	0.381	0.762	0.704	
12	72	24	0.316	0.632	0.365	0.730	0.365	0.730	0.681	
13	78	26	0.292	0.584	0.388	0.776	0.388	0.776	0.680	
14	84	28	0.280	0.560	0.358	0.716	0.358	0.716	0.638	
15	90	30	0.268	0.536	0.312	0.624	0.312	0.624	0.580	
16	99	33	0.259	0.518	0.346	0.692	0.346	0.692	0.605	
17	108	36	0.267	0.534	0.342	0.684	0.342	0.684	0.609	
18	117	39	0.333	0.666	0.454	0.918	0.454	0.918	0.787	
19	126	42	0.384	0.768	0.350	0.700	0.350	0.700	0.734	
20	135	45	0.293	0.586	0.550	1.100	0.550	1.100	0.843	
21	144	48	0.175	0.350	0.563	1.126	0.563	1.126	0.738	
22	153	51								
23	162	54								
24	171	57								
25	180	60								
26	198	66								
27	216	72								
28	234	78								

POS.	r	c	a	RELAC. OBS. (B/A)	RELAC. CORR. (B/A) F	RELAC. OBS. (B/A)	RELAC. CORR. (B/A) F	PROMEDIO (B/A) F	OBSERVACIONES
1	6	2	0.512	1.024	0.400	0.800	0.912	$R_E \text{ --- } E_2 =$	
2	12	4	0.455	0.910	0.495	0.990	0.950	$M \text{ --- } =$	
3	18	6	0.460	0.920	0.500	1.000	0.960	$E \text{ --- } S 20^{\circ}W$	
4	24	8	0.360	0.720	0.590	1.180	0.950		
5	30	10	0.295	0.590	0.692	1.384	0.987		
6	36	12	0.368	0.736	0.578	1.156	0.946		
7	42	14	0.390	0.780	0.562	1.124	0.952		
8	48	16	0.455	0.910	0.550	1.100	1.005		
9	54	18	0.430	0.860	0.537	1.074	0.967		
10	60	20	0.420	0.840	0.514	1.028	0.934		
11	66	22	0.362	0.724	0.520	1.040	0.882		
12	72	24	0.390	0.780	0.610	1.220	1.000		
13	78	26	0.365	0.730	0.478	0.956	0.843		
14	84	28	0.460	0.920	0.460	0.920	0.920		
15	90	30	0.450	0.900	0.493	0.986	0.943		
16	99	33	0.500	1.000	0.410	0.820	0.910		
17	108	36	0.510	1.020	0.402	0.804	0.912		
18	117	39	0.502	1.004	0.395	0.790	0.897		
19	126	42	0.500	1.000	0.388	0.776	0.888		
20	135	45	0.494	0.988	0.380	0.760	0.874		
21	144	48	0.487	0.974	0.371	0.742	0.858		
22	153	51							
23	162	54							
24	171	57							
25	180	60							
26	198	66							
27	216	72							
28	234	78							

GRADIOMETRO DE RESISTENCIA 2ª VARIANTE METODO DE RCP.

SONDEO Num. 8 LUGAR LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO DEL RIO, EDO. DE MEXICO. FECHA OCTUBRE-91
 MUNICIPIO ALMOLOYA DEL RIO, EDO. DE MEXICO.

POS.	r	C	o	E1 → S60°W		E1 → N60°E		PROMEDIO (B/A)F	OBSERVACIONES
				RELAC. OBS. (B/A)	RELAC. CORR. (B/A)F	RELAC. OBS. (B/A)	RELAC. CORR. (B/A)F		
1	6	2	0.562	1.124	0.267	0.534	0.829	R _E ————— E ₂ =	
2	12	4	0.672	1.344	0.220	0.440	0.892		
3	18	6	0.588	1.176	0.222	0.444	0.810	M ————— =	
4	24	8	0.500	1.000	0.288	0.576	0.788		
5	30	10	0.387	0.774	0.340	0.680	0.727	E ₂ ————— S 18°E	
6	36	12	0.367	0.734	0.360	0.720	0.727		
7	42	14	0.384	0.768	0.364	0.728	0.748		
8	48	16	0.399	0.798	0.370	0.740	0.769		
9	54	18	0.397	0.794	0.343	0.686	0.740		
10	60	20	0.400	0.800	0.340	0.680	0.740		
11	66	22	0.398	0.796	0.347	0.694	0.745		
12	72	24	0.302	0.604	0.317	0.634	0.619		
13	78	26	0.366	0.732	0.304	0.608	0.670		
14	84	28	0.376	0.752	0.272	0.544	0.648		
15	90	30	0.389	0.778	0.300	0.600	0.689		
16	99	33	0.388	0.776	0.283	0.566	0.671		
17	108	36	0.402	0.804	0.234	0.468	0.636		
18	117	39	0.390	0.780	0.287	0.564	0.677		
19	126	42	0.298	0.596	0.270	0.540	0.568		
20	135	45	0.302	0.604	0.261	0.522	0.563		
21	144	48	0.400	0.800	0.251	0.502	0.651		
22	153	51							
23	162	54							
24	171	57							
25	180	60							
26	198	66							
27	216	72							
28	234	78							

SONDEO Num. 9 LUGAR LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO FECHA OCTUBRE-91
 MUNICIPIO ALMOLOYA DEL RIO, EDO. DE MEXICO.

REALIZO ING. A. V. G.

E1 → S81°E E1 → N81°W

POS.	r	c	o	A	RELAC. OBS. (B/A)	RELAC. CORR. (B/A)/F	RELAC. OBS. (B/A)	RELAC. CORR. (B/A)/F	PROMEDIO (B/A)/F	OBSERVACIONES
1	6	2	4	0.445	0.890	0.700	1.400	1.145	R_E ——— E_2 =	
2	12	4	6	0.482	0.964	1.000	2.000	1.482	M ——— =	
3	18	6	8	0.373	0.746	0.700	1.400	1.073	E_2 ——— N 11°W	
4	24	8	10	0.348	0.696	0.568	1.136	0.916		
5	30	10	12	0.259	0.518	0.368	0.736	0.627		
6	36	12	14	0.261	0.522	0.500	1.000	0.761		
7	42	14	16	0.263	0.526	0.201	0.402	0.464		
8	48	16	18	0.269	0.538	0.180	0.360	0.449		
9	54	18	20	0.173	0.346	0.200	0.400	0.373		
10	60	20	22	0.261	0.522	0.198	0.396	0.459		
11	66	22	24	0.273	0.546	0.205	0.410	0.478		
12	72	24	26	0.169	0.338	0.198	0.396	0.367		
13	78	26	28	0.201	0.402	0.181	0.362	0.382		
14	84	28	30	0.200	0.400	0.272	0.544	0.472		
15	90	30	33	0.213	0.426	0.260	0.520	0.473		
16	99	33	36	0.194	0.388	0.275	0.550	0.469		
17	108	36	39	0.223	0.446	0.269	0.538	0.492		
18	117	39	42	0.192	0.384	0.235	0.470	0.427		
19	126	42	45	0.200	0.400	0.220	0.440	0.420		
20	135	45	48	0.208	0.416	0.200	0.400	0.408		
21	144	48	51	0.200	0.400	0.180	0.360	0.380		
22	153	51	54							
23	162	54	57							
24	171	57	60							
25	180	60	66							
26	198	66	72							
27	216	72	78							
28	234	78								

C A P I T U L O V

V. G E O T E C N I A.

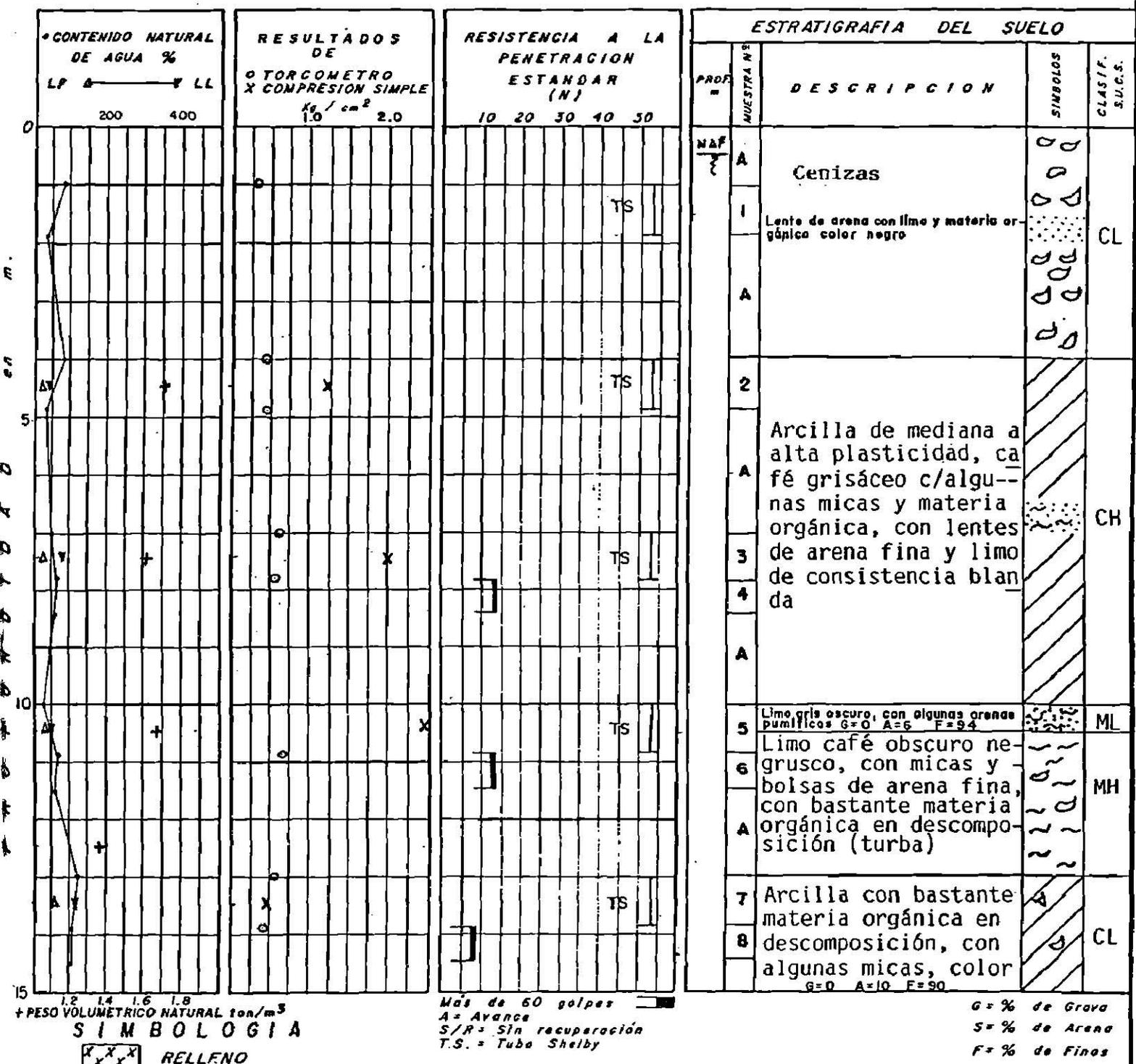
CON EL PROPOSITO DE CONFIRMAR LA INFORMACION GEOLOGICA DEL--
SUBSUELO REPORTADA POR LOS METODOS INDIRECTOS, SE REALIZO UNA EXPLORA--
CION DIRECTA MEDIANTE UN SONDEO MIXTO (S M - 1, DE 25 MTS. DE PROFUNDI--
DAD) VER PLANO No. IV.3.2A., DEL CUAL SE OBTUVO LA ESTRATIGRAFIA Y --
LAS PROPIEDADES FISICAS MECANICAS DEL SUELO, POR MEDIO DE PRUEBAS DE LA
BORATORIO APLICADAS A LAS MUESTRAS RECUPERADAS EN LA FIGURA V.1.A. SE--
MUESTRA LOS RESULTADOS DE LABORATORIO Y LA ESTRATIGRAFIA DEL SUBSUELO.

EN LA FIGURA V.1.B. SE MUESTRAN LOS LIMITES DE CONSISTEN--
CIA QUE NOS DESCRIBE LA CONDICION DE LOS SUELOS DE GRANO FINO, SUAVES, --
FIRMES, ASI COMO SU CLASIFICACION INCLUYENDO IDENTIFICACION Y DESCRIP--
CION.

CON EL PROPOSITO DE CONOCER LA RESISTENCIA AL ESFUERZO COR--
TANTE DEL MATERIAL PROBLEMA (ZONA DE DESPLANTE), SE DESARROLLARON ENSA--
YES DE COMPRESION SIMPLE Y COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.

VER FIGURAS Nos. V.1.H. A LA V.1.J. Y DE LA V.1.L. --
V.1.N. Y V.1.P. Y V.1.R., NOS REPORTAN EN TERMINOS GENERALES FA--
LLAS PLASTICAS.

LOS ENSAYES DE COMPRESIBILIDAD SE APLICARON CON EL OBJETO --
DE DETERMINAR LA VELOCIDAD Y MAGNITUD DE LOS CAMBIOS VOLUMETRICOS DEL --
SUELO DURANTE SU HISTORIA GEOLOGICA.



+ PESO VOLUMETRICO NATURAL ton/m³
SIMBOLOGIA

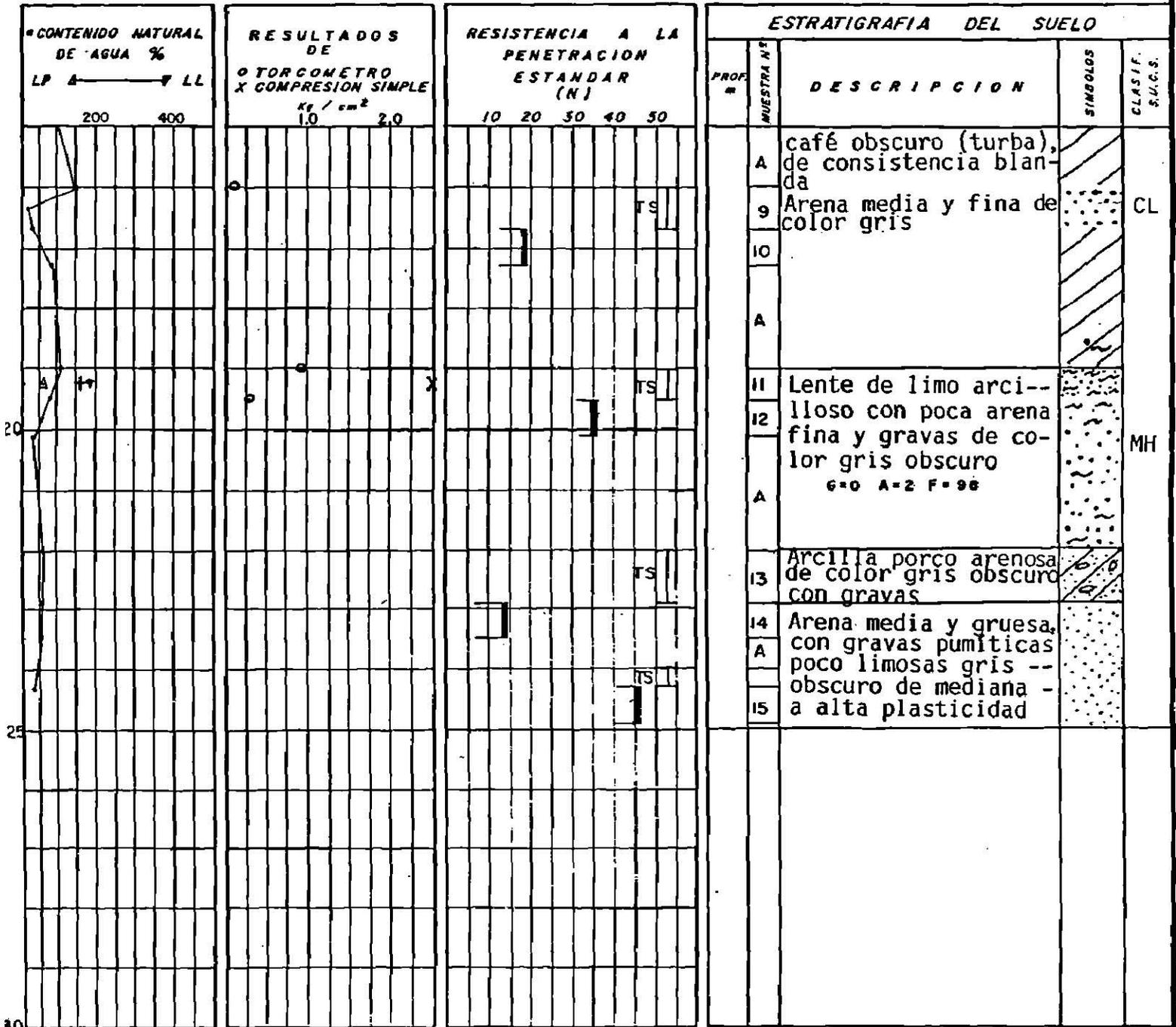
- RELLENO
- ARCILLA
- LIMO
- ARENA
- GRAVA

Más de 60 golpes
A = Avance
S/R = Sin recuperación
T.S. = Tuba Shelby

G = % de Grava
S = % de Arena
F = % de Finos

1ª LAGUNA DE LERMA
"ALMOLOYA DEL RIO"
BORDO DE CONFINAMIENTO
SONDEO SM-1
PERFIL ESTRATIGRAFICO

FIGURA No. V.1.A.



1.2 1.4 1.6 1.8
+ PESO VOLUMETRICO NATURAL ton/m³
SIMBOLOGIA

- RELLENO
- ARCILLA
- LIMO
- ARENA
- GRAVA

Más de 60 golpes
A = Avance
S/R = Sin recuperación
T.S. = Tubo Shelby

G = % de Grava
S = % de Arena
F = % de Finos

1^o LAGUNA DE LERMA
"ALMOLOYA DEL RIO"
BORDO DE CONFINAMIENTO

SONDEO SM-1
PERFIL ESTRATIGRAFICO

FIGURA No. V.1.A.

SONDEO	PROF.	W	L.L.	L.P.	I.P.	Cr.	CLASIF.	
	(m)	(%)	(%)	(%)	(%)	---	S.U.C.S.	
SM-1	4.45	44.2	44	24	20	-0.01	CL	
	7.40	68.5	86	37	49	0.357	CH	
	10.45	72.2	47	35	12	-2.100	ML	
	13.45	110.6	116	61	55	0.098	CH	
	19.25	81.2	183	66	117	0.870	MH	

W = CONTENIDO NATURAL DE AGUA

L.L. = LIMITE LIQUIDO

L.P. = LIMITE PLASTICO

I.P. = INDICE PLASTICO

Cr. = CONSISTENCIA RELATIVA = $\frac{L.L.-W}{I.P.}$

1ª LAGUNA DE LERMA
"ALMOLOYA DEL RIO"
BORDO DE CONFINAMIENTO

TABLA DE LIMITES
DE CONSISTENCIA

SONDEO	MUESTRA	PROF.	LAVADO			CLASIFICACION
		(m)	GRAVA	ARENA	FINOS	S. U. C. S.
			(%)	(%)	(%)	
SM-1	5	10.45	0	6	94'	ML
	7	13.45	0	10	90	CL
	11	14.25	0	2	98	MH

1ª LAGUNA DE LERMA
 "ALMOLOYA DEL RIO"
 BORDO DE CONFINAMIENTO
 GRANULOMETRIAS

SONDEO	MUESTRA	PROF.	CONTENIDO DE AGUA	PESO VOLUMETRICO		CLASIFICACION
		(m)	W(%)	NATURAL (ton/m ³)	SECO (ton/m ³)	S. U. C. S.
SM-1	2	4.45	44.2	1.702	1.180	CH
	3	7.40	68.5	1.603	0.951	CH
	5	10.45	72.2	1.682	0.977	ML
	7	13.45	110.6	1.367	0.649	CL
	11	19.25	81.2	1.325	0.731	MH

1^a LAGUNA DE LERMA
 "ALMOLOYA DEL RIO"
 BORDO DE CONFINAMIENTO

RESUMEN DE ENSAYES
 DE PESOS VOLUMETRICOS

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD	DENSIDAD DE SOLIDOS (Ss)	CLASIFICACION
		(m)		S. U. C. S.
SM-1	2	4.00-4.90	2.663	CH
	3	7.00-7.80	2.609	CH
	5	10.00-10.40	2.506	ML
	7	13.00-13.90	2.322	CL
	11	19.00-19.50	2.238	MH

1" LAGUNA DE LERMA
"ALMOLOYA DEL RIO"
BORDO DE CONFINAMIENTO
DENSIDAD DE SOLIDOS

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE CON TORCOMETRO	
SM-1	1.00	0.28	
	4.00	0.45	
	4.90	0.45	
	7.00	0.70	
	7.80	0.60	
	10.90	0.63	
	13.00	0.57	
	13.90	0.40	
	16.00	0.11	
	19.00	0.95	
	19.50	0.54	

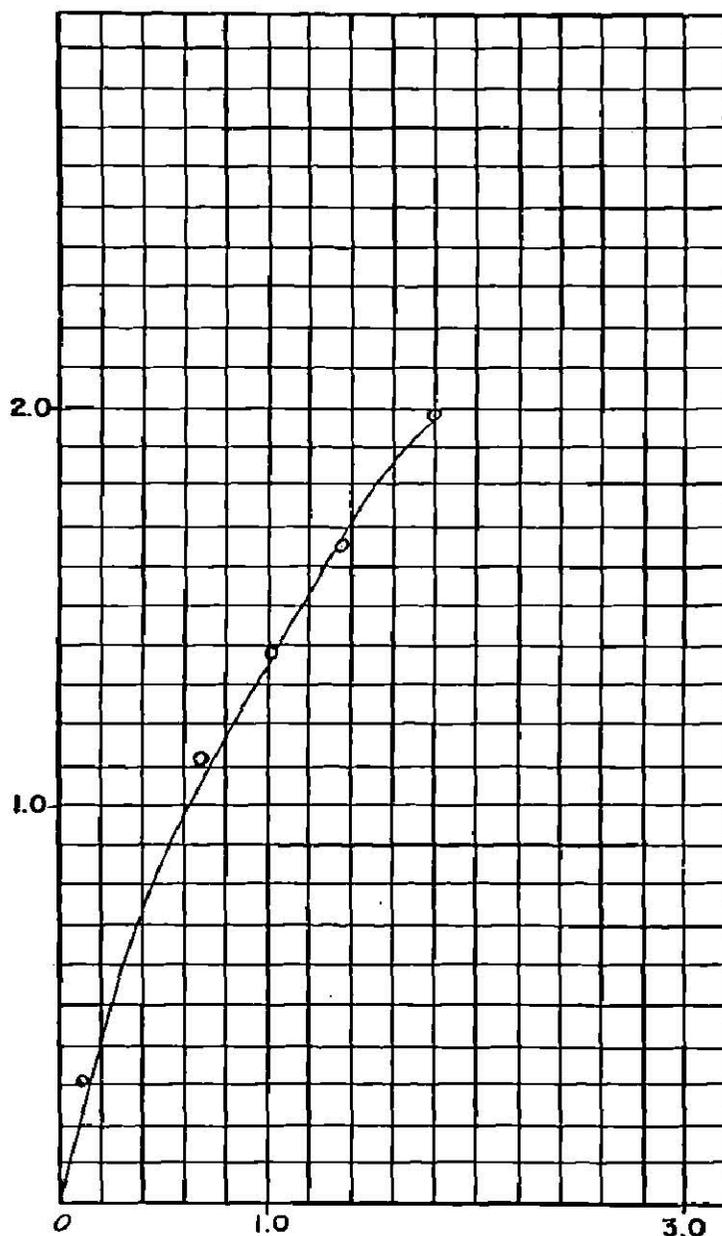
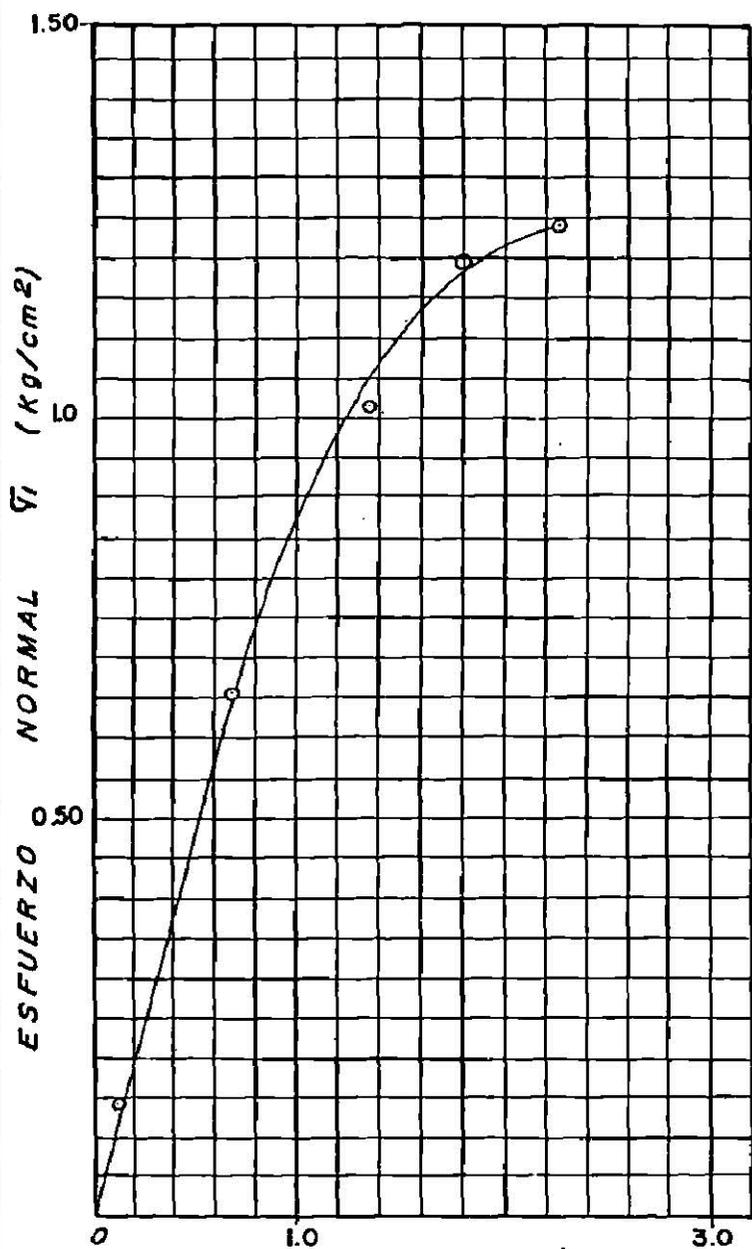
SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE CON TORCOMETRO

1ª LAGUNA DE LERMA
 "ALMOLOYA DEL RIO"
 BORDO DE CONFINAMIENTO
 RESULTADOS DE
 TORCOMETRO

SONDEO	PROF.	CONTENIDO DE AGUA	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA RUPTURA	DEFORMACION A LA RUPTURA	CLASIFICACION S. U. C. S.
	(m.)	W (%)	NATURAL (ton/m ³)	SECO (ton/m ³)	(kg/cm ²)	(%)	
SM-1	4.45	35.2	1.830	1.354	1.24	2.25	CH
	7.40	61.9	1.598	0.987	1.99	1.80	CH
	10.45	50.2	1.675	1.115	2.19	6.05	ML
	13.45	102.3	1.430	0.707	0.47	6.03	CL
	19.25	109.7	1.356	0.647	2.52	3.38	MH

1ª LAGUNA DE LERMA
"ALMOLOYA DEL RIO"
BORDO DE CONFINAMIENTO

RESUMEN DE ENSAYES
A COMPRESION SIMPLE

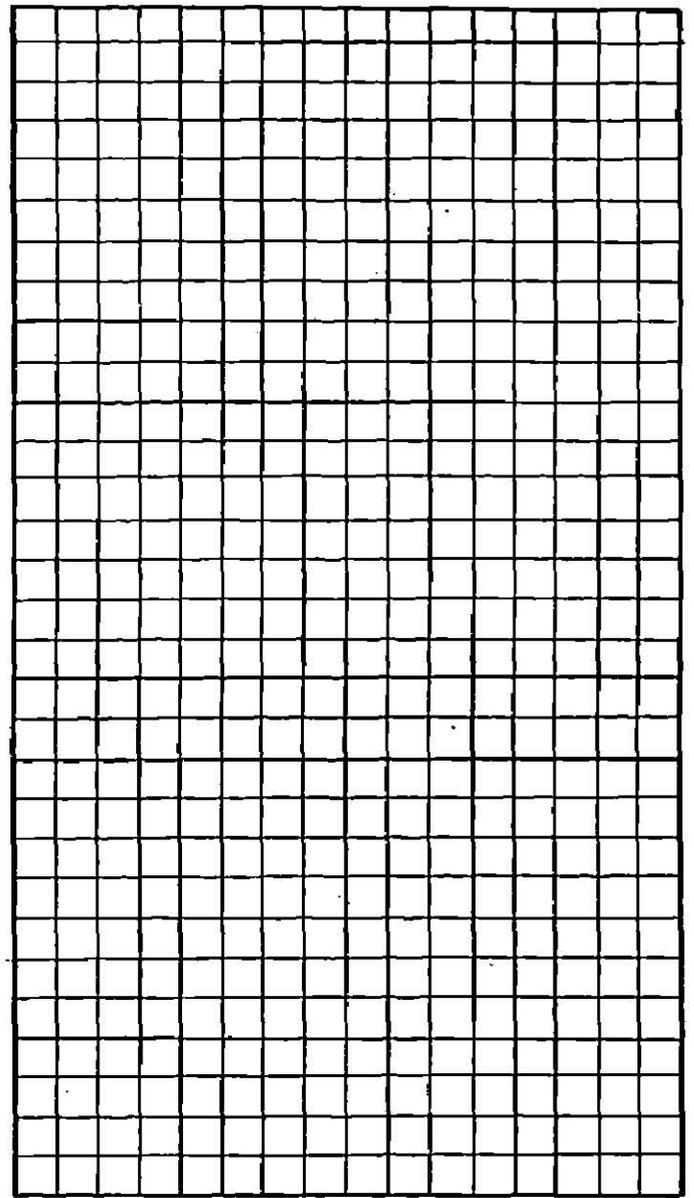
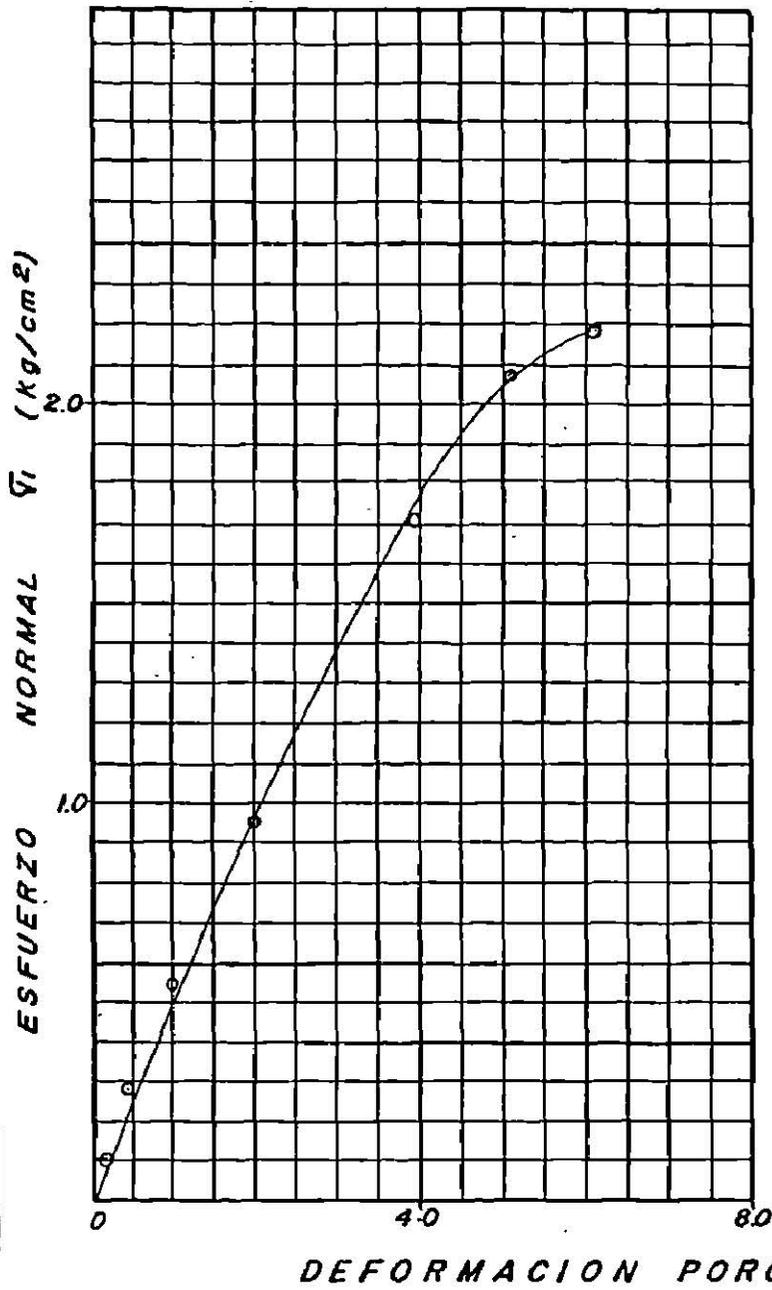


DEFORMACION PORCENTUAL δ/L , (%)

SIMBOLOGIA	PROF. (m)
○—○	4.45
●—●	
△—△	

SIMBOLOGIA	PROF. (m)
○—○	7.40
●—●	
△—△	

1^a LAGUNA DE LERMA
 "ALMOLOYA DEL RIO"
 BORDO DE CONFINAMIENTO
 SONDEO SM-1
 CURVAS ESFUERZO DEFORMACION
 COMPRESION SIMPLE

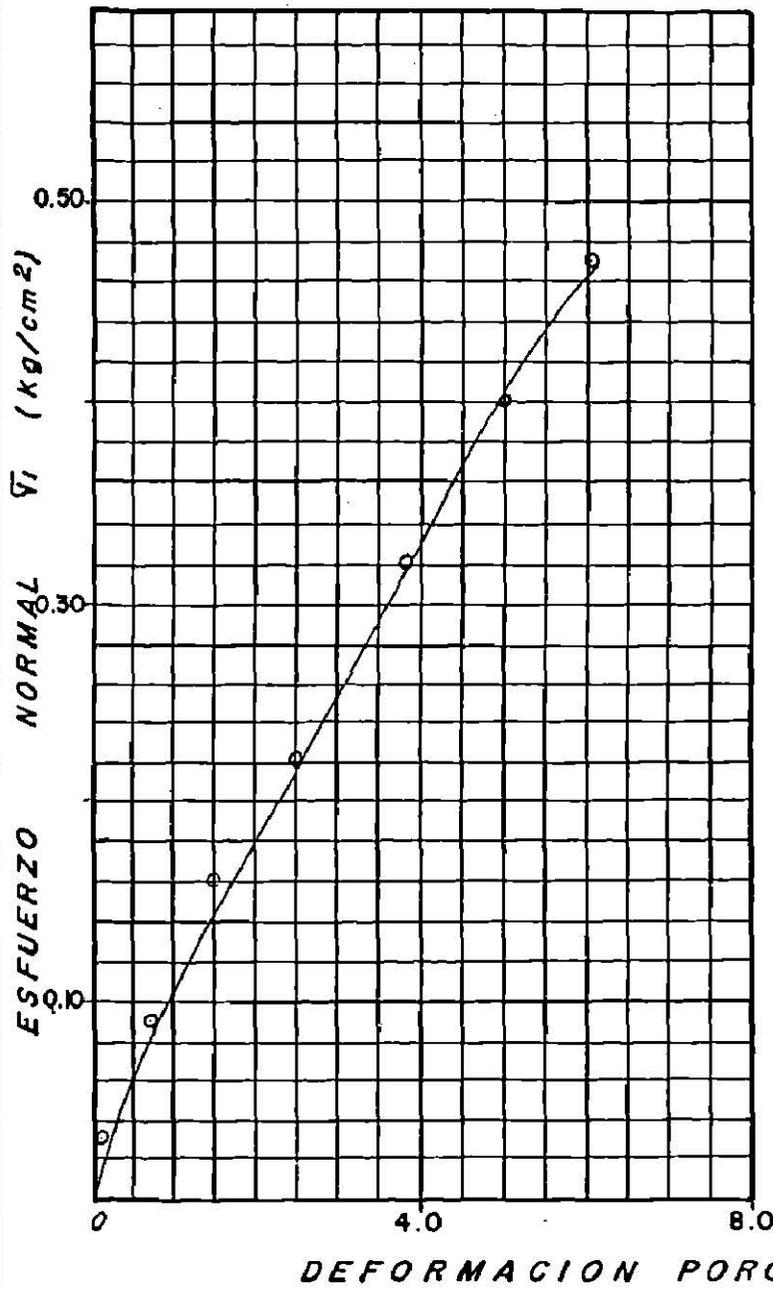


SIMBOLOGIA	PROF.(m)
○—○	10.45
●—●	
△—△	

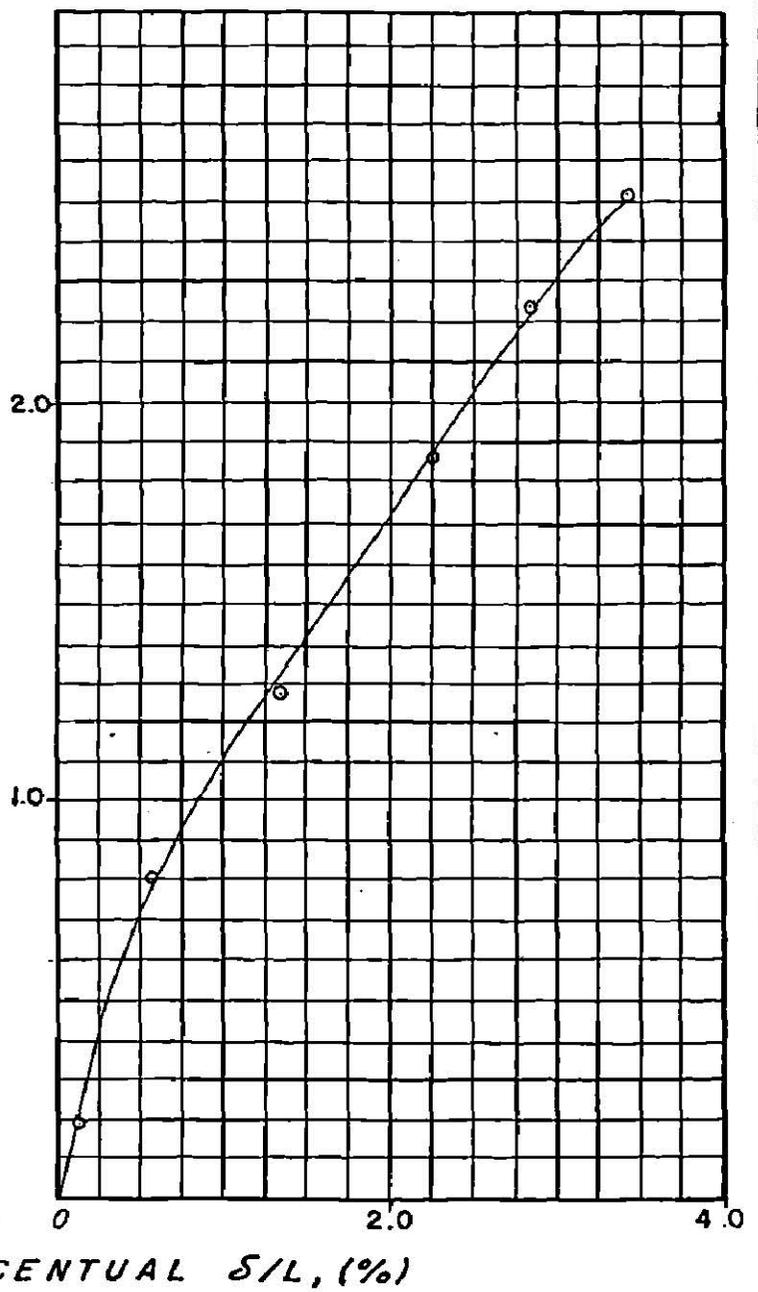
SIMBOLOGIA	PROF.(m)
○—○	
●—●	
△—△	

1ª LAGUNA DE LERMA
 "ALMOLOYA DEL RIO"
 BORDO DE CONFINAMIENTO

SONDEO SM-1
 CURVAS ESFUERZO DEFORMACION
 COMPRESION SIMPLE



SIMBOLOGIA	PROF.(m)
○—○	13.45
●—●	
△—△	

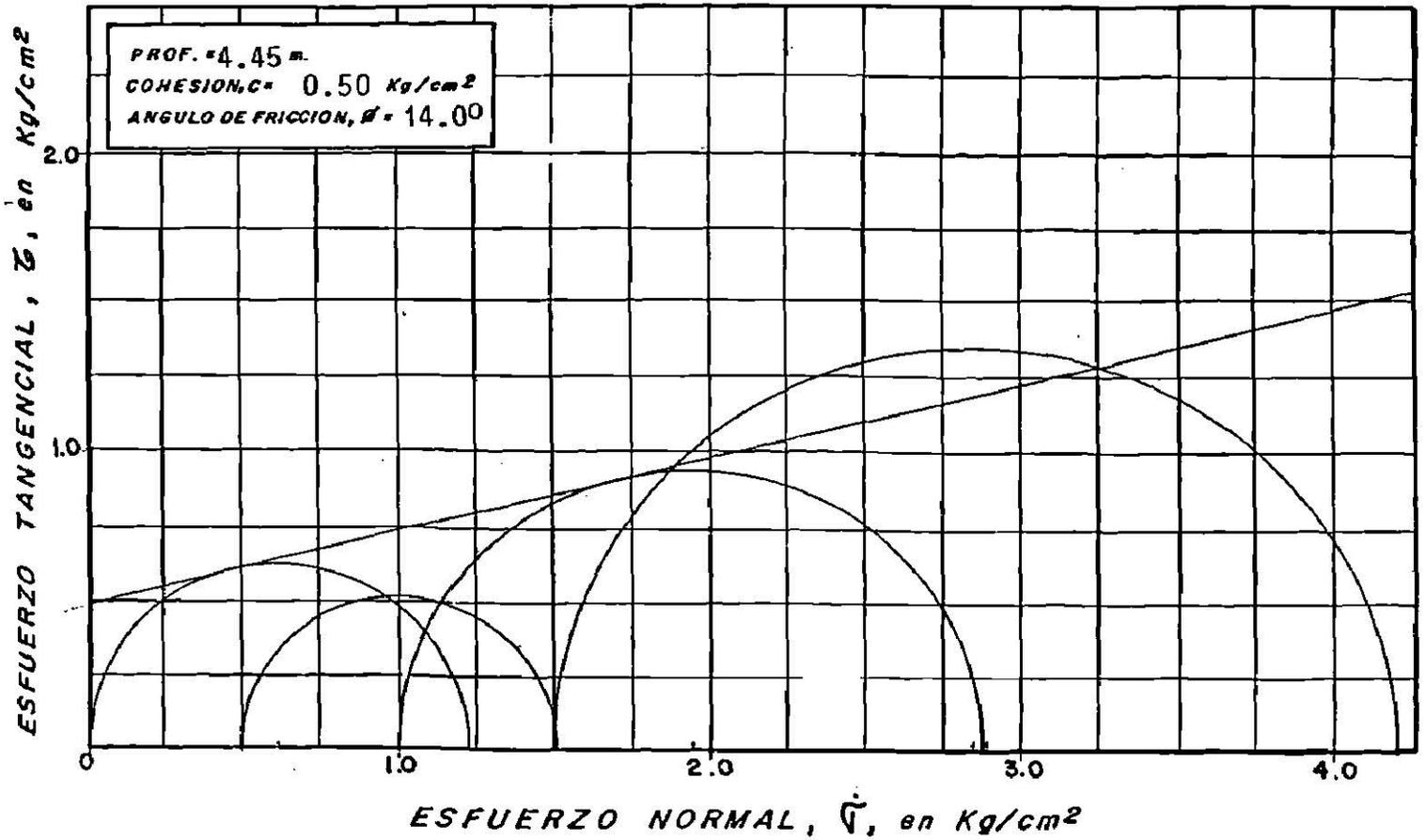


SIMBOLOGIA	PROF.(m)
○—○	19.25
●—●	
△—△	

1^a LAGUNA DE LERMA
 "ALMOLOYA DEL RIO"
 BORDO DE CONFINAMIENTO
 SONDEO SM-1
 CURVAS ESFUERZO DEFORMACION
 COMPRESION SIMPLE

FIGURA No. V.1.J.

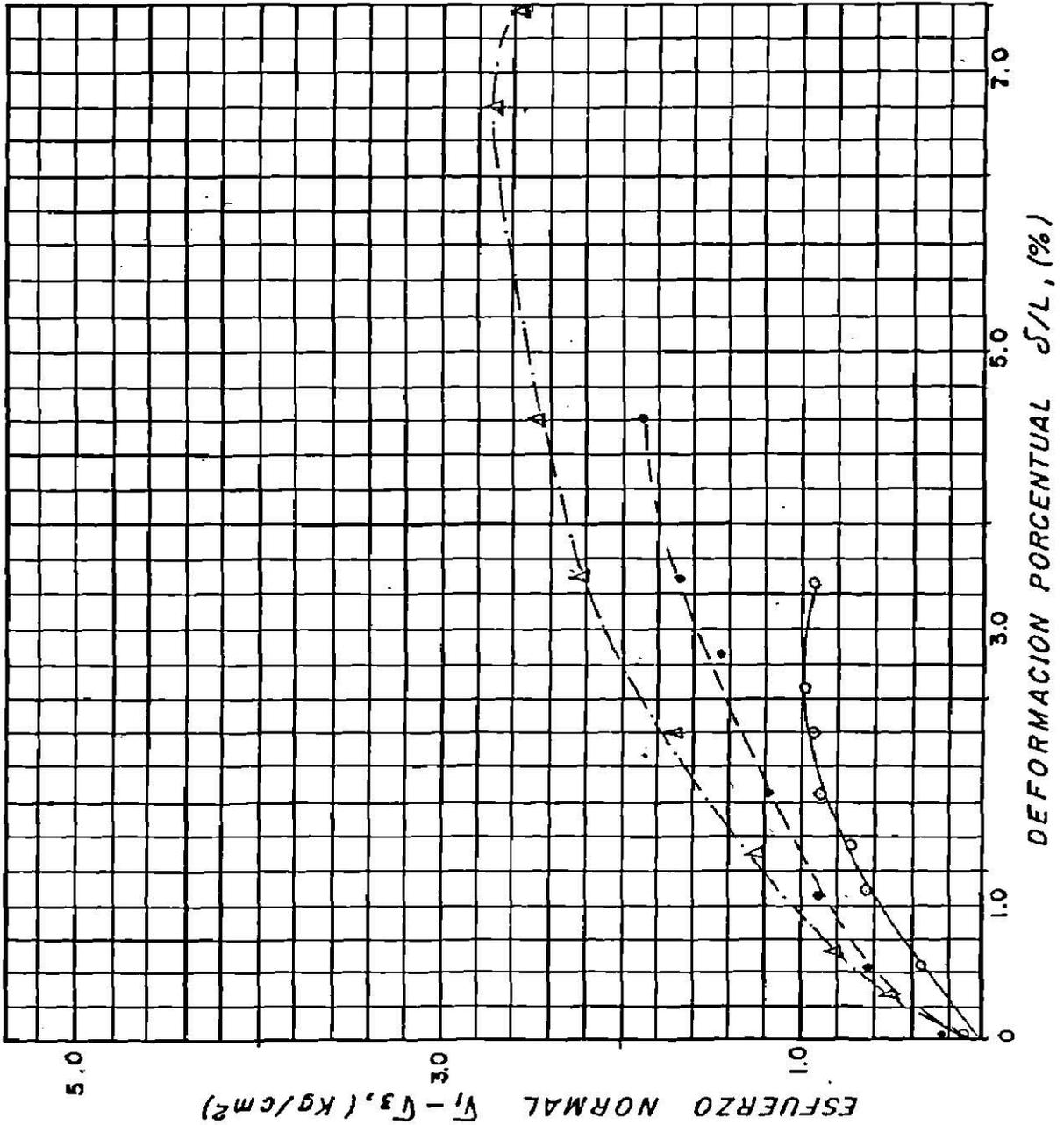
DENSIDAD DE SOLIDOS S_s	RELACION DE VACIOS INICIAL e_i	CONTENIDO DE AGUA INICIAL w_i	GRADO DE SATURACION INICIAL s_i	LIMITE LIQUIDO LL	LIMITE PLASTICO LP	DEFORMACION PORCENTUAL δ/L	ESFUERZO PRINCIPAL		PESO VOLUMETRICO		CLASIF. S.U.C.S.
							MENOR $\bar{\sigma}_{III}$	MAYOR $\bar{\sigma}_I$	HUMEDO γ_h	SECO γ_s	
—	—	%	%	%	%	%	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/m ³	Kg/m ³	CH
2.663	0.990	36.1	97.1			2.81	0.5	1.49	1817	1339	
	0.997	35.8	95.6			4.49	1.0	2.90			
	0.981	35.2	95.6			6.75	1.5	4.19			



1ª LAGUNA DE LERMA
 "ALMOLOYA DEL RIO"
 BORDO DE CONFINAMIENTO
 SONDEO SM-1
 COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

FIGURA No. V.1.K.

Prof.
4.45 m



SIMBOLOS	ESFUERZO CONFINANTE σ_3 (kg/cm ²)	ESFUERZO NORMAL $\sigma_1 - \sigma_3$ (kg/cm ²)	DEFORMACION δ/L (%)
○	0.500	0.99	2.81
●	1.000	1.90	4.49
△	1.500	2.69	6.75
▽			

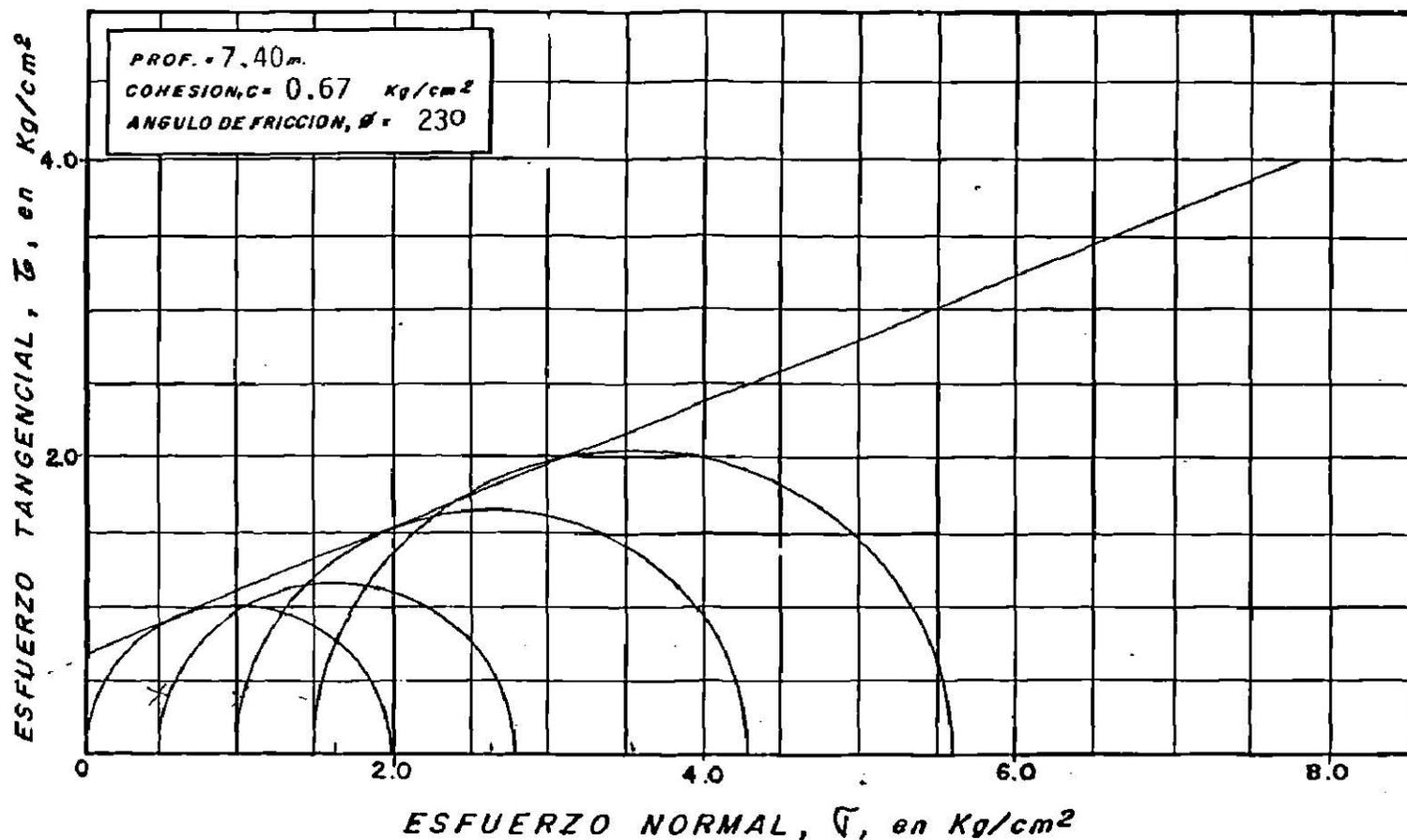
1^a LAGUNA DE LERMA
"ALMOLOYA DEL RIO"
BORDO DE CONFINAMIENTO

SONDEO SM-1

CURVAS ESFUERZO — DEFORMACION
COMPRESION TRIAXIAL

FIGURA No. V.1.L.

DENSIDAD DE SOLIDOS s_s	RELACION DE VACIOS INICIAL e_i	CONTENIDO DE AGUA INICIAL w_i	GRADO DE SATURACION INICIAL s_i	LIMITE LIQUIDO LL	LIMITE PLASTICO LP	DEFORMACION PORCENTUAL δ/L	ESFUERZO PRINCIPAL		PESO VOLUMETRICO		CLASIF. S.U.C.S.
							MENOR \sqrt{III}	MAYOR \sqrt{I}	HUMEDO γ_h	SECO γ_s	
—	—	%	%	%	%	%	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/m ³	Kg/m ³	CH
2.609	1.608	61.1	99.1			2.25	0.500	2.75	1611	1006	
	1.590	60.2	98.8			4.38	1.000	4.26			
	1.578	58.9	97.4			4.50	1.500	5.60			

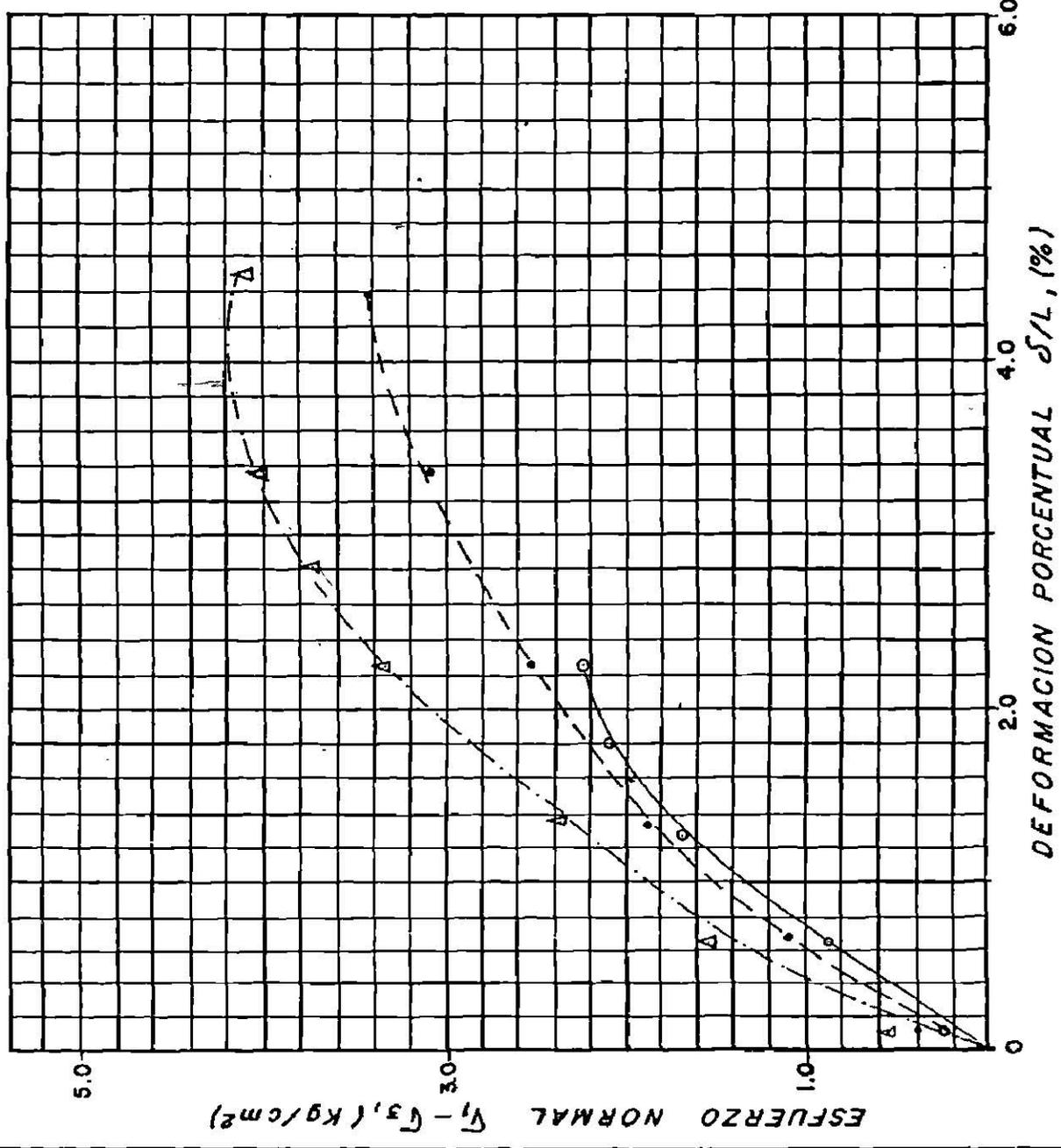


1^a LAGUNA DE LERMA
 "ALMOLOYA DEL RIO"
 BORDO DE CONFINAMIENTO

SONDEO SM-1
 COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

FIGURA No. V.1.M.

Prof.
7.40 m



SIMBOLOS	ESFUERZO CONFINANTE $(\sqrt{3})(\text{Kg}/\text{cm}^2)$	ESFUERZO NORMAL $(\sqrt{1-\sqrt{3}})(\text{Kg}/\text{cm}^2)$	DEFORMACION $\delta/L, (\%)$
○	0.50	2.25	2.25
●	1.00	3.26	4.38
△	1.50	4.10	4.50
▽			

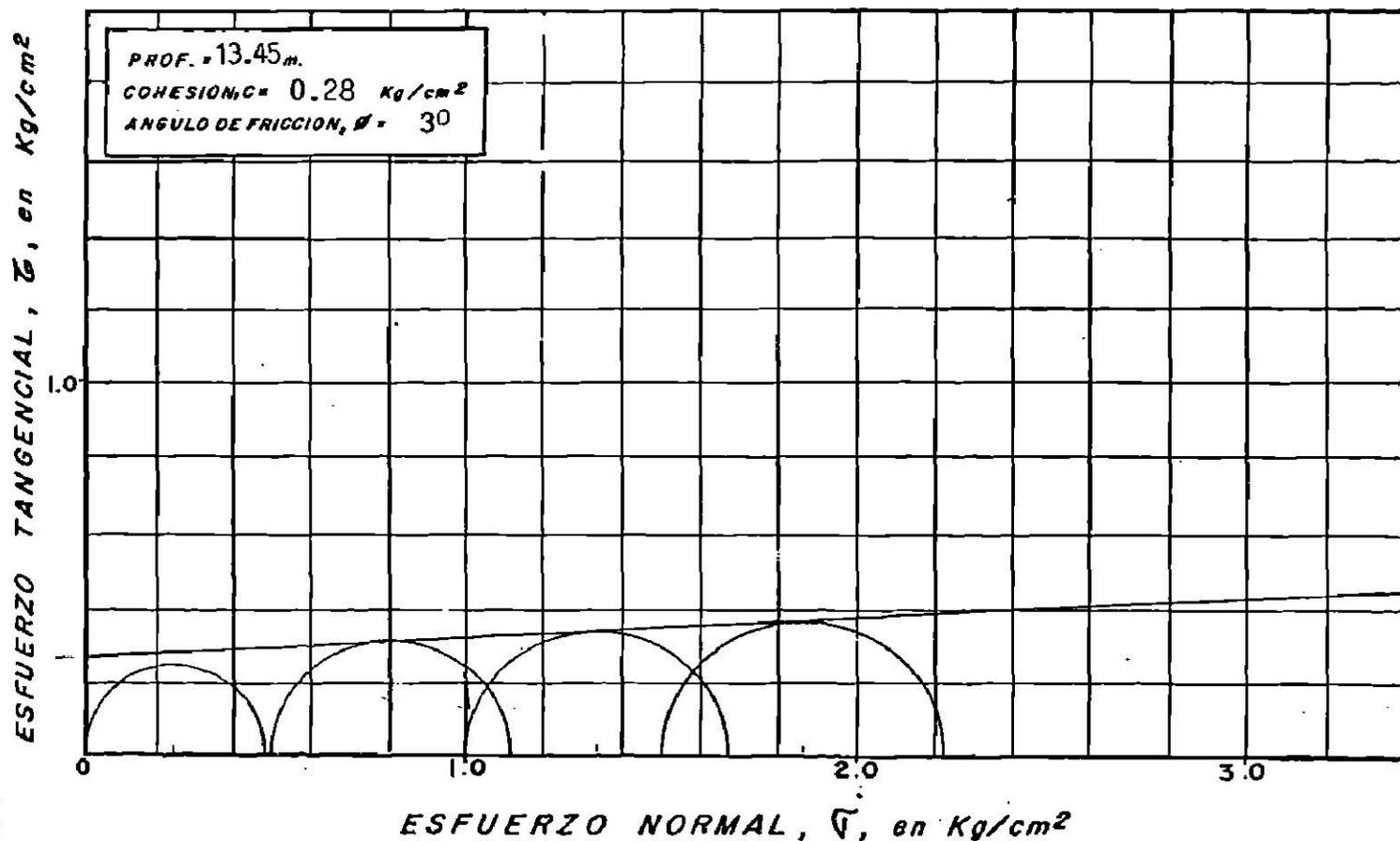
1. LAGUNA DE LERMA
"ALMOLOYA DEL RIO"
BORDO DE CONFINAMIENTO

SONDEO SM-1

ESFUERZO — DEFORMACION
COMPRESION TRIAXIAL

FIGURA No. V.1.N.

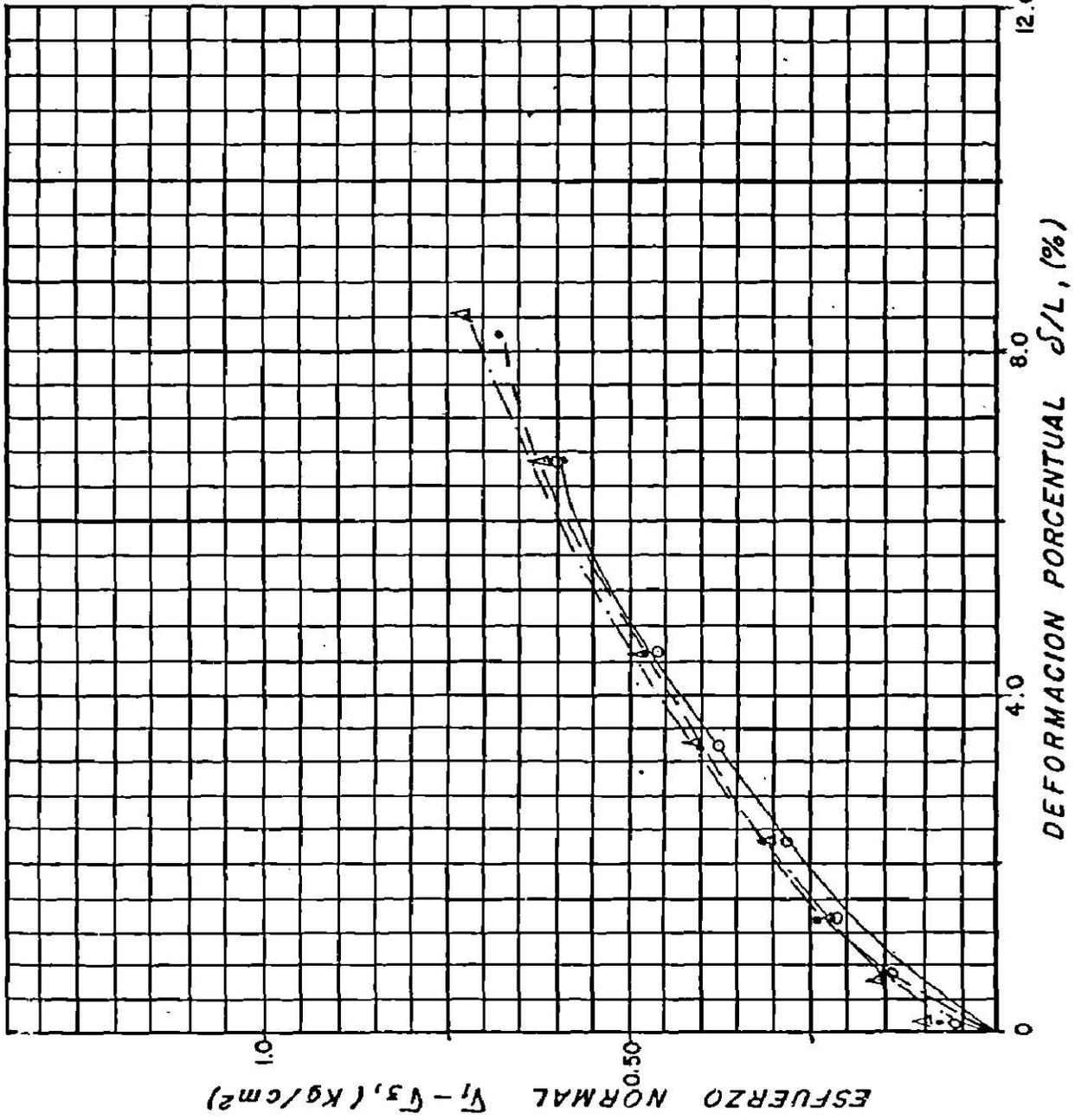
DENSIDAD DE SOLIDOS s_s	RELACION DE VACIOS INICIAL e_i	CONTENIDO DE AGUA INICIAL w_i	GRADO DE SATURACION INICIAL g_i	LIMITE LIQUIDO LL	LIMITE PLASTICO LP	DEFORMACION PORCENTUAL S/L	ESFUERZO PRINCIPAL		PESO VOLUMETRICO		CLASIF. S.U.C.S.
							MENOR $\bar{\sigma}_{III}$	MAYOR $\bar{\sigma}_I$	HUMEDO γ_h	SECO γ_s	
		%	%	%	%	%	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/m ³	Kg/m ³	
2.322	2.31	104.4	104.8			6.74	0.50	1.10	1445	709	CL
	2.26	103.3	106.3			8.20	1.00	1.68			
	2.26	103.9	106.8			8.43	1.50	2.23			



1ª LAGUNA DE LERMA
 "ALMOLOYA DEL RIO"
 BORDO DE CONFINAMIENTO

SONDEO SM-1
 COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

Prof.
13.45m

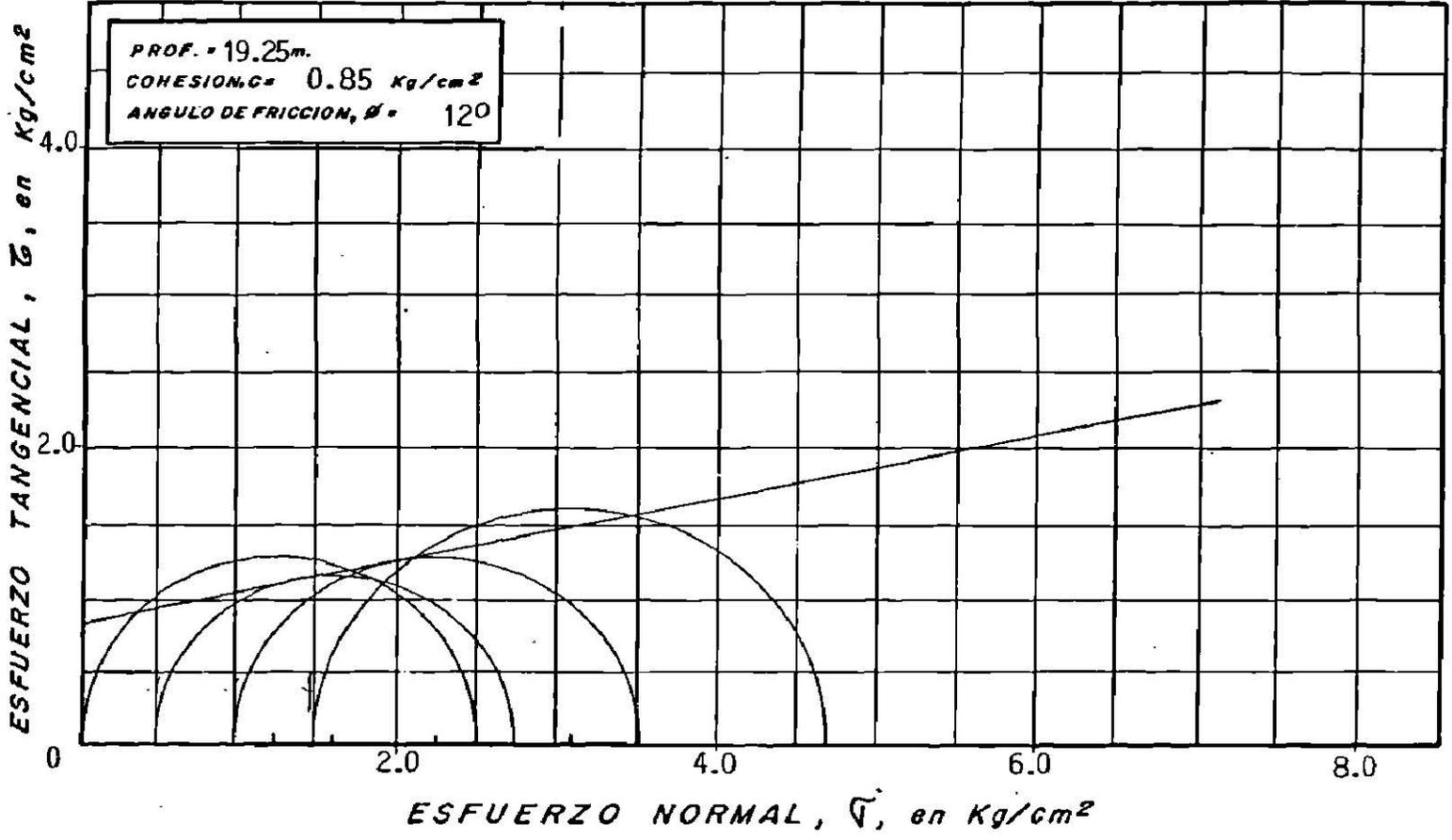


SIMBOLOS	ESFUERZO CONFINANTE $\sqrt{I_3}$ (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMAL $\sqrt{I_1}$ (Kg/cm ²)	DEFORMACION δ/L , (%)
○	0.45	0.60	6.74
●	1.00	0.68	8.20
△	1.50	0.73	8.43
▽			

1ª LAGUNA DE LERMA
"ALMOLOYA DEL RIO"
BORDO DE CONFINAMIENTO

SONDEO SM-1
CURVAS ESFUERZO — DEFORMACION
COMPRESION TRIAXIAL

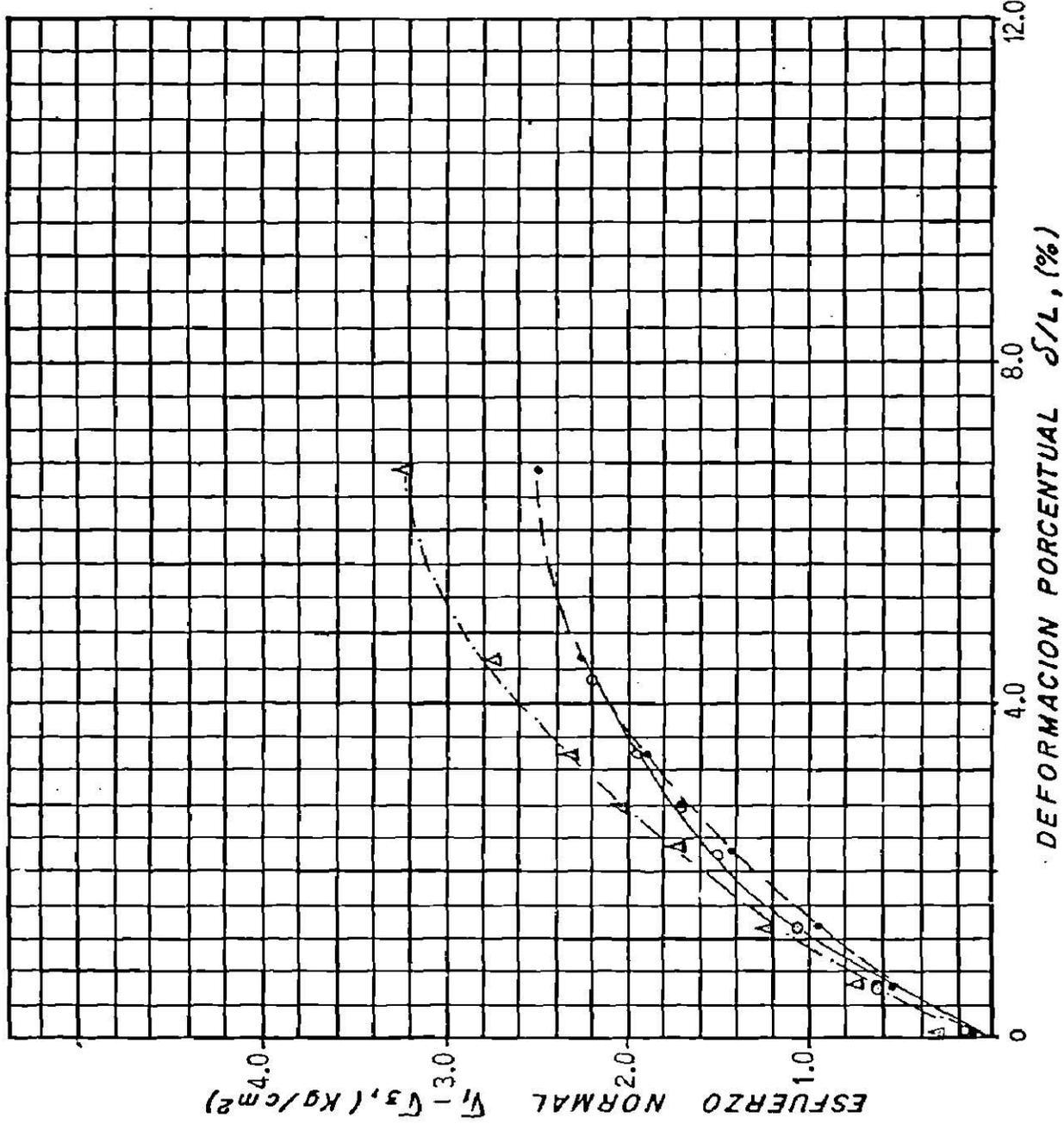
DENSIDAD DE SOLIDOS S_s	RELACION DE VACIOS INICIAL e_1	CONTENIDO DE AGUA INICIAL w_1	GRADO DE SATURACION INICIAL G_1	LIMITE LIQUIDO LL	LIMITE PLASTICO LP	DEFORMACION PORCENTUAL δ/L	ESFUERZO PRINCIPAL		PESO VOLUMETRICO		CLASIF. S.U.C.S.
							MENOR \sqrt{III}	MAYOR \sqrt{I}	HUMEDO γ_b	SECO γ_s	
—	—	%	%	%	%	%	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/m ³	Kg/m ³	MH
2.238	2.504	111.9	100.6			4.27	0.50	2.70	1365	648	
	2.415	110.1	102.0			6.74	1.00	3.49			
	2.440	109.8	100.7			6.74	1.50	4.71			



1^a LAGUNA DE LERMA
 "ALMOLOYA DEL RIO"
 BORDO DE CONFINAMIENTO
 SONDEO SM-1
 COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

FIGURA No. V.1.Q.

Prof.
19.25 m



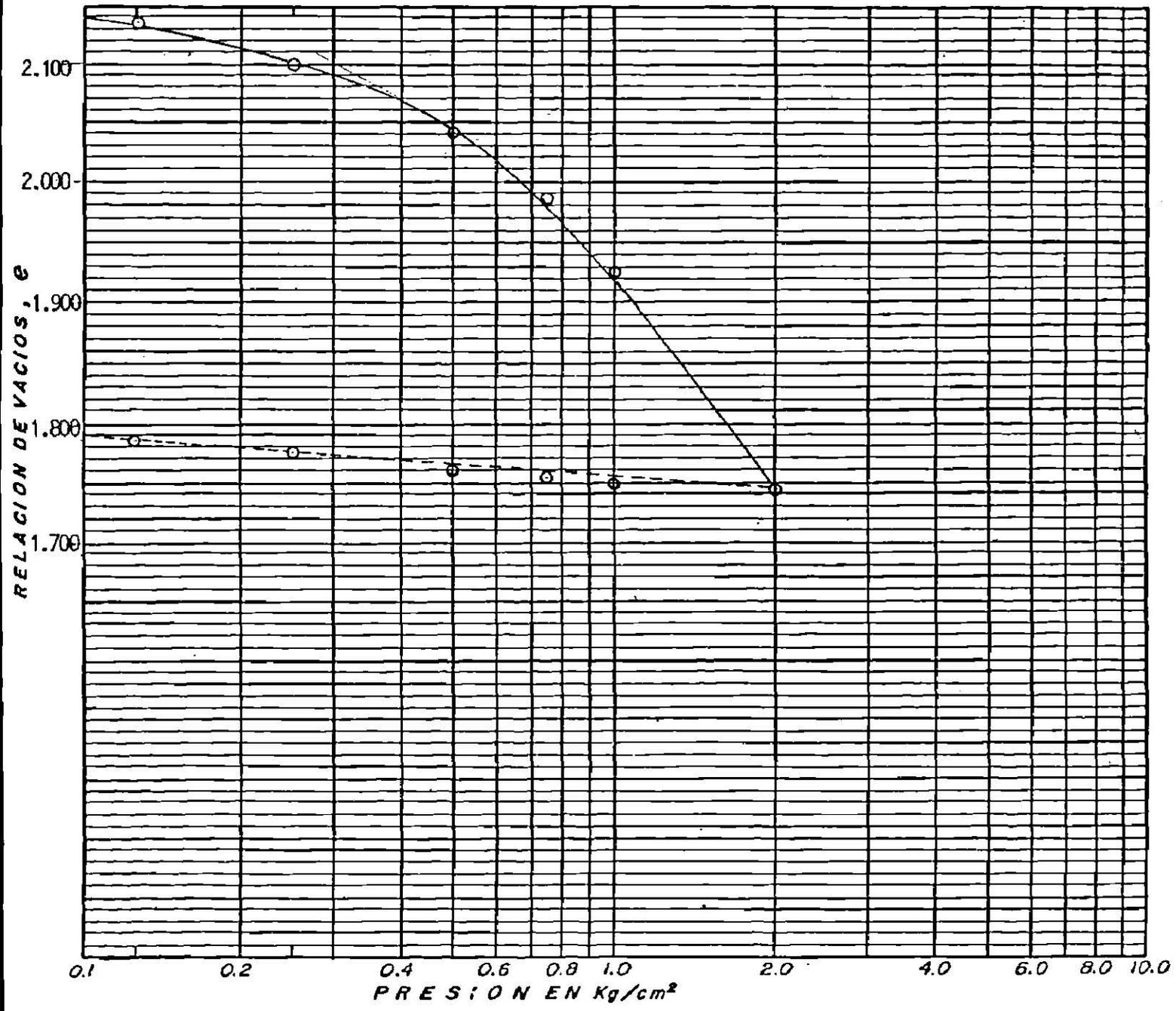
SIMBOLOS	ESFUERZO CONFINANTE V_3 (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMAL $V_1 - V_3$ (Kg/cm ²)	DEFORMACION δ/L , (%)
○	0.50	2.20	4.27
●	1.00	2.49	6.74
Δ	1.50	3.21	6.74
▼	1.50	3.21	6.74

1ª LAGUNA DE LERMA
"ALMOLOYA DEL RIO"
BORDO DE CONFINAMIENTO

SONDEO SM-1
CURVAS ESFUERZO — DEFORMACION
COMPRESION TRIAXIAL

FIGURA No. V.1.R.

PROF.	DENSIDAD DE SÓLIDOS S_s	RELACION DE VACIOS INICIAL e_i	CONTENIDO NATURAL DE AGUA		GRADO DE SATURACION		LIMITE LIQUIDO LL	INDICE PLASTICO IP	PESO VOLUMETRICO γ_m	INDICE DE RECOM-PRESION C_c	INDICE DE COMPRESION C_e	PRESION EFECTIVA VERTICAL P_0	CARGA DE PRECONSOLIDACION P_c	REL. DE PRECONSOLIDACION RPC	CLASIFICACION S.U.C.S.
			INICIAL w_i	FINAL w_f	INICIAL G_i	FINAL G_f									
1.45	2.477	2.186	81	74	92	101			1 407				0.63		

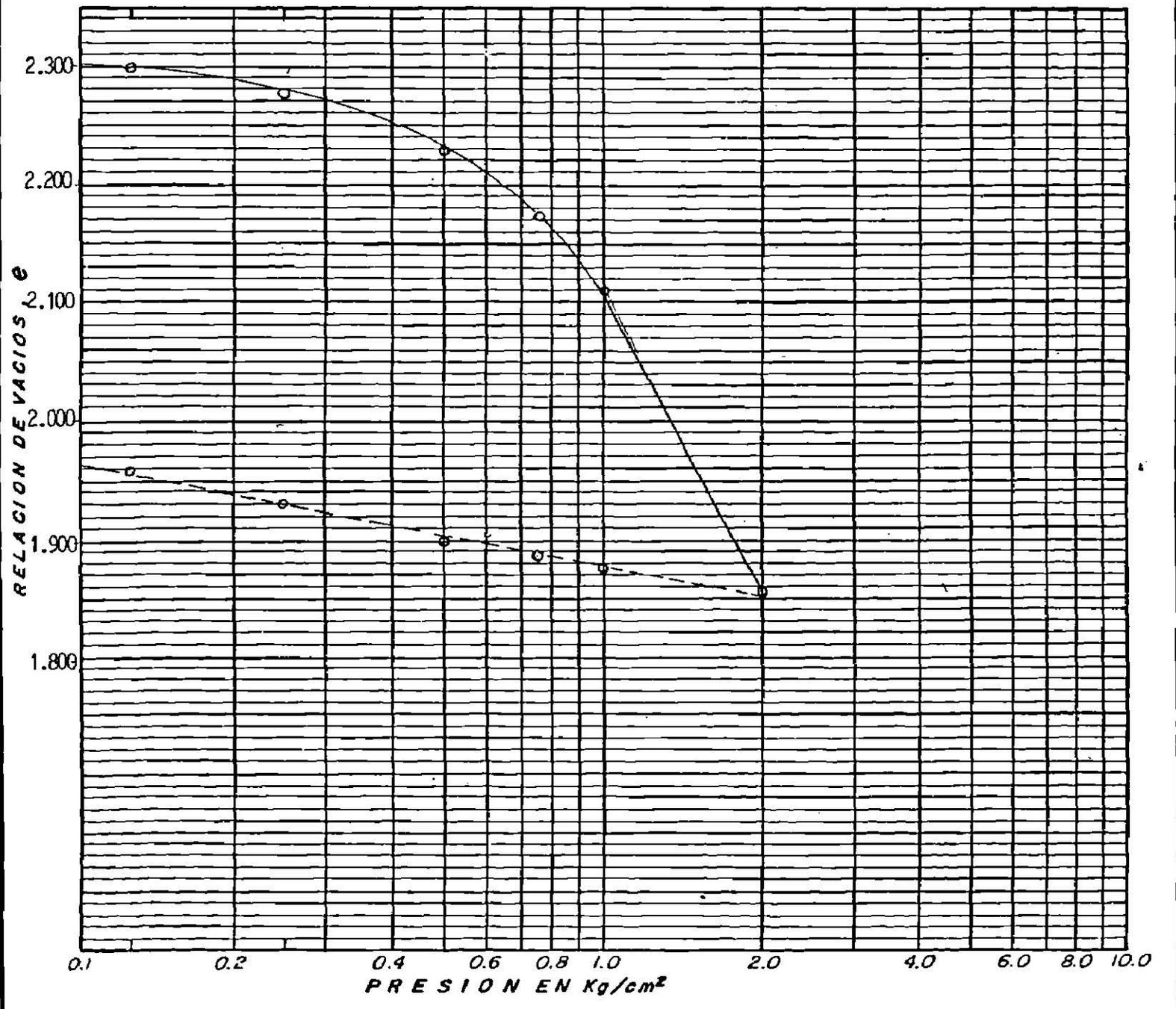


1ª LAGUNA DE LERMA
"ALMOLOYA DEL RIO"
BORDO DE CONFINAMIENTO

SONDEO SM-1
ENSAYES DE COMPRESIBILIDAD

FIGURA No. V.1.S.

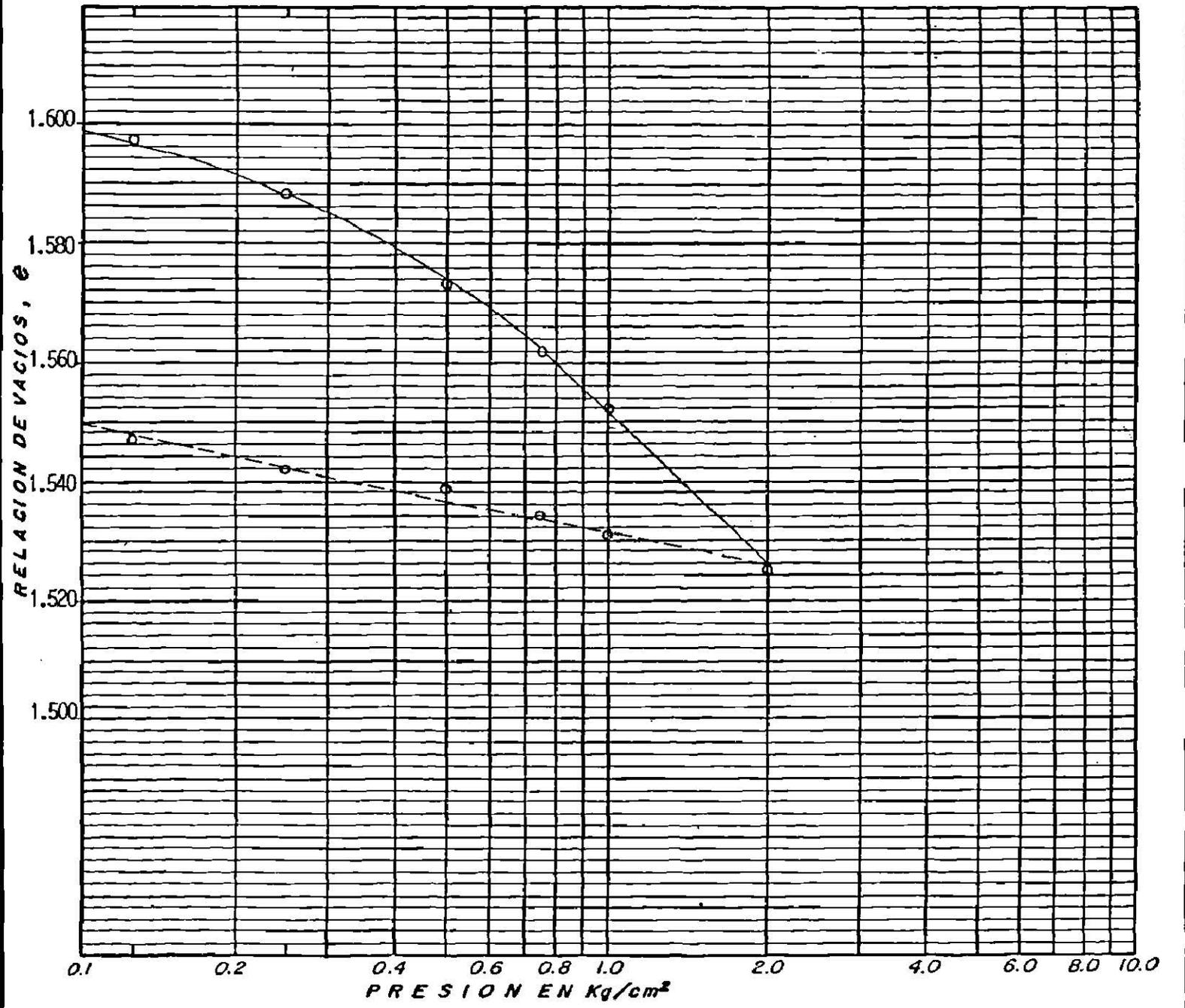
PROF	DENSIDAD DE SOLIDOS S_s	RELACION DE VACIOS INICIAL e_i	CONTENIDO NATURAL DE AGUA		GRADO DE SATURACION		LIMITE LIQUIDO LL	INDICE PLASTICO IP	PESO VOLUMETRICO γ_m	INDICE DE RECOM-PRESION C_r	INDICE DE COMPRESION C_c	PRESION EFECTIVA VERTICAL P_o	CARGA DE PRECONSOLIDACION P_c	REL. DE PRECONSOLIDACION R_{PC}	CLASIFICACION S.U.G.S.
			INICIAL W_i	FINAL W_f	INICIAL S_i	FINAL S_f									
4.45	2.663	2.329	85.4	77.0	98	103			1483				0.78		CH



1ª LAGUNA DE LERMA
 "ALMOLOYA DEL RIO"
 BORDO DE CONFINAMIENTO
 SONDEO SM-1
 ENSAYES DE COMPRESIBILIDAD

FIGURA No. V.1.T.

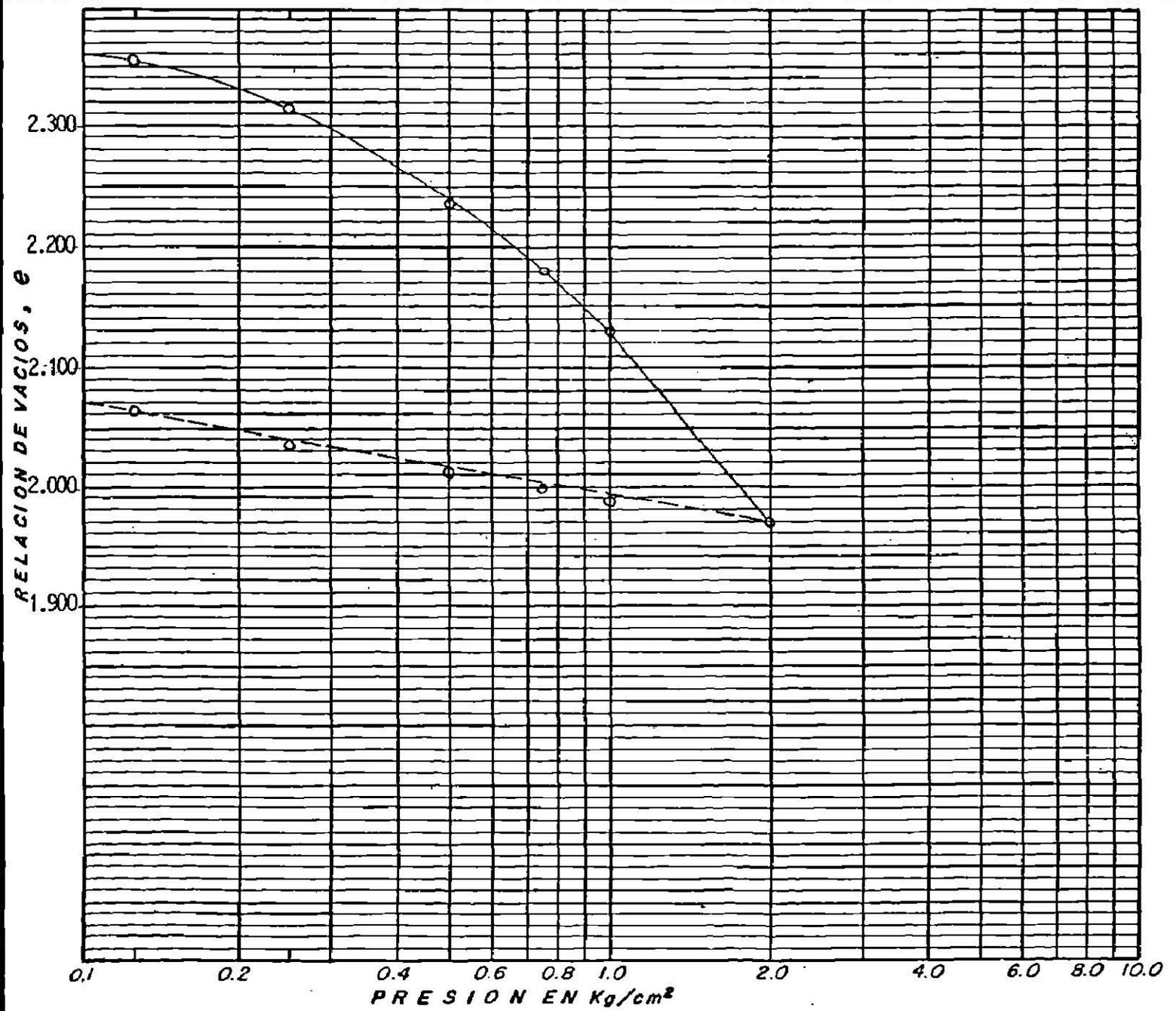
PROF	DENSIDAD DE SÓLIDOS S _s	RELACION DE VACÍOS INICIAL e _i	CONTENIDO NATURAL DE AGUA		GRADO DE SATURACION		LIMITE LIQUIDO LL	INDICE PLASTICO IP	PESO VOLUMETRICO γ _m	INDICE DE RECOM-PRESION C _r	INDICE DE COMPRESION C _c	PRESION EFECTIVA VERTICAL P _o	CARGA DE PRECONSOLIDACION P _c	REL. DE PRECONSOLIDACION R _{PC}	CLASIFICACION S.U.C.S.
			INICIAL W _i	FINAL W _f	INICIAL G _i	FINAL G _f									
7.40	2.609	1.619	61.3	60.8	99	102			1607						CH



1ª LAGUNA DE LERMA
 "ALMOLOYA DEL RIO"
 BORDO DE CONFINAMIENTO
 SONDEO SM-1
 ENSAYES DE COMPRESIBILIDAD

FIGURA No. V.1.U.

PROF.	DENSIDAD DE SÓLIDOS S_s	RELACION DE VACIOS INICIAL e_i	CONTENIDO NATURAL DE AGUA		GRADO DE SATURACION		LIMITE LIQUIDO LL	INDICE PLASTICO IP	PESO VOLUMETRICO γ_m	INDICE DE REGOM-PRESION C_r	INDICE DE COMPRESION C_c	PRESION EFECTIVA VERTICAL P_o	CARGA DE PRECONSOLIDACION P_c	REL. DE PRECONSOLIDACION R_{PC}	CLASIFICACION S.U.C.S.
			INICIAL w_i	FINAL w_f	INICIAL S_i	FINAL S_f									
13.45	2.322	2.427	101	94	97	103			1361			132	0.75		CL



1ª LAGUNA DE LERMA
 "ALMOLOYA DEL RIO"
 BORDO DE CONFINAMIENTO
 SONDEO SM-1
 ENSAYES DE COMPRESIBILIDAD

FIGURA No. V.1.V.

V.1 DISEÑO GEOMETRICO DE LA SECCION ESTRUCTURAL DE BORDO DE CONFINAMIENTO

PARA EL DISEÑO DE LA SECCION ESTRUCTURA, SOLO SE CONSIDERO LAS CARGAS DE TRABAJO EJERCIDO POR LA MAQUINARIA DURANTE LA ULTIMA ETAPA DE CONSTRUCCION, YA QUE EL OBJETIVO DEL BORDO SOLO ES CONFINAR EL AGUA EN UN AREA DETERMINADA CONSIDERANDOLO A LA VES COMO UN DIQUE EN LAS ZONAS DONDE SE INUNDABA.

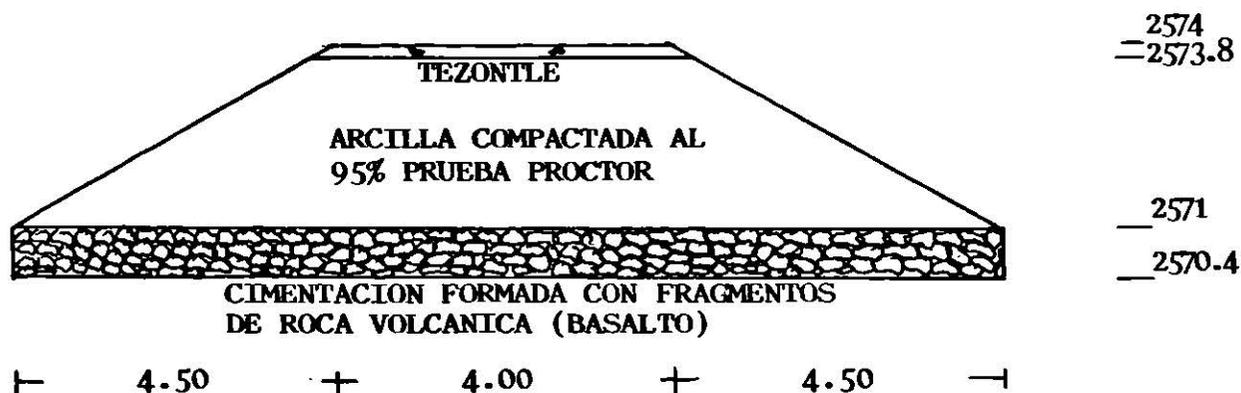
LA ESTRUCTURA SOBRE LA QUE SE ENCUENTRA LA LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO ES UNA CUENCA SEMICERRADA, EN LA QUE SE APRECIAN UNA SUCESION DE CORRIENTES DE LAVA VOLCANICA-BASALTICO, QUE PERDURO DESDE EL FINAL DEL PLIOCENO AL CUATERNARIO, DANDO LUGAR A LA FORMACION DE UNA ZONA LACUSTRE, CUYO NIVEL TOPOGRAFICO SE HA ABATIDO, FORMANDO LA ACTUAL DEPRESION DE LA LAGUNA.

EN ESTA DEPRESION ACTUALMENTE SE ENCUENTRAN UNA SERIE DE MATERIALES DEPOSITADOS QUE CONSISTEN EN SUELOS ORGANICOS DE ALTA COMPRESIBILIDAD Y CONSISTENCIA BAJA, ENCONTRANDOSE HOMOGENIZADOS CON CENIZAS VOLCANICAS Y LIMOS-ARCILLOSOS, LOS QUE EN GENERAL PRESENTAN CONDICIONES CONSTANTES DESFAVORABLES PARA LA CIMENTACION.

DE LOS RESULTADOS EXPUESTOS SE CONCRETO, QUE LA SECCION ESTRUCTURAL MAS APROPIADA PARA LA CONSTRUCCION DEL BORDO DE CONFINAMIENTO PARA LA LAGUNA SERIA "UNA ESTRUCTURA DE TIPO FLOTANTE".

POR LO QUE SE DESARROLLARON TRES BORDOS DE PRUEBA CON EL PROPOSITO DE CONOCER LAS DEFORMACIONES QUE PRESENTAN DESDE LA CIMENTACION HASTA EL CUERPO IMPERMEABLE, ASI COMO LAS VENTAJAS QUE PRESENTAN PARA LA CONSTRUCCION VER FIG. V.1.5, V.1.6 Y V.1.7.

FIG. No. V.1.5 SECCION GEOMETRICA DEL BORDO.



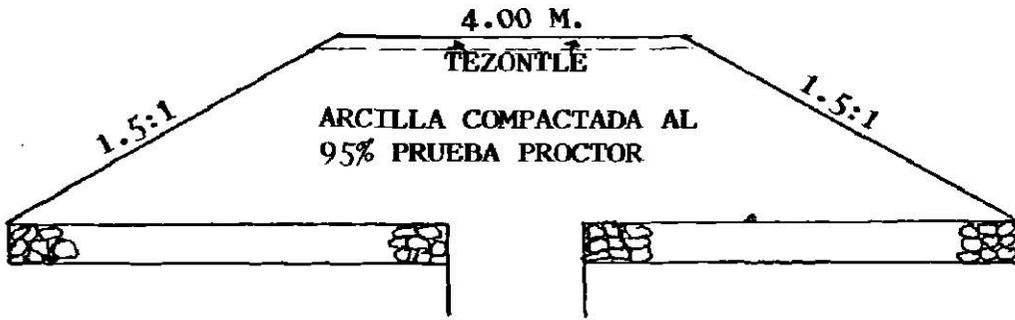
ESTA SECCION SE PROYECTO PARA LAS PARTES ALTAS DONDE LA ALTURA DEL BORDO ES MINIMA Y FUE CON EL PROPOSITO, DE DISMINUIR LA CANTIDAD DE VOLUMEN DE MATERIAL ARCILLOSO.

EL PROCEDIMIENTO TECNICO CONSTRUCTIVO DE LA SECCION EXPUESTA, SE INICIO CON EL TENDIDO DE LOS FRAGMENTOS DE ROCA VOLCANICA, EN ESPESORES NO MAYORES A 30 CM. QUE POSTERIORMENTE SE COMPACTAN O SE INCRUSTAN EN EL SUBSUELO MEDIANTE BANDEO CON UN BULDOZER D-85A KOMATSU O CATERPILAR D-6, CONTINUANDOSE CON LAS CAPAS SUBSECUENTES DE ROCA PARA LA CIMENTACION A LA VES DE QUE SE MEJORABAN AQUELLAS ZONAS DONDE SE PRESENTABAN DEFORMACIONES PROVOCADAS POR EL ASENTAMIENTO DEL SUBSUELO EN LAS AREAS MAS COMPRESIBLES, PARA EFECTOS DE AUMENTAR LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE DEL MISMO Y CONSIDERANDO LAS CARACTERISTICAS DEL BORDO DE CONFINAMIENTO QUE SON:

$$\begin{aligned}
 b &= 13 \text{ M} & h &= 3 \text{ M} \\
 c &= 4 \text{ M} & T &= 1.5:1 \\
 L &= 9700 \text{ M} & \text{SUP.} &= 534 \text{ HAS.} \\
 \text{VOL. ALM.} &= & &= 10'680,000 \text{ M}^3
 \end{aligned}$$

SE ELIMINO ESTE PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEBIDO A QUE LAS PARTES ALTAS NO SON CONSTANTES Y CONTINUAMENTE SE CAMBIARIA DE SECCION, ADEMAS DE CONSIDERAR LA PRESENCIA DE LAS FILTRACIONES POSTERIORES A LA CONSTRUCCION, YA QUE LOS FRAGMENTOS DE ROCA SOLO QUEDAN EMPACADOS EN SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS.

SECCION TIPO FIG. No. V.1.6

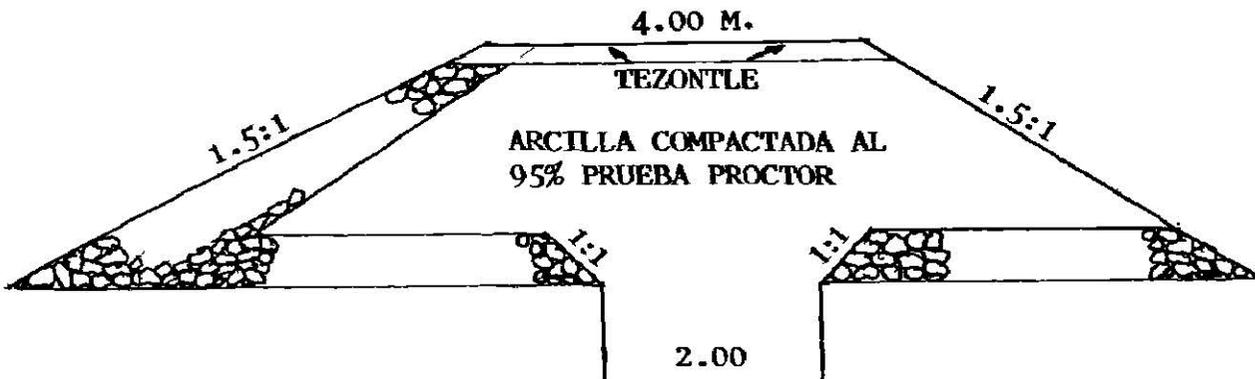


2574
2573.8

2571
2570.4
2568.9

ESTA SECCION SE PROYECTO CON LA FORMACION DE CIMENTACIONES EN --
FORMA DE BANQUETAS, CONSTRUYENDOSE DE FORMA AISLADA Y A LA VES EL OBJETIVO --
PRINCIPAL FUE EVITAR EL DESPERDICIO DEL MATERIAL ROCOSO, SIN EMBARGO SE DES--
CARTO POR LOS RENDIMIENTOS BAJOS TANTO EN HORAS-MAQUINARIA COMO HORAS-HOMBRE
ADEMAS DE QUE LA CONTAMINACION DEL MATERIAL ARCILLOSO ERA CONSTANTE.

SECCION TIPO FIG. No. V.1.7



2574.0
2573.8

2571.0
2570.4
2568.9

ESTA SECCION FUE LA DE MAYOR ACEPTACION DEBIDO A QUE SE ABATIE--
RON TIEMPOS Y COSTOS, CONSIDERANDO UNA RETROEXCAVADORA PARA LA EXCAVACION DE
LA ZANJA PARA LA FORMACION DEL DENTELLON, EVITANDO ASI LA CONTAMINACION DEL--
MATERIAL ARCILLOSO Y AUMENTANDO LA ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA COMPLETA, ADE--
MAS DE PERMITIR A LA VES LA COLOCACION DEL ENRROCAMIENTO EN EL PARAMENTO HU--
MEDO.

V.2 DISEÑO DE LA CIMENTACION.

UNA VEZ QUE SE DETERMINARON LAS CARACTERISTICAS GEOLOGICAS Y MECANICAS DE LOS MATERIALES EXISTENTES EN LA ZONA DE LA LAGUNA; SE PROCEDE A REALIZAR UNA SERIE DE DISEÑOS DE ESTRUCTURA TIPO PARA LA FORMACION DEL BORDO.

1.- DESDE EL PUNTO DE VISTA GEOLOGICO SE DETERMINO LA PROFUNDIDAD PROMEDIO DE LOS MATERIALES INESTABLES, SIENDO PROXIMOS A LOS 20 MTS. COMPORTANDOSE A LA VEZ COMO UNA MASA GELATINOSA, SIN DETERMINAR EXACTAMENTE EN LA ZONA DE DESPLANTE PROFUNDIDAD ALGUNA DE LA ROCA FIRME. Y CONSIDERANDO QUE LOS REQUISITOS ESENCIALES PARA EL DESPLANTE DE UNA ESTRUCTURA, SON LOS SIGUIENTES:

- A) PROPORCIONAR UN APOYO ESTABLE PARA EL TERRAPLEN, EN TODAS LAS CONDICIONES DE CARGA Y SATURACION.
- B) PRESENTAR AL MISMO TIEMPO UNA RESISTENCIA A LA FILTRACION, PARA EVITAR UNA PERDIDA DE AGUA EXCESIVA.

LAS CONDICIONES DE LA CIMENTACION DEPENDEN DE LAS CARACTERISTICAS GEOLOGICAS Y DEL ESPESOR DE LOS ESTRATOS QUE VAN HA SOPORTAR EL PESO DE LA ESTRUCTURA, SU INCLINACION, PERMEABILIDAD Y RELACION CON LOS ESTRATOS SUBYACENTES; LAS FALLAS Y FISURAS, LA CIMENTACION LIMITARA LA ELECCION, DEL TIPO EN CIERTA MEDIDA AUNQUE ESTAS LIMITACIONES SE MODIFICAN CON FRECUENCIA AL CONSIDERAR LA MAGNITUD DE LA SECCION DE LAS ESTRUCTURAS.

TOMANDO EN CUENTA QUE CADA CIMENTACION PRESENTA SUS PROPIOS PROBLEMAS, LOS CUALES REQUIEREN TRATAMIENTOS ESPECIALES ADAPTANDOSE A LAS CONDICIONES LOCALES PARA LOS CUALES, BASANDOSE EN LOS PRINCIPIOS DE MECANICA DE SUELOS SE PUEDEN OBTENER SOLUCIONES TEORICAS.

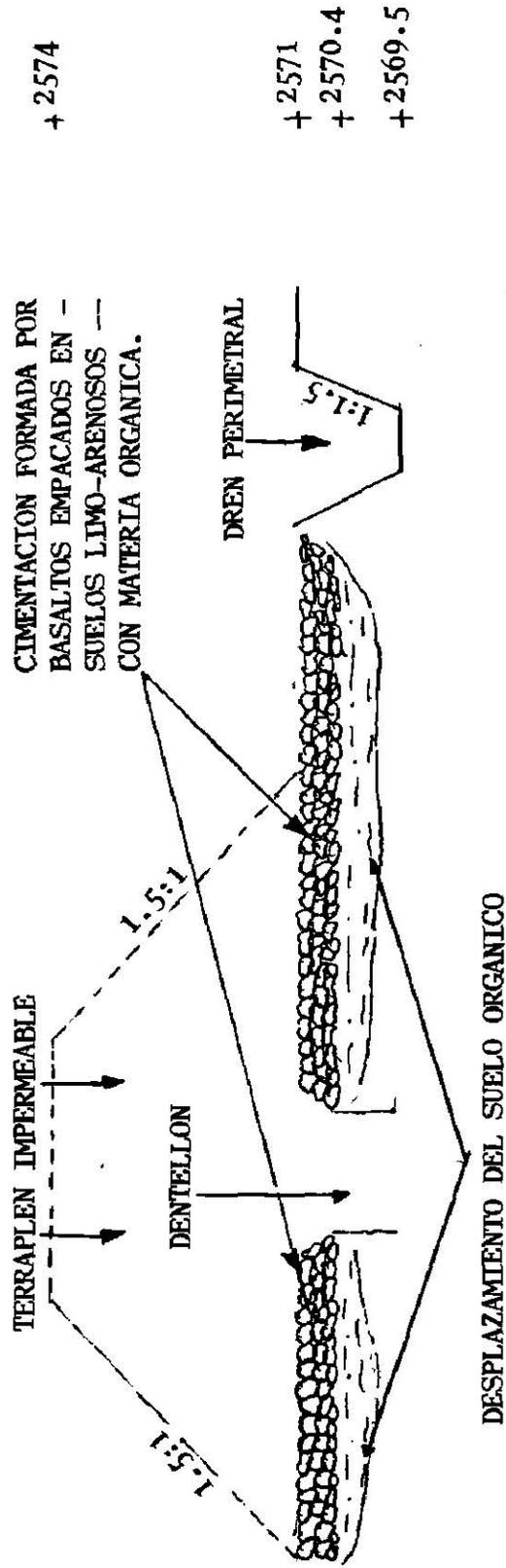
PROPONRIENDO DE FORMA PARTICULAR ALGUNA SECCION DE LA CUAL SE DETERMINARIA, QUE LA SECCION ESTRUCTURAL DEL BORDO DE CONFINAMIENTO SE--

RIA ARTIFICIAL, PRINCIPALMENTE LA FORMACION DE LA CIMENTACION PARA ASEGURAR EL DESPLANTE DEL TERRAPLEN IMPERMEABLE.

LOS OBJETIVOS PRINCIPALES DE ESTA PROPUESTA ES ASEGURAR LA RESISTENCIA A LA PERMEABILIDAD, A TRAVES DE LA FORMACION DE LA CIMENTACION, YA QUE SE CONCLUYO QUE SERIA FORMADA POR FRAGMENTOS DE ROCA VOLCANICA CLASIFICADA COMO BASALTO EMPACADO Y CEMENTADO EN ALGUN MATERIAL COHESIVO E IMPERMEABLE Y DEBIDO A QUE LAS CONDICIONES FISICAS DE LOS MATERIALES NO CUMPLEN AL MAXIMO LAS CARACTERISTICAS MENCIONADAS, SE PROPUSO LA FORMACION DE UN DENTELLON PARA ABATIR LAS FILTRACIONES MISMAS QUE SE CAPTARIAN MEDIANTE EL DREN PERIMETRAL O ESTRUCTURA DE CONTROL VER FIG. V.2.8.

SECCION TRANSVERSAL DEL BORDO PROVISITA
DEL DREN PERIMETRAL

FIG. No. V.2.8 DISEÑO DE LA CIMENTACION



V.3 ANALISIS DE ESTABILIDAD

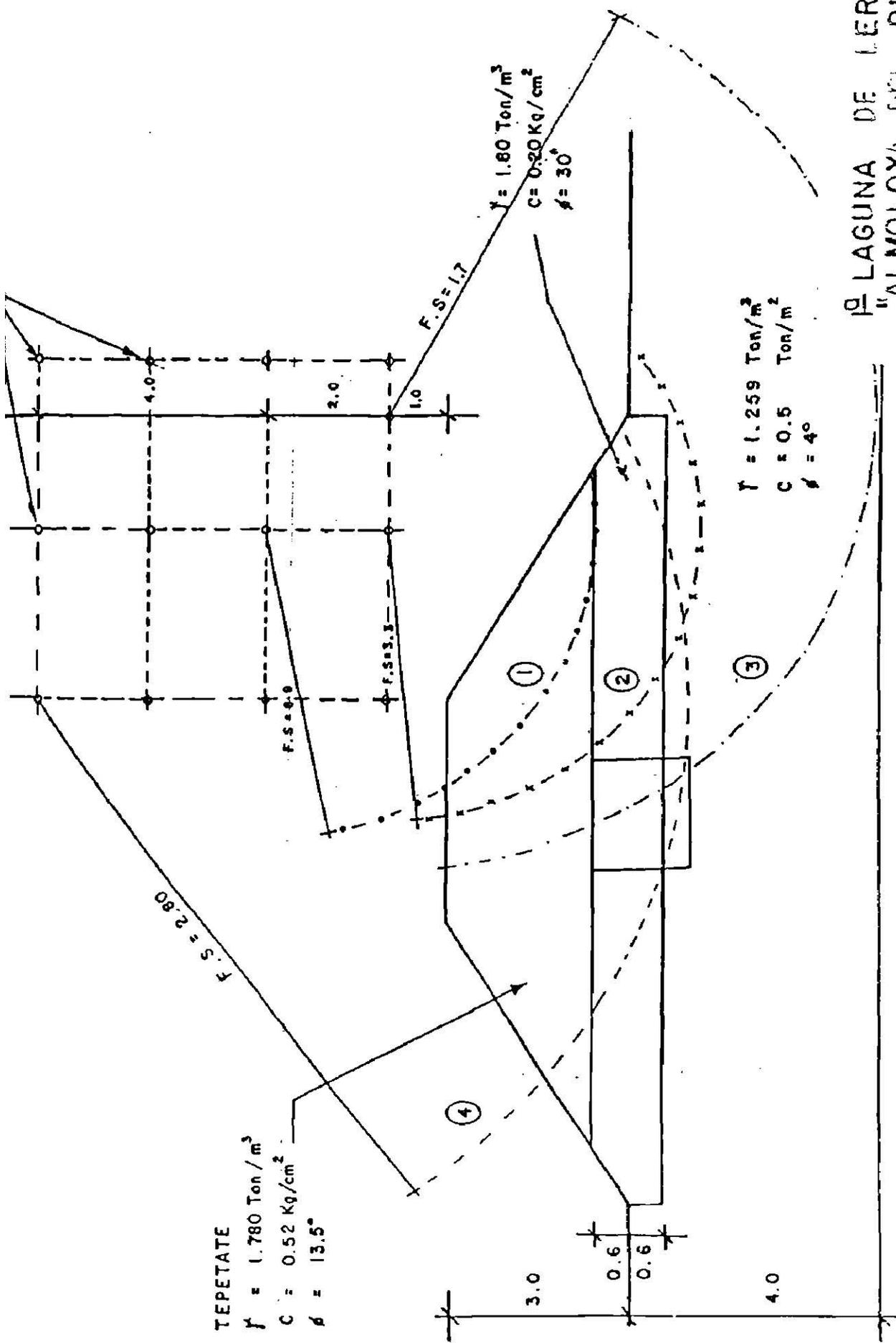
LA ESTABILIDAD DEL BORDO SE REVISO UTILIZANDO EL METODO DESARROLLADO POR FELLENIUS, EL CUAL SE BASA EN PROPONER UNA SUPERFICIE CIRCULAR DE DESLIZAMIENTO EN EL TALUD SOBRE EL CUAL SE SUPONE SE DESARROLLA UN MECANISMO DE FALLA QUE GIRA CON RESPECTO AL CENTRO DE LA LINEA PROPUESTA.

PARA EL ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DEL BORDO, SE PROPUSO UNA RETICULA DE CENTROS DE GIRO, LA CUAL SE MUESTRA EN LA FIGURA No. V.3.8.- PARA CADA UNO DE DICHS CENTROS SE PROPUSIERON DIFERENTES LONGITUDES DE LOS RADIOS DE GIRO, CON LOS CUALES SE DETERMINARON LAS CARGAS DE FALLA Y EL FACTOR DE SEGURIDAD DE ACUERDO CON EL METODO SEÑALADO IDENTIFICANDOSE LOS FACTORES DE SEGURIDAD CRITICOS.

COMO PUEDE NOTARSE, EN LA FIGURA YA MENCIONADA, LA CURVA 1 REPRESENTA LA SUPERFICIE CRITICA DE UNA FALLA LOCAL DENTRO DEL TERRAPLEN FORMADO CON TOBA ARENO-ARCILLOSA, COMPACTADO AL 95% DE SU PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (PVSM), DE ACUERDO A LAS INDICACIONES PARA ESTE MATERIAL, DICHA SUPERFICIE PRESENTA UN FACTOR DE SEGURIDAD NOTABLEMENTE ALTO.

LA CURVA 2 REPRESENTA LA SUPERFICIE CRITICA DE UNA FALLA AL PIE DEL TALUD, LA CUAL CORTA EL ESPESOR DEL MATERIAL GRANULAR COLOCADO PARA APOYO DEL TERRAPLEN; LA SUPERFICIE PRESENTA UN FACTOR DE SEGURIDAD DE 3.3 ARRIBA DEL MINIMO RECOMENDABLE QUE ES DE 1.5.

LA SUPERFICIE 3 ES UNA CURVA CRITICA PARTICULAR, PORQUE SE DESARROLLA UNICAMENTE ENTRE EL TERRAPLEN FORMADO CON EL MATERIAL ARCILLOSO-ARENOSO Y SUELOS ORGANICOS LOCALIZADOS EN EL AREA DE APOYO; EL FACTOR DE SEGURIDAD DE 1.7 RESULTA LIGERAMENTE MAYOR QUE EL MINIMO RECOMENDABLE, ESTA CURVA ARROJA EL MENOR FACTOR DE SEGURIDAD DE TODAS LAS CURVAS ANALIZADAS.



LAGUNA DE LERMA
 "ALMOLOYA DEL RIO"
 BORDO DE CONFINAMIENTO
 CIRCULOS DE FALLA ESTUDIADOS

F. S = FACTOR DE SEGURIDAD = 1.5

ESC. 1:100

FIGURA No. V.3.8.

METODO ORDINARIO DE LAS DOVELAS

EL METODO DE FELLENIUS SE UTILIZA PARA CALCULAR EL FACTOR DE SEGURIDAD PARA UNA SUPERFICIE CIRCULAR DE DESLIZAMIENTO, EN LOS SUELOS - CUYAS RESISTENCIAS ESTAN GOBERNADAS POR ALGUNAS DE LAS SIGUIENTES ECUACIONES DEPENDIENDO DEL TIPO DE SUELO, YA SEAN FRICCIONANTES O COHESIVOS.

$$S = \tau \text{ TAN } \phi \quad \text{SUELOS FRICCIONANTES}$$

$$S = c + \tau \text{ TAN } \phi \quad \text{SUELOS COHESIVOS}$$

DONDE:

$$S = \text{RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE} \quad \text{KG/CM}^2$$

$$\tau = \text{ESFUERZO NORMAL EN EL PLANO DE FALLA} \quad \text{KG/CM}^2$$

$$c = \text{COHESION} \quad \text{KG/CM}^2$$

$$\phi = \text{ANGULO DE FRICCION INTERNA} \quad \text{GRADOS}$$

PARA PODER DETERMINAR LA RESISTENCIA DE SUELOS CON $\phi = 0$, - DEBE CONOCERSE EL ESFUERZO NORMAL EN EL PLANO DE FALLA. POR LO TANTO PA RA ANALIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN TALES SUELOS, ES NECESARIO DE-- TERMINAR EL ESFUERZO NORMAL EN LA SUPERFICIE DE CORTE ANALIZADA.

PARA EL ANALISIS POR EL METODO ORDINARIO DE LAS DOVELAS, LA- MASA SOBRE UNA SUPERFICIE CIRCULAR DE DESLIZAMIENTO SE DIVIDE EN VARIAS- DOVELAS VERTICALES, COMO SE INDICA EN LA FIGURA No. V.3.10, LA SUPOSI-- CION BASICA EN ESTE METODO ES QUE LA RESULTANTE DE LAS FUERZAS LATERALES EN CUALQUIER DOVELA, ACTUA PARALELA EN LA BASE DE LA MISMA Y POR LO TAN- TO, NO INFLUYE EN EL ESFUERZO NORMAL ACTUANTE EN LA BASE DE LA DOVELA. - ESTA SUPOSICION ES CONSERVADORA Y LOS FACTORES DE SEGURIDAD QUE SE OBTIE- NEN SON MAS BAJOS QUE LOS METODOS MAS PRECISOS. EN LA MAYORIA DE LOS CA SOS EL ERROR DEBIDO A ESTA SUPOSICION NO ES MAYOR DE 10%. PARA PRESIO-- NES DE PORO MUY ALTAS Y TALUDES TENDIDOS, PARA EL CASO CUANDO EL ERROR - ES MUY GRANDE DEBE CALCULARSE POR ALGUN METODO MAS EXACTO.

EN EL METODO DE LAS DOVELAS, EL FACTOR DE SEGURIDAD PUEDE EXPRESARSE COMO:

$$F_s = \frac{\sum (W \cos \alpha - UL) \tan \phi + \sum CL}{W \sin \alpha}$$

DONDE:

F_s	=	FACTOR DE SEGURIDAD	
C	=	COHESION	KG/CM ²
ϕ	=	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA	GRADOS
W	=	PESO DE LA DOVELA	KG/CM.
α	=	INCLINACION DE LA BASE DE LA DOVELA	GRADOS
U	=	PRESION DE PORO EN LA BASE DE LA DOVELA	KG/CM.
L	=	LONGITUD DE LA BASE DE LA DOVELA	M.

EL FACTOR DE SEGURIDAD DEFINIDO POR ESTA ECUACION, DEMUESTRA QUE ES EXACTAMENTE IGUAL A LA RELACION ENTRE LA RESISTENCIA AL CORTE DEL SUELO Y EL ESFUERZO CORTANTE REQUERIDO PARA EL EQUILIBRIO DEL TALUD. ASI EL FACTOR DE SEGURIDAD CALCULADO POR ESTE METODO PUEDE CONSIDERARSE COMO EL FACTOR POR EL CUAL TODOS LOS VALORES DE C Y $\tan \phi$ TENDRIAN QUE SER DIVIDIDOS PARA LLEVAR AL TALUD A UN ESTADO DE EQUILIBRIO APENAS ESTABLE. EL FACTOR DE SEGURIDAD DEBERIA SER SIEMPRE CUANDO MENOS TAN GRANDE COMO EL MARGEN DE INCERTIDUMBRE RELATIVO A LOS PARAMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO.

EL FACTOR DE SEGURIDAD DE UN TALUD, SE CALCULA COMO SIGUE:

- 1.- SE SUPONE UNA SUPERFICIE DE DESLIZAMIENTO COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA No. V.3.10.
- 2.- SE DIVIDE LA MASA LIMITADA POR EL ARCO CIRCULAR, EN VARIAS DOVELAS VERTICALES. LAS DOVELAS SE ELIGEN DE TAL MANERA QUE LA BASE DE CUALQUIERA DE ELLAS QUEDE ALOJADO DENTRO DE UN MISMO ESTRATO DE SUELO, PARA CALCULOS MANUALES DE 8 A 12 DOVELAS SON SUFICIENTES, Y POR MEDIO DE COMPUTADORA SE UTILIZAN DEL ORDEN DE 30. SI HAY AGUA EN

LA PARTE EXTERIOR DEL TALUD, SE REPRESENTA POR UNA O MAS DOVELAS, -
COMO SI FUERA UN SUELO CON PESO PERO SIN RESISTENCIA.

- 3.- SE CALCULA EL PESO DE CADA DOVELA VERTICAL Y CUANDO UNA DOVELA CRUCE MAS DE UN ESTRATO CON DIFERENTES PESOS VOLUMETRICOS, LOS PESOS-PARCIALES SE SUMAN PARA DETERMINAR EL PÉSO TOTAL DE LA DOVELA. PARA LO CUAL SE UTILIZA LA FORMA TABULAR. FIGURA No. V.3.10.1.
- 4.- PARA CADA DOVELA SE DETERMINA LA LONGITUD DE LA BASE (L), EL ANGULO DE INCLINACION DE LA BASE (α), LA COHESION DEL SUELO EN LA BASE (C), EL ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA DEL SUELO EN LA BASE (ϕ) Y LA PRESION DE PORO EN LA BASE (U). (SI EL ANALISIS SE REALIZA CON ESFUERZOS TOTALES U = 0), SE ANOTAN LOS VALORES CON EL PESO DE CADA DOVELA, EN LA FORMA TABULAR DE CALCULO. FIGURA No. V.3.10.2.
- 5.- SE CALCULA EL FACTOR DE SEGURIDAD F_s SIGUIENDO EL PROCEDIMIENTO INDICADO EN LA FORMA DE CALCULO (COMO SE MUESTRA EN EL EJEMPLO).
- 6.- NUEVAMENTE SE REPITEN LOS PASOS ANTERIORES PARA VARIOS CIRCULOS TANGENTES A LA MISMA ELEVACION, HASTA LOCALIZAR EL CIRCULO MAS CRITICO (EL QUE TENGA EL VALOR DEL F_s MAS BAJO).
- 7.- SE REPITE PARA OTRAS ELEVACIONES, HASTA ENCONTRAR EL VALOR MAS CRITICO DE TODOS.

ALMOLOYA DEL RIO

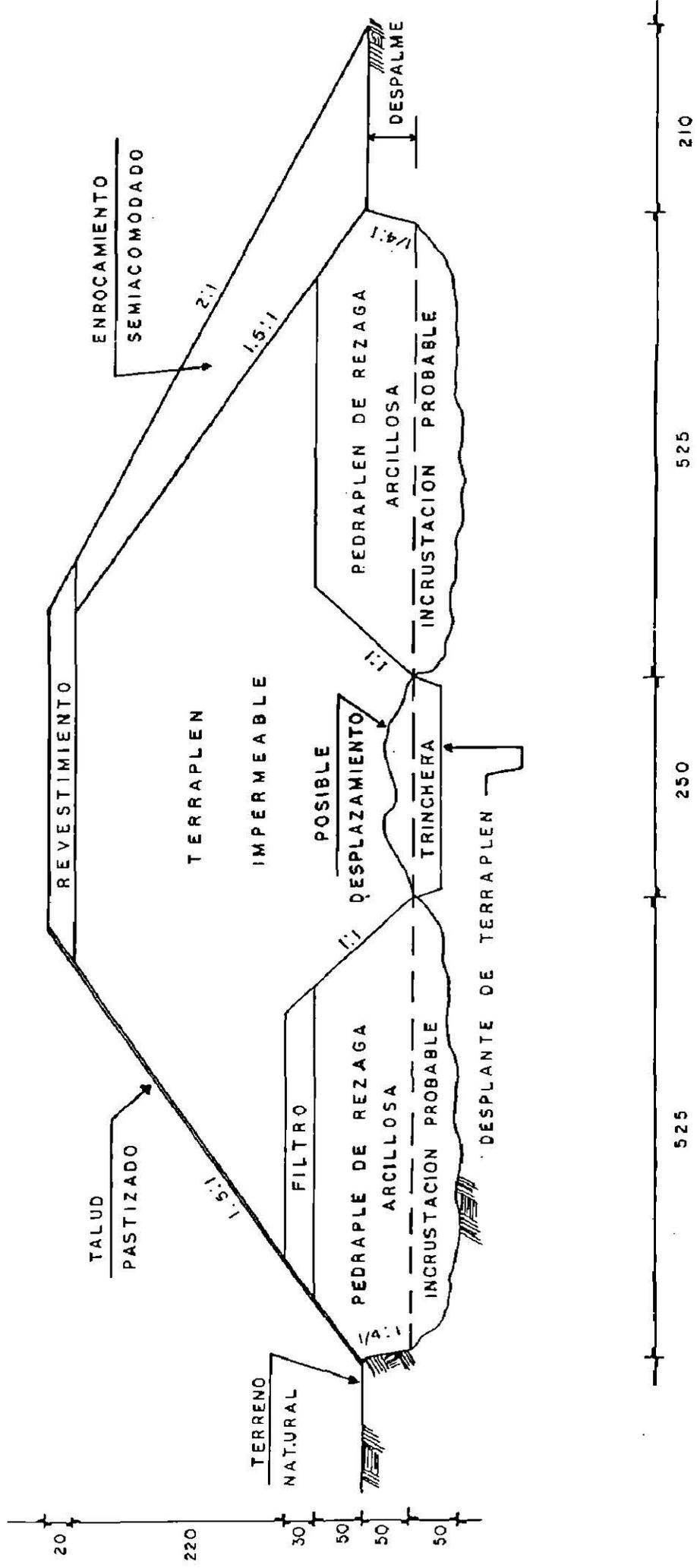


FIGURA No. V.3.9.

SECCION TIPO PARA TERRENO SATURADO

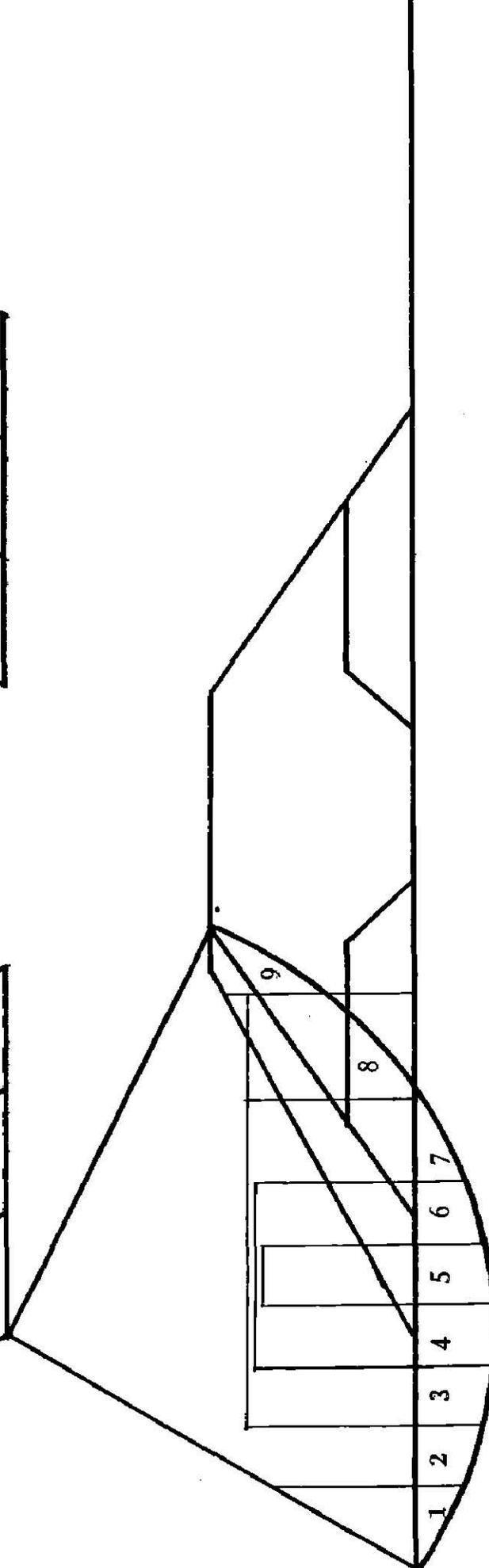
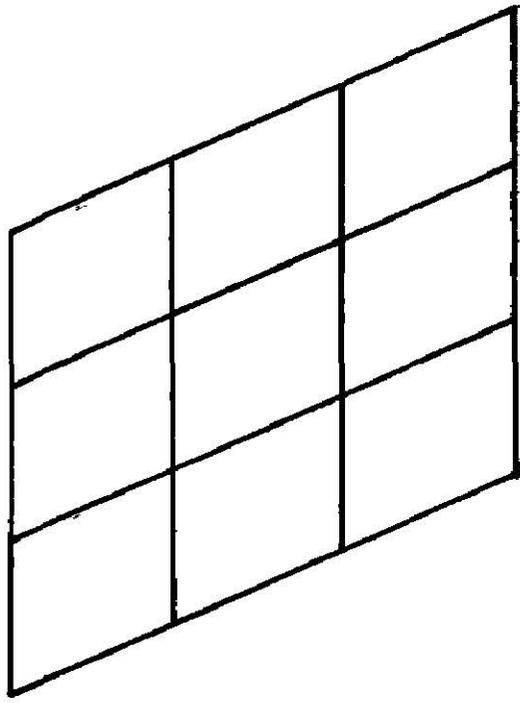
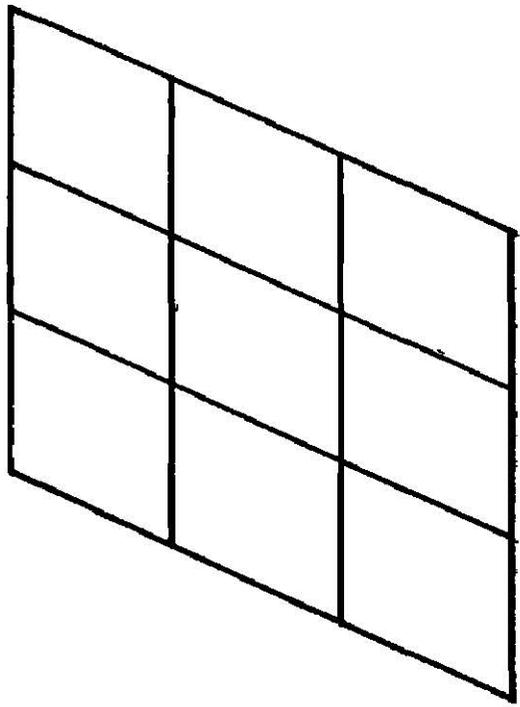


FIGURA No. V.3.10.

CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

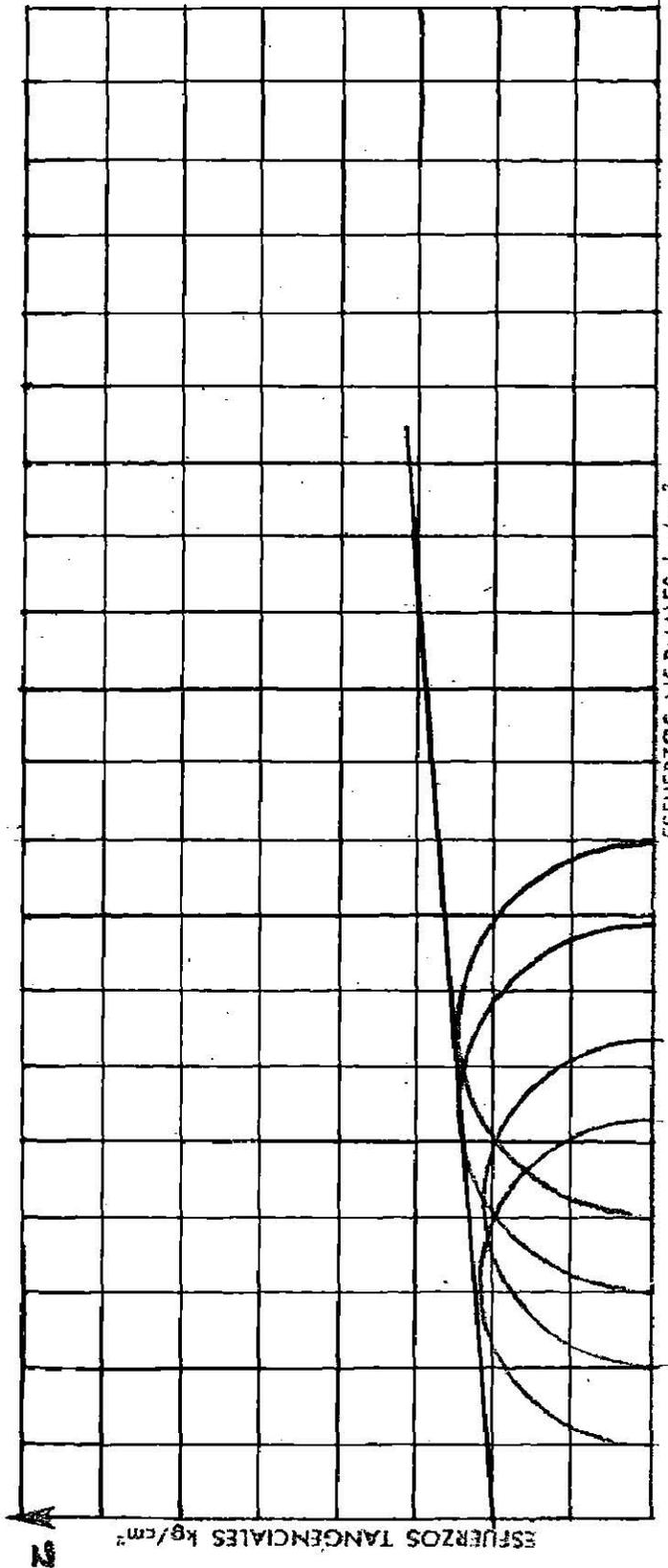
DESCRIPCION DE LA MUESTRA INALTERADA DEL TERRENO NATURAL ENSAYE N° UNICO
 ESTUDIO POR EFECTUAR COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA FECHA DE INICIACION MAYO 91
 PROCEDENCIA LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO FECHA DE TERMINACION _____
 LABORATORISTA TEC. IAB. MARIO CAMPOS SANCHEZ

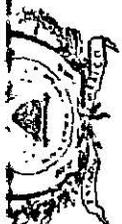
SONDEO N° 1 MUESTRA N° 1 PROFUNDIDAD _____ m
 TIPO DE PRUEBA: RAPIDA (R) CONSOLIDADA RAPIDA (Rc) LENTA (L) OPERADOR: _____ CALCULO: _____

PRUEBA N°	w _i %	w _f %	e _f %	e _i %	e _f %	G _i %	G _f %	σ ₁ kg/cm ²	σ ₃ kg/cm ²	γ kg/m ³	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL ESF. CORT.
1	127.9		3.16			94.3		0.5	2.24	1 276	φ = 4° C = 1.00 kg/cm ²
2	129.8		3.23			93.6		1.0	2.25	1 265	
3	136.9		3.35			95.2		1.5	2.52	1 269	
4	134.7		3.31			94.8		2.0	2.54	1 268	
5											
6											

ESCALA: 1 cm = 0.5 kg/cm² S_s = 2.329

II_L = 140% CLASIFICACION
 IP = 117% SUCS MH





UAEM

CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

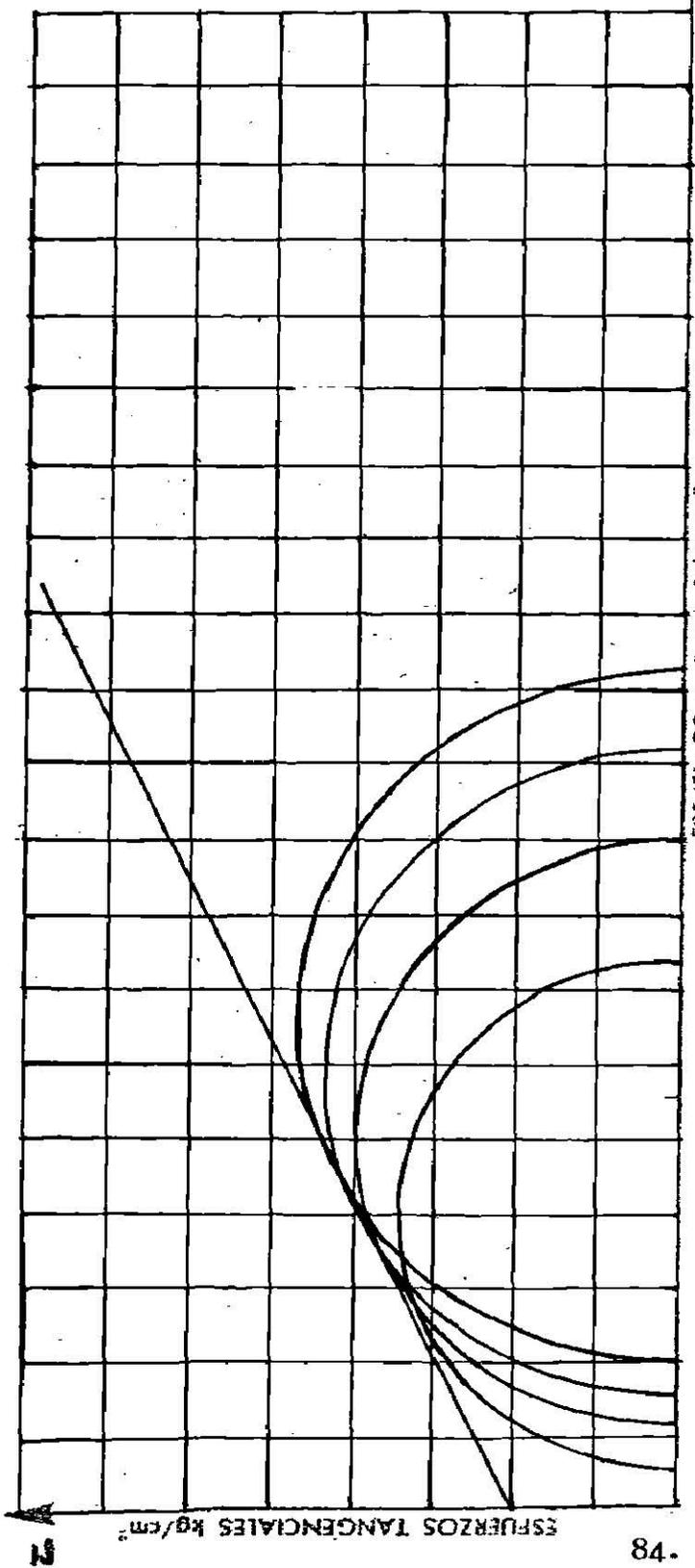
DESCRIPCION DE LA MUESTRA REPRODUCCION EN LAB. MAT. ARENO ARCILLOSO ENSAYE N° UNICO
 ESTUDIO POR EFECTUAR COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA FECHA DE INICIACION MAYO 91
 PROCEDENCIA BANCO DE ENTROCAMIENTO FECHA DE TERMINACION _____
 LABORATORISTA TEC. LAB. MARIO CAMPOS SANCHEZ

SONDEO N° 1 MUESTRA N° 1 PROFUNDIDAD _____
 TIPO DE PRUEBA: RAPIDA (R) LENTA (L) OPERADOR: _____ CALCULO: _____

PRUEBA N°	w _i %	w _f %	e _i %	e _f %	G _i %	G _f %	σ ₃ kg/cm ²	σ ₁ -σ ₃ kg/cm ²	γ kg/m ³	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL ESP. CORT.
1	19.3		0.54		93.5		0.5	6.98	2 023	φ = 25° C = 2 kg/cm ²
2	18.7		0.52		94.7		1.0	7.94	2 044	
3	19.5		0.54		93.5		1.5	8.82	2 021	
4	20.4		0.57		93.1		2.0	9.44	2 000	
5										
6										

ESCALA: 1 cm = 1.0 kg/cm² S_s = 2.61

LL = 24% CIASIFICACION
 LP = 19% SUCS = 5 M



ESFUERZOS N-OR 1 L.S kg/cm²



UAEM

CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

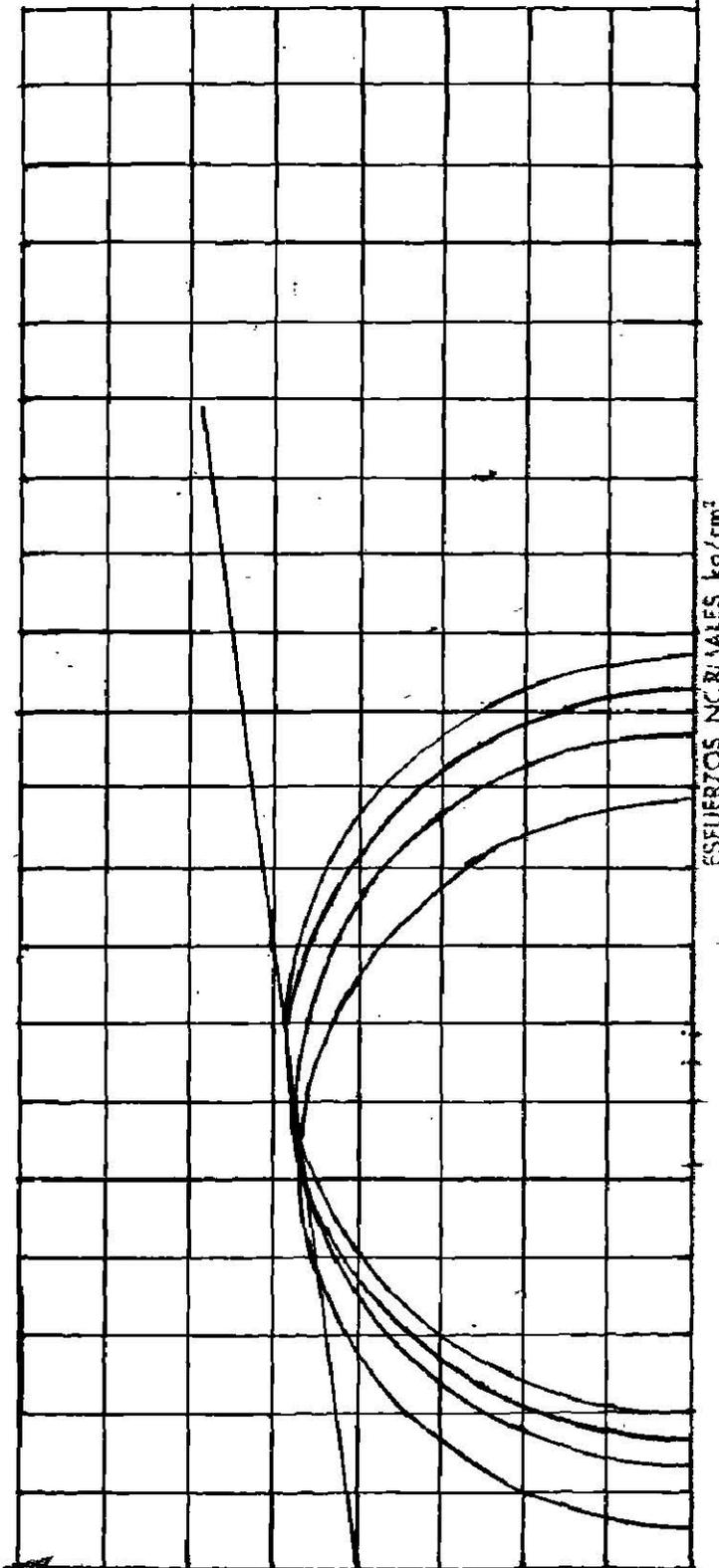
DESCRIPCION DE LA MUESTRA REPROD. EN LABORAT. MATERIAL ARCILLOSO ENSAYE Nº UNICO
 ESTUDIO POR EFECTUAR COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA FECHA DE INICIACION MAYO 91
 PROCEDENCIA BANCO DE ARCILLA DE ALMOLOYA DEL RIO. FECHA DE TERMINACION
 LABORATORISTA TEC.LABORATORISTA MARIO CAMPOS SANCHEZ

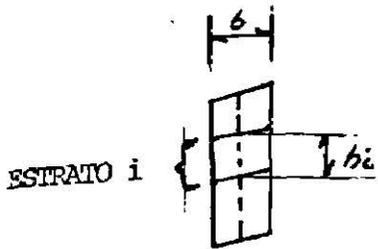
SONDEO Nº 1 MUESTRA Nº 1 PROFUNDIDAD m
 TIPO DE PRUEBA: RAPIDA (R) CONSOLIDADA RAPIDA (Rc) LENTA (L) OPERADOR: TEC.LAB.MARIO CAMPOS S.
 CALCULO: TEC.LAB.MARIO CAMPOS S.

PRUEBA Nº	w _i %	w _f %	w _f %	w _f %	G _f %	G _f %	G _f %	σ ₁ kg/cm ²	σ ₁ -σ ₃ kg/cm ²	γ kg/m ³	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL ESF. CORT. φ = 7°
1	49.8	1.32	95.3	0.5	9.44	1.630					
2	49.8	1.33	94.1	1.0	10.04	1.618					
3	51.2	1.38	93.7	1.5	10.16	1.603					
4	50.1	1.33	94.7	2.0	9.81	1.621					
5											
6											

ESCALA: 1 cm = 1.0 kg/cm² S_s = 2.52

LL = 48% CLASIFICACION
 IP = 36% SUCS ML





γ_i = peso volimétrico del estrato i
 h_i = altura del estrato al centro de la dovela
 w_i = peso parcial = $b h_i \gamma_i$
 Σw_i = peso total de la dovela

DOVELA No.	ANCHO (b) m	ALTURA(hi)m	Pi VOL. () T/m ³	PESO(Wi)T/m	PESO (Wi)T/m
1	1.15	1.00	1.00	1.150	1.512
		0.35	0.90	0.362	
2	1.00	2.25	1.00	2.250	2.880
		0.70	0.90	0.630	
3	1.00	2.50	1.00	2.500	3.310
		0.90	0.90	0.810	
4	1.00	2.37	1.00	2.370	3.537
		(0.075)	0.90	0.067	
		1.00	1.10	1.100	
5	1.00	2.00	1.00	2.000	3.440
		0.50	0.90	0.450	
6	1.00	0.90	1.10	0.990	3.133
		1.50	1.00	1.500	
		0.87	0.90	0.783	
		(0.075)	1.80	0.135	
7	1.35	0.65	1.10	0.715	4.688
		0.90	1.00	1.215	
		0.80	0.90	0.972	
		(0.045)	1.60	0.072	
8	1.25	0.755	1.80	1.835	3.468
		0.40	1.10	0.594	
		0.25	1.00	0.312	
		0.65	0.90	0.731	
9	1.40	0.65	1.60	1.300	1.848
		0.50	1.80	1.125	
		0.40	0.90	0.504	
		0.60	1.60	1.344	

FIGURA No. V.3.10.1.

V.4 ANALISIS DE INFILTRACION

LA CANTIDAD DE AGUA QUE PODRIA INFILTRARSE A TRAVES DEL SUB-SUELO ARCILLO-ARENOSO CON MATERIA ORGANICA, SE DETERMINO CON LAS EXPRESIONES SIGUIENTES:

SUELOS ORGANICOS DE AMBIENTE LACUSTRE

$$q = KDH\$$$

PARA EL DENTELLON CENTRAL

$$q = KiA$$

DONDE:

q = GASTO DE INFILTRACION POR UNIDAD DE LONGITUD-
($cm^3 / s / cm$)

K = COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/s) DETERMINADO EN LAS PRUEBAS DE LABORATORIO DE TIPO DE CARGA VARIABLE.

DH = CAIDA DE POTENCIAL HIDRAULICO (cm).

$\$$ = COEFICIENTE DE FORMA DE LA RED HIDRAULICA.
(ADIMENCIONAL) = $\frac{N_c}{N_p}$

N_c = NUMERO DE CANALES DE FLUJO

N_p = NUMERO DE CAIDAS DE POTENCIAL

i = GRADIENTE HIDRAULICO (ADIMENCIONAL) = $\frac{DH}{L}$

L = LONGITUD DE RECORRIDO DE FLUJO (cm)

A = AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL AL FLUJO (cm^2)

DE ACUERDO CON EL ANALISIS ANTERIOR, PARA LAS CARACTERISTI-
CAS DEL BORDO EN PROYECTO, PRESENTADAS EN EL ESQUEMA DE LA FIGURA No. -
V.4.11. SE OBTUVIERON FLUJOS DE 0.36 Y 0.011 LT/ MIN. / KMS. PARA-
EL FLUJO A TRAVES DEL ESTRATO DE SUELO ORGANICO Y DEL DENTELLON CENTRAL
RESPECTIVAMENTE.

ES CONVENIENTE SEÑALAR QUE SI SE DESEARA REDUCIR EL GASTO -
POR INFILTRACION SERIA NECESARIO REDUCIR LA SECCION DE FLUJO Y ESTO SO-
LO PUEDE LOGRARSE EFICIENTEMENTE CORTANDO CON UN ELEMENTO IMPERMEABLE -
LIGADO AL CUERPO DEL TERRAPLEN DEL BORDO.

CALCULO DE LA INFILTRACION

ESTE ANALISIS OBEDECE ORDINARIAMENTE AL FLUJO LAMINAR QUE ES EL QUE GOBIERNA EL COMPORTAMIENTO DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS Y LAS RELACIONES ENTRE: LA VELOCIDAD DEL FLUJO, PERMEABILIDAD DEL MATERIAL Y CARGA ESTATICA, QUEDANDO EXPRESADA POR LA LEY DE DARCY.

$$v = k \frac{h}{l} \quad \text{DONDE:}$$

v = VELOCIDAD DEL AGUA EN MOVIMIENTO (VELOCIDAD DE CIRCULACION)

k = CONSTANTE QUE DEPENDE DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES (COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD).

h = DIFERENCIA DE ALTURAS ENTRE DOS PUNTOS DEL ESTRATO.

$$i = \frac{h}{l} \quad \text{GRADIENTE HIDRAULICO.}$$

l = DISTANCIA ENTRE DOS PUNTOS (TAMAÑO DE LA MUESTRA).

$$Q = kw \frac{h}{l} \implies Q = k w s$$

Q = GASTO EN CM³ / SEG.

w = SECCION EN CM².

LA LEY DE DARCY = DONDE EL ESCURRIMIENTO DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS, SOLO ES VALIDA MAS QUE EN CONDICIONES NETAMENTE DEFINIDAS.

- MEDIO HOMOGENEO ISOTROPO.
- SUBESTRATO IMPERMEABLE HORIZONTAL.
- ESCURRIMIENTO EN REGIMEN LAMINAR.

SEGUN EL ESCURRIMIENTO ESTARA REGIDO POR LA SIGUIENTE FORMULA:

$$Q = k s \frac{H}{e} \quad \text{DONDE:}$$

Q = GASTO ESCURRIDO EN CM³ / SEG.

H = ALTURA DE CARGA DE AGUA EN CENTIMETROS.

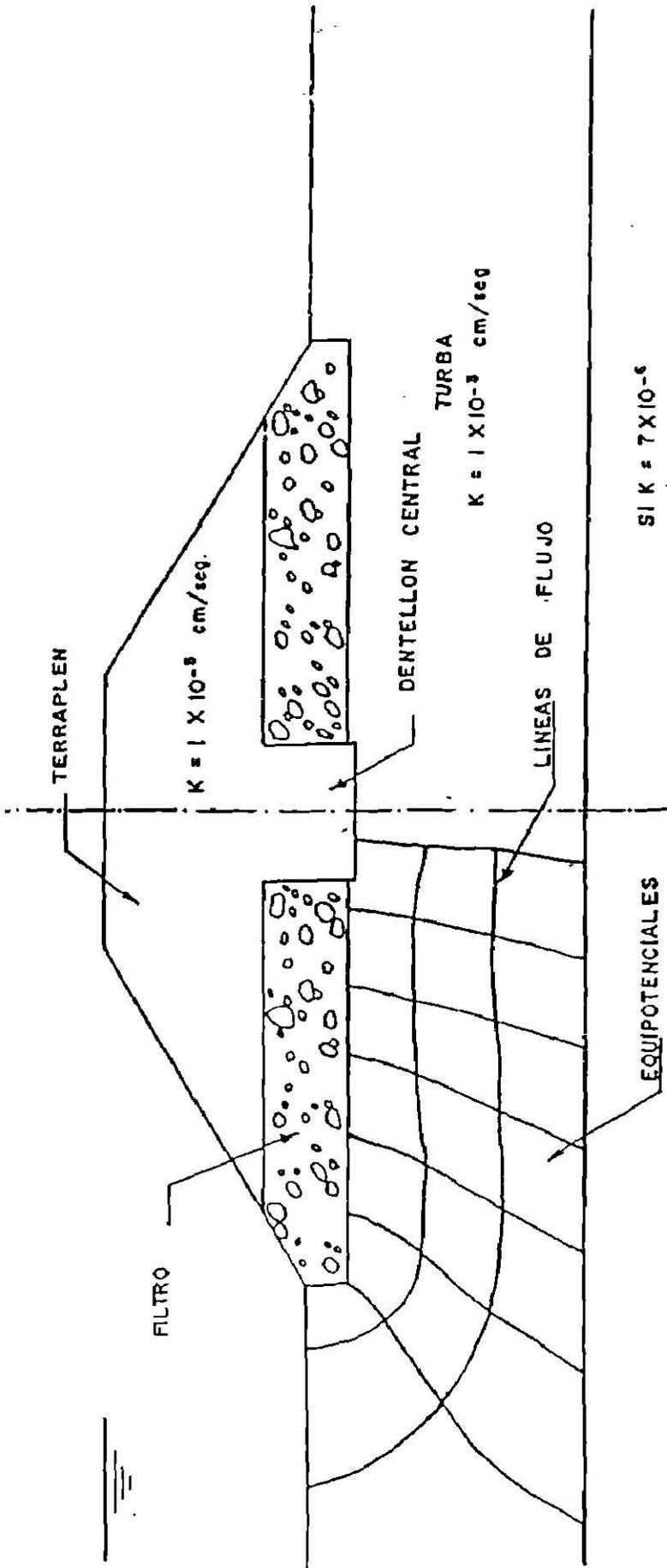
S = SUPERFICIE DE SECCION EN CM².

k = COEFICIENTE DE PROPORCIONALIDAD SEGUN EL MATERIAL.

e = ESPESOR DE LA COLUMNA DEL MATERIAL.

H/e = PERDIDA UNITARIA O GRADIENTE HIDRAULICO.

DE DONDE $Q = kSi$ EN FUNCION DE LA ECUACION No. I



$$f = \frac{Nc}{Np} = \frac{3}{15} = 0.20$$

$$q = khf = 1 \times 10^{-3} \times 300 \times 0.20 = 0.06 \text{ cm}^3/\text{seg}/\text{cm} \rightarrow \times 100 = 6.0 \text{ cm}^3/\text{seg}/\text{m}$$

$$= 0.36 \text{ lt}/\text{min}/\text{m} = 360 \text{ lt}/\text{km}/\text{min}$$

POR EL CORAZON

$$i = \frac{AH}{L} = \frac{300}{200} = 1.5$$

$$q = kIA = 1 \times 10^{-3} \times 1.5 \times 120 \times 100 = 0.18 \text{ cm}^3/\text{seg}/\text{m}$$

$$= 0.0108 \text{ lt}/\text{min}/\text{m} = 10.80 \text{ lt}/\text{km}/\text{min}$$

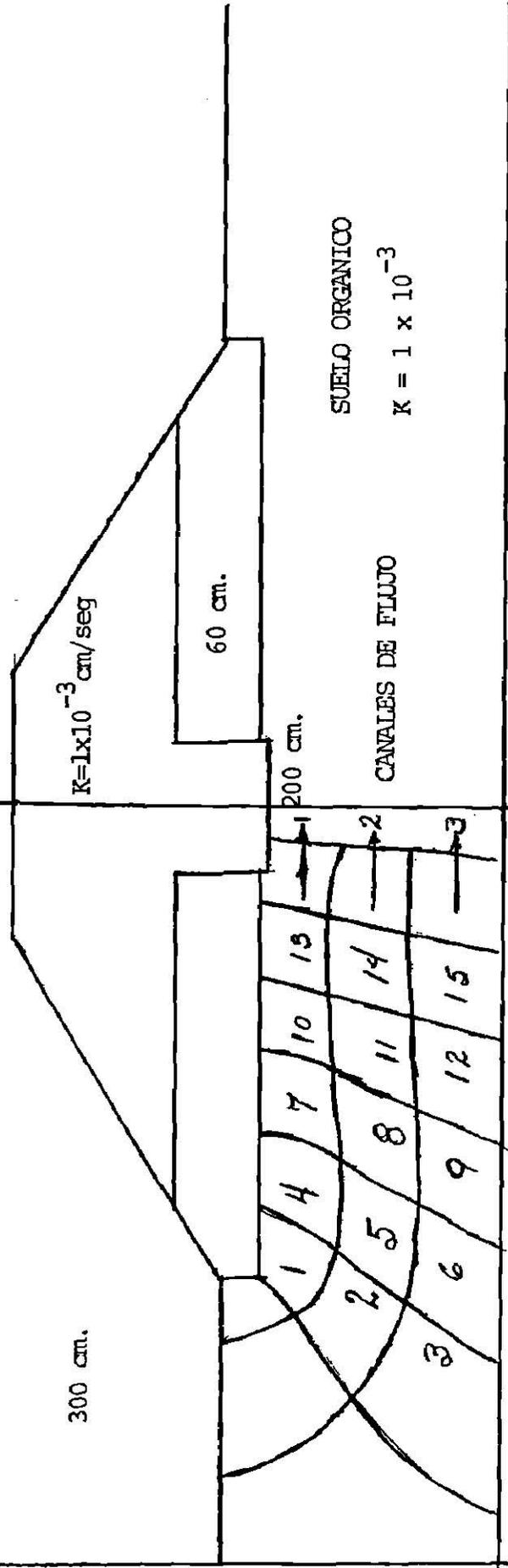
SI $K = 7 \times 10^{-5}$
 ENTONCES
 $q = 0.0025 \text{ lt}/\text{min}/\text{m}$

LA LAGUNA DE LERMA
 "ALMOLOYA DEL RIO"
 BORDO DE CONFINAMIENTO

ANALISIS DE INFILTRACION

FIGURA No. V.4.11.

FIGURA No. V-4.12.



TENEMOS QUE: $1 \text{ cm}^3 = 0.001 \text{ LT.}$
 $1 \text{ seg.} = 0.0166 \text{ MIN.}$
 $1 \text{ m.} = 0.001 \text{ KM.}$

No. DE CAIDAS DE POTENCIAL

IA INFILTRACION A TRAVES DEL SUELO ORGANICO

$$f = \frac{Nc}{Np} = \frac{3}{15} = 0.20 \quad \text{DE DONDE } Q = kh f$$

$$1 \times 10^{-3} \times 300 \times .20 = 0.06 \text{ cm}^3/\text{seg}/\text{cm}$$

$$0.06 \times 0.001 / 0.0166 / 0.01 = 0.36 \text{ lt} / \text{min} / \text{m.}$$

$$0.36 \text{ Lt} / \text{min} / \text{m.} = 360 \text{ lt} / \text{min} / \text{Km.}$$

INFILTRACION POR EL DENTELLON

GRADIENTE HIDRAULICO DE LA FORMULA

$$i = \frac{DH}{L} = \frac{300}{200} = 1.5 \quad Q = KIS = 1 \times 10^{-5} \times 1.5 \times 120 \times 100 = 0.18 \text{ cm}^3/\text{seg}/\text{Km.}$$

$$0.18 \times 0.001 \text{ lt} / 0.0166 \text{ min.} / 0.001 \text{ km.} = 10.84 \text{ lt} / \text{min.} / \text{Km.}$$

C A P I T U L O VI

VI.1 C O N C L U S I O N E S.

CONFORME A LA INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LOS TRABAJOS DE EXPLORACION DE GEOLOGIA SUPERFICIAL Y DEL SUBSUELO, MISMOS QUE SE DESARROLLARON APLICANDO LOS METODOS DE EXPLORACION INDIRECTO, PARA ESTOS ULTIMOS, SE DESCRIBIO LA GEOLOGIA DEL SUBSUELO COMO SIGUE:

LA FORMACION SOBRE LA QUE SE ASENTÓ LA LAGUNA DE ALMOLOYA -- DEL RIO, ES UNA SUCESION DE CORRIENTES DE LAVA VOLCANICA-BASALTICA, QUE PERDURO DESDE EL FINAL DEL PLIOCENO AL CUATERNARIO, ORIGINALMENTE EL -- AREA ES UNA CUENCA SEMICERRADA QUE DIO LUGAR A LA FORMACION DE UNA ZONA-LACUSTRE, CUYO NIVEL TOPOGRAFICO SE HA ABATIDO POR LA INTENSA EXPLOTACION DEL MANTO ACUIFERO, FORMANDO LA ACTUAL DEPRESION DE LA LAGUNA, MISMA QUE SE ENCUENTRA CUBIERTA POR MATERIALES DE RELLENO CLASIFICADOS COMO: ARENAS, ARCILLAS, LIMOS Y MATERIA ORGANICA; QUE SE HAN ORIGINADO POR EL TRANSPORTE DE LOS MATERIALES PIROCLASTICOS, A PROFUNDIDAD SE ENCUENTRAN TOBAS Y AGLOMERADOS QUE CUBREN O ESTAN INTERCALADOS CON CORRIENTES BASALTICAS, POR LO QUE SE CONCLUYE DESDE EL PUNTO DE VISTA GEOLOGICO.

QUE LAS DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION DE LA SECCION ESTRUCTURAL FLOTANTE RESULTAN ESTABLES BAJO LAS CONDICIONES DE TRABAJO A QUE SERA SOMETIDA.

EN CUANTO A LA PERDIDA DE AGUA POR INFILTRACION SE OBTUVIERON LOS SIGUIENTES RESULTADOS: 0.36 Y 0.011 LT/MIN/KM. A TRAVES DEL SUELO ORGANICO Y DENTELLON RESPECTIVAMENTE, ESTIMANDOSE QUE ES CASI NULO.

EN CASO CONTRARIO COMO SE MENCIONO AL INICIO DEL TRABAJO Y EN EL CAPITULO V, SE INDICO QUE LA SECCION ESTRUCTURAL DEL BORDO ESTA -- PROVISTA DE UN DREN PERIMETRAL (ESTRUCTURA DE CONTROL), CON EL PROPOSITO DE CAPTAR LAS AGUAS DE INFILTRACION MEDIANTE EL ABATIMIENTO PROVOCADO -- POR EL DENTELLON. VER FIG. V.2.8.

ASI COMO TAMBIEN EL DREN PERIMETRAL SE CONSIDERA UNA ESTRUCTURA DE CONTROL, TANTO PARA LAS AGUAS DE LLUVIA COMO PARA EL DESVIO DE LAS AGUAS RESIDUALES.

VI.2 RECOMENDACIONES.

PARA EL ANTEPROYECTO DE LA ESTRUCTURA LOS PARAMETROS PRINCIPALES A UTILIZAR FUERON LOS ESPESORES DE LOS ESTRATOS O CAPAS DE LOS DIFERENTES MATERIALES QUE SE LOCALIZARON EN LA PERIFERIA DE LA LAGUNA, ASI COMO TAMBIEN, SUS CARACTERISTICAS FISICAS Y PROPIEDADES MECANICAS.

DE LO CUAL SE DESCARTA LA POSIBILIDAD, DE ALGUNA EXCAVACION-PARA DESPLANTAR LA SECCION DEL BORDO SOBRE ROCA FIRME, YA QUE ESTO ES IN COSTEABLE POR LAS CONDICIONES EN QUE SE ENCUENTRAN LOS MATERIALES DEPOSITADOS Y SOBRE TODO, LOS ESPESORES QUE REPRESENTAN.

EN CUANTO A LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO DE LA ZONA - DE DESPLANTE ESTE SE ELIMINO POR SU ALTA COMPRESIBILIDAD, POR LO QUE ES NECESARIO LA MODIFICACION DEL SUELO MEDIANTE UNA CIMENTACION FORMADA POR FRAGMENTOS DE ROCA CON EL PROPOSITO DE DESPLANTAR EL TERRAPLEN IMPERMEABLE EN UNA ZONA TOTALMENTE FIRME. LOCALIZANDOSE A LA VES LOS BANCOS DE MATERIALES DE ROCA VOLCANICA (BASALTO), ARENA Y GRAVA Y ARCILLA, UBICANDOSE LOS DOS PRIMEROS A 2.5 KM. Y 1.5 KM. AL SUR DEL PROYECTO CERCA DEL MUNICIPIO DE TEXCALIACAC Y EL DE ARCILLA A 1.0 KM. AL ORIENTE DEL PROYECTO. VER PLANO N^o. III.1.1.

DE LOS TRES BORDOS DE PRUEBA REALIZADOS EN CAMPO Y SOBRE EL EJE DEL PROYECTO, A FIN DE CONOCER SU FUNCIONAMIENTO, ESTABILIDAD Y FACILIDADES PARA SU CONSTRUCCION SE RECOMIENDA LA SECCION TIPO FIG. No. - - V.1.7. DEL CAPITULO V.

ESTA SECCION CONSTA DE:

CIMENTACION FORMADA POR PEDRAPLEN.

DENTELLON FORMADO POR MATERIAL ARCILLOSO.

TERRAPLEN IMPERMEABLE DE MATERIAL ARCILLOSO TALUDES 1.5:1

PROTECCION DEL PARAMENTO HUMEDO CON ROCA.

PROTECCION DEL PARAMENTO SECO CON PASTO.

ELEVACION DE LA CORONA 1 574.0 M.S.N.M.

DREN PERIMETRAL h = 1.5 M. PLANTILLA = 1 M.

TALUDES DE 1:1.5 VER FIG. V.2.8

LAS RECOMENDACIONES PARA LA FORMACION DE LA ESTRUCTURA FLO--
TANTE SON:

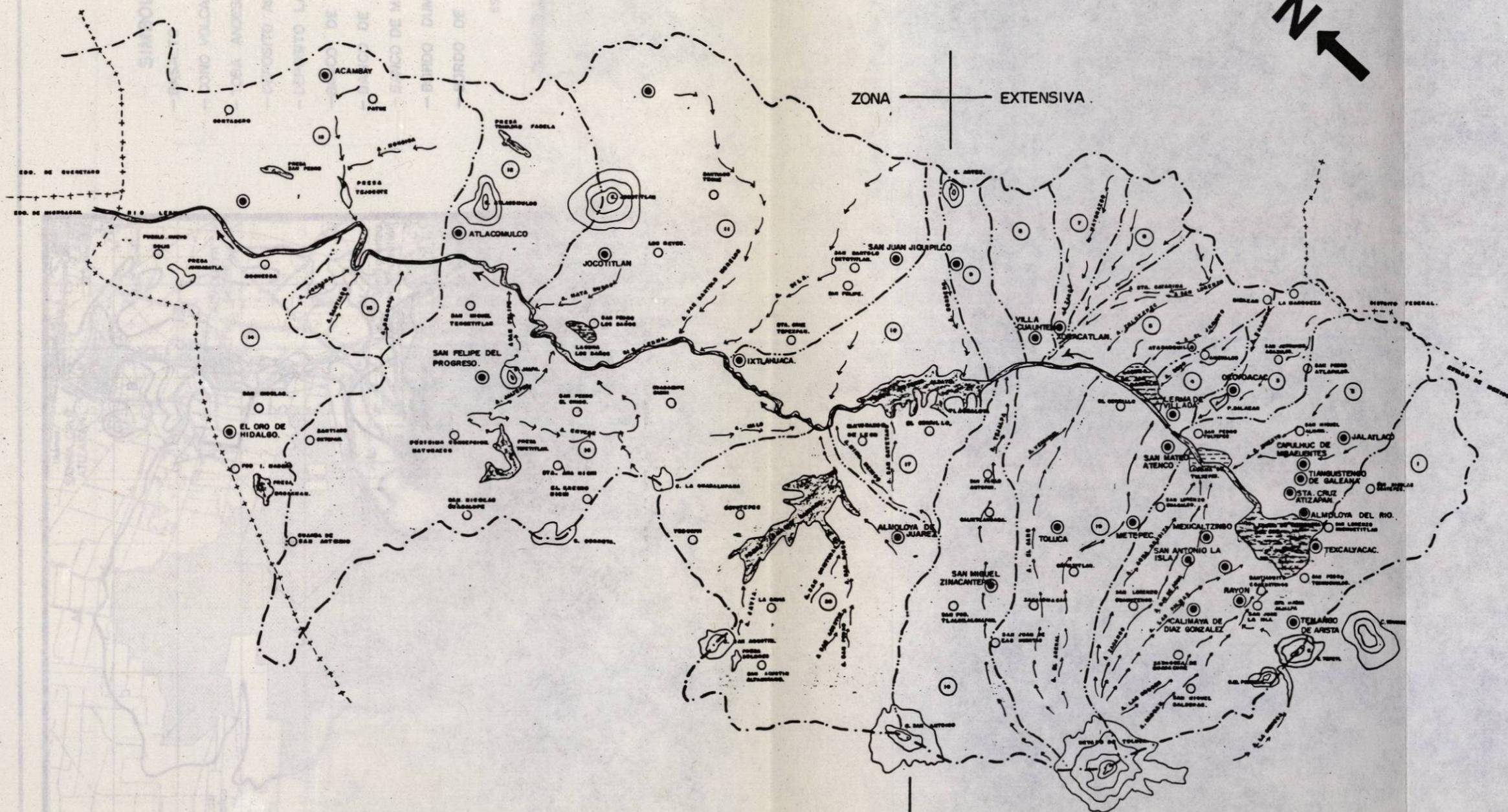
- A) EL CUERPO DEL TERRAPLEN IMPERMEABLE QUEDA COMPACTADO AL 95% DE LA --
PUEBA PROCTOR.
- B) CON UN DENTELLON DE 2.0 MTS. DE ANCHO Y PROFUNDIDAD DE 2.0 MTS., CON--
SIDERANDO LA ELEVACION PROPUESTA DE LA CORONA DEL BORDO (1,574.0 M.
S.N.M.), SE RECOMENDO UN TALUD DE 1.5:1 EN AMBOS PARAMENTOS, QUE SE--
GUN CON LA TOPOGRAFIA, FORMARAN UNA BASE DE DIMENSIONES VARIABLES.

EN EL PARAMENTO HUMEDO SE RECOMENDO LA COLOCACION DE ROCA --
VOLCANICA CLASIFICADA COMO BASALTO CON ESPESOR DE 0.20 MTS., ESTO --
CON EL PROPOSITO DE PROTEGER AL BORDO CONTRA LA ENERGIA DEL OLEAJE,--
Y EN EL PARAMENTO SECO SE COLOCARA PASTO PARA AUMENTAR LA RESISTEN--
CIA A LA EROSION PLUVIAL Y EOLICA.

ES NECESARIO PREVIO A LA CONSTRUCCION DEL BORDO:

- A) EL DESPALME GENERAL DE LA ZONA QUE CONSISTE EN DESYERBE, CORTE Y LIM--
PIA DE ARBUSTOS Y PLANTAS A UNA PROFUNDIDAD PROMEDIO DE 0.30 MTS.
- B) COLOCACION DE PEDRAPLEN PARA LA FORMACION DE LA CIMENTACION EL CUAL--
SE REALIZA, A VOLTEO Y A FONDO PERDIDO, COMPACTANDOSE EN CAPAS DE --
30 CMS. Y MEDIANTE BANDEO.
- C) EXCAVACION DE LA ZANJA PARA EL DENTELLON CENTRAL HASTA UNA PROFUNDI--
DAD MAXIMA DE 1.50 MTS. Y ANCHO DE 2.00 MTS. CON TALUD DE 1:1, A PAR--
TIR DE LA BASE DEL PEDRAPLEN.
- D) FORMACION DEL DENTELLON IMPERMEABLE EN CAPAS DE MATERIAL ARCILLOSO,--
COLOCANDOSE EN ESPESORES DE 0.20 CMS. Y COMPACTADAS AL 95% DE SU PE--
SO VOLUMETRICO SECO MAXIMO, HASTA ALCANZAR LAS CAPAS HORIZONTALES PA--
RA FORMAR EL CUERPO DEL TERRAPLEN IMPERMEABLE.
- E) COLOCACION DEL MATERIAL DE REVESTIMIENTO EN LA CORONA CON ESPESOR DE
0.20 MTS. Y UN TRATAMIENTO DEL 60% - 40% MATERIAL CEMENTANTE Y TE--
ZONTLE RESPECTIVAMENTE.
- F) COLOCACION DEL PASTO EN EL PARAMENTO SECO.

CUENCA HIDROLOGICA DEL ALTO LERMA.



- SIMBOLOGIA.**
- PARTE AGUAS DE CUENCA.
 - PARTE AGUAS DE SUBCUENCA.
 - No. DE SUBCUENCA.
 - ESCURRIMIENTO.
 - ~ RIO LERMA.
 - ▭ PRESA.
 - ▭ LAGUNA.
 - POBLADO.
 - ⊙ CERRO.
 - LIMITE ESTATAL.
 - ⊙ CABECERA MUNICIPAL.

ESCUELA DE INGENIERIA		
U	A	S L P
HIDROGRAFIA DE LA CUENCA DEL ALTO LERMA		
SERGIO ZAVALA A.		TRABAJO RECEPTUAL
REALIZO	APROBO	FECHA 1993



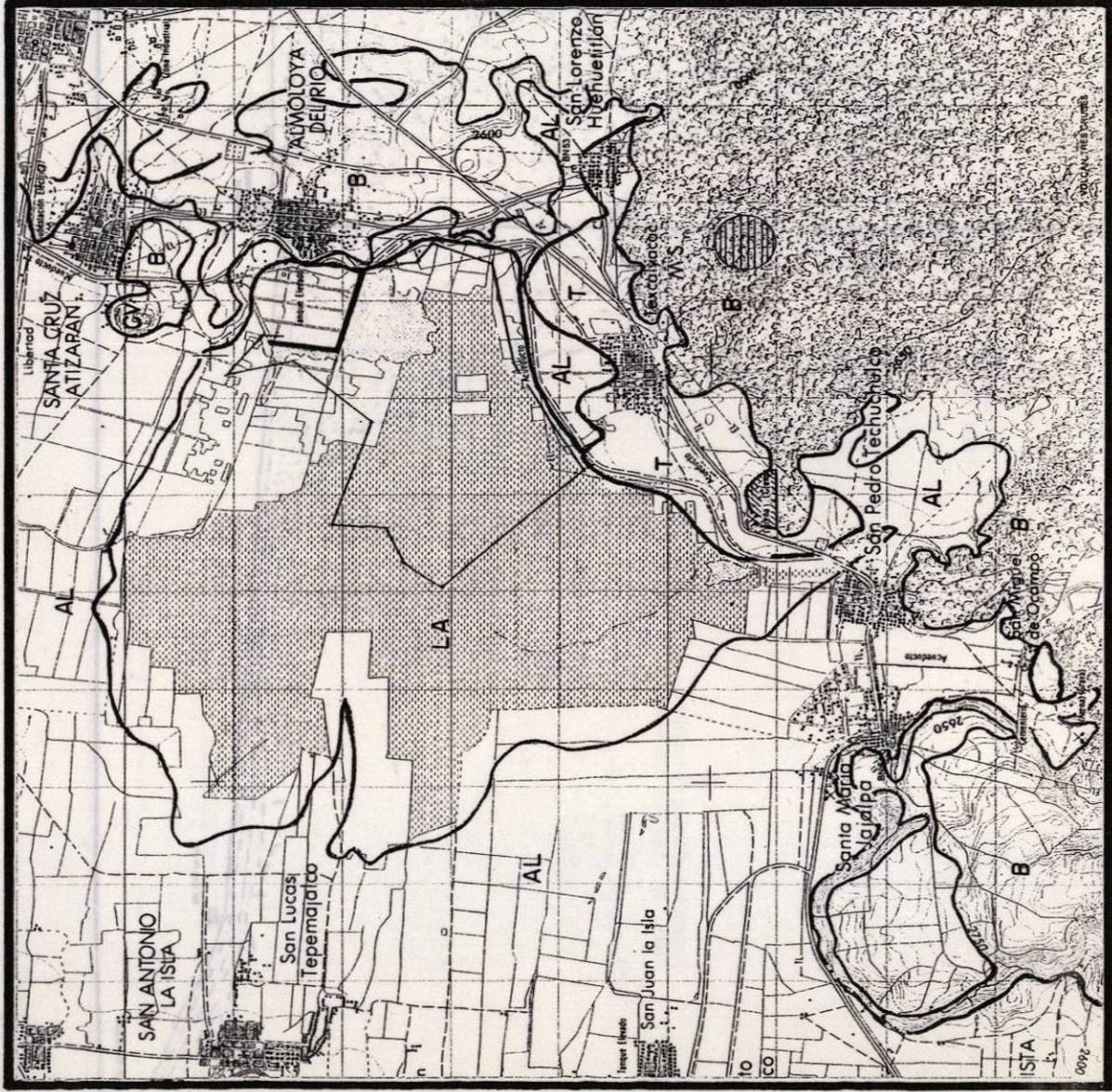
SIMBOLOGIA :

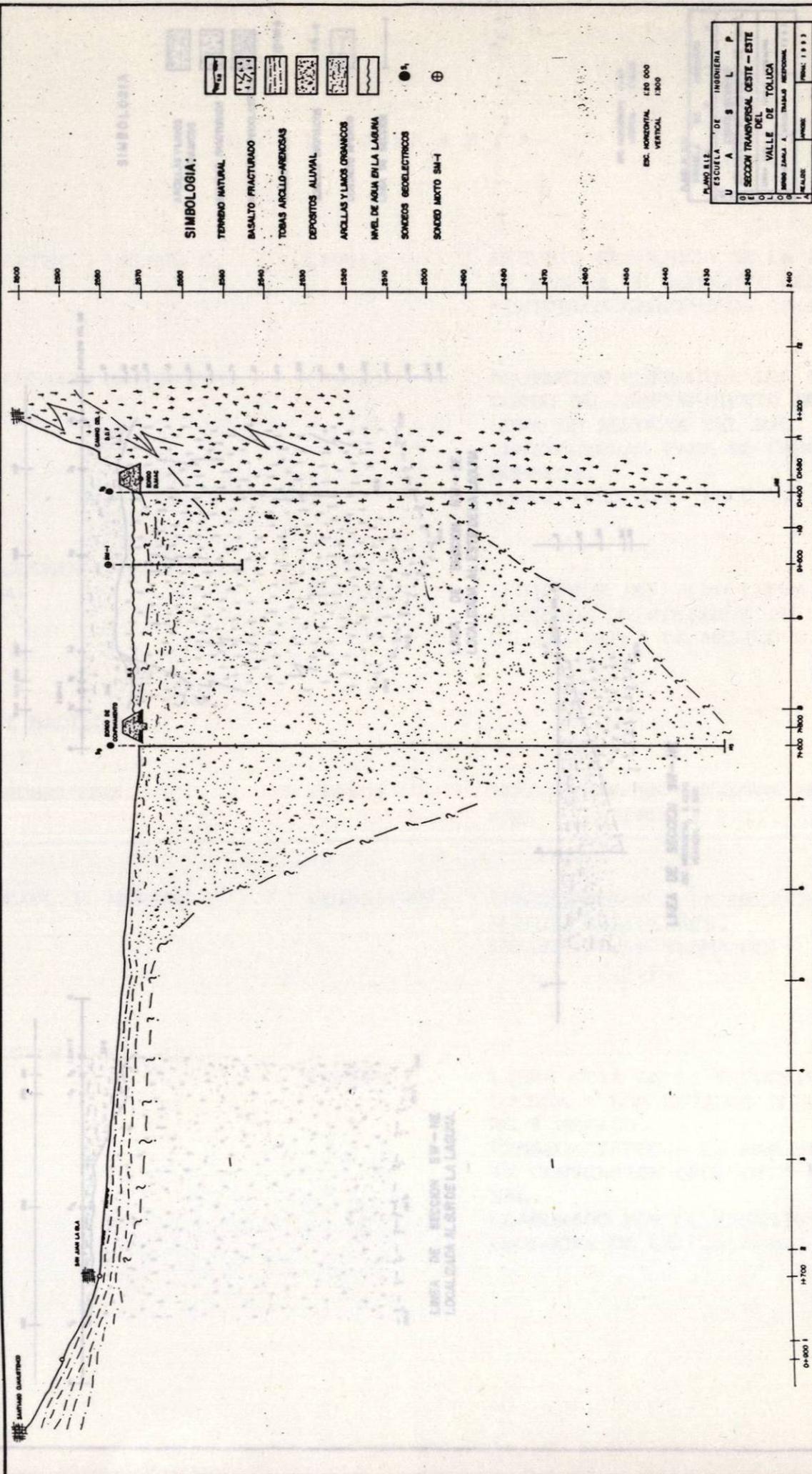
- B — BASALTO
- CV — CONO VOLCANICO
- T — TOBA ANDESITICA
- AL — DEPOSITO ALUVIAL
- LA — DEPOSITO LACUSTRE
- — BANCO DE ARCILLA
- ◐ — BANCO DE ROCA
- ◑ — BANCO DE MATERIALES PETREOS
- ▨ — BORDO DUMAC
- ▬ — BORDO DE CONFINAMIENTO

ESCALA 1:50 000

PLANO III.1.1

ESCUELA DE INGENIERIA	
U	A S L P
GEOLOGIA DE LA ZONA DE LA LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO	
SERGIO ZAVALA A TRABAJO RECEPTACIONAL	
REALIZO	APROBO
	FECHA 1993





SIMBOLOGIA:

- TIENNO NATURAL
- BASALTO FRACTURADO
- TUBAS ARCILLO-ARENOSAS
- DEPOSITOS ALUVIAL
- ARCILLAS Y LIMOS ORGANICOS
- NIVEL DE AGUA EN LA LAGUNA
- SONDEOS GEOELECTRICOS
- SONDOO MORTO SM-1

ESC. HORIZONTAL 1:20 000
 VERTICAL 1:500

PLANO 812		ESCUELA DE INGENIERIA	
U	A	S	L P
SECCION TRANSVERSAL OESTE - ESTE DEL VALLE DE TOLUCA			
CARRERA DE INGENIERIA EN TALLER REGIONAL			
I. REALIZADO POR:			FECHA: 1953

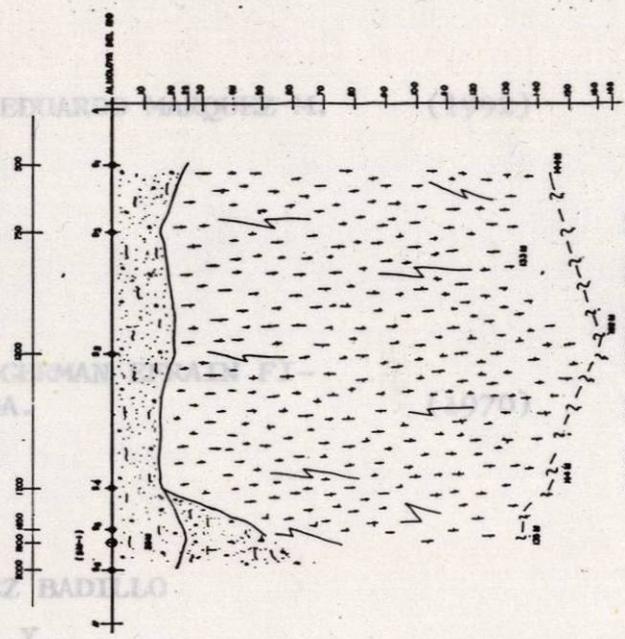
LÍNEA DE SECCION SW-NE LOCALIZADA AL SUR DE LA LAGUNA

SIMBOLOGIA

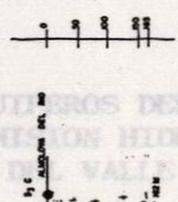
- ARCHILLAS Y LIMOS ORGANICOS
- BASALTO FRACTURADO
- MATERIALES PROCLASTICOS
- SEDIMENTO MIXTO
- SONDEOS GEOPISICOS
- CONTACTO INFERIOR
- LINEA DE SECCION

ESC. HORIZONTAL 1:100
 VERTICAL 1:1000

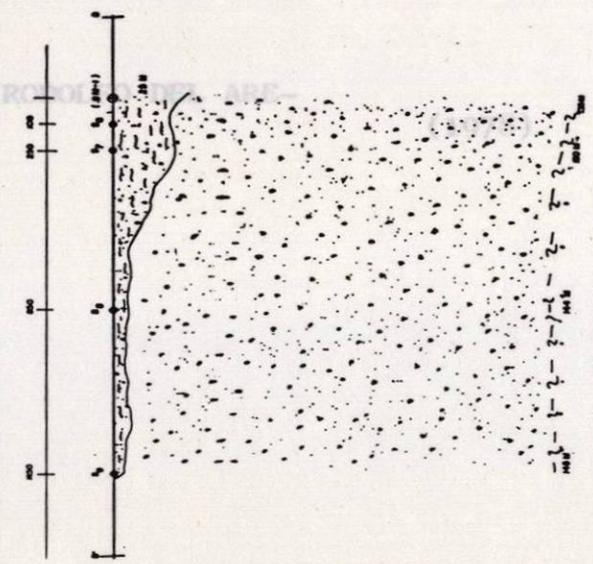
PLANO N. 3321	
U	ESCUELA DE INGENIERIA
A	B
L	P
PERFIL GEOPISICO (EN LA ZONA DE LA LAGUNA DE ALMOLOA DEL RIO)	
SERNO JIMENA A. TRINIDAD NEOPOLINA	
FECHA:	1983



LINEA DE SECCION NW-SE LOCALIZADA AL ESTE DE LA LAGUNA



LINEA DE SECCION SW-NE ESC. HORIZONTAL 1:1000 VERTICAL 1:500



LINEA DE SECCION SW-NE LOCALIZADA AL SUR DE LA LAGUNA

ARTEMIO VALERÓ G. (1991)

ESTUDIO GEOPISICO DE LA LAGUNA DE ALMOLOA DEL RIO. ESTUDIOS GEOPISICOS, S.A.

PROYECTOS ESTRUCTURALES Y BORDO DE CONFINAMIENTO DE LA LAGUNA DE ALMOLOA DEL RIO. (ESTRUCTURAS PARA EL CARGO BOMBEO). "AMBIOTEC, S.A. DE C.V."

ACTIVIDADES DEL ALTO LERMA COMISION HIDROLOGICA DE LA VALLE DE MEXICO S

RODRIGUEZ (1969)

RAUL J. MARSAL (1963-1970)

FUNDACION DE MECANICA DE LOS SUELOS Y EL

CONTRATACION DE LA MECANICA DE LOS SUELOS Y EL

SELECCION DE TRABAJOS. C.F.E.

LIBRO GUIA DE LA EXCURSION GEOLOGICA A LOS ESTADOS DE GUERRERO Y MEXICO. TEMASCALTEPEC - LA MARQUESA. IV CONVERSION GEOLOGICA NACIONAL. ELABORADO POR EL INSTITUTO GEOLOGICO DE LA U.N.A.M.

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

- ING. ARTEMIO VALERO G. (1991) ESTUDIO GEOFISICO DE LA ZONA DE LA LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO. "ESTUDIOS GEOFISICOS, S.A."
- ING. EDUARDO MARQUEZ M. (1992) PROYECTOS ESTRUCTURALES PARA EL BORDO DE CONFINAMIENTO DE LA LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO. (ESTRUCTURAS PARA EL CARCAMO DE BOMBEO). "AMBIOTEC, S.A. DE C.V."
- ING. GERMAN EFRAIN FIGUEROA. (1970) ACUIFEROS DEL ALTO LERMA. COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO S.R.H.
- JUAREZ BADILLO
Y
RICO RODRIGUEZ (1969) FUNDAMENTO DE MECANICA DE SUELOS TOMOS I Y II.
- ING. RAUL J. MARSAL (1963-1970) CONTRIBUCION A LA MECANICA DE MEDIOS GRANULARES. SELECCION DE TRABAJOS. C.F.E.
- ING. RODOLFO DEL ARENAL. (1978) LIBRO GUIA DE LA EXCURSION GEOLOGICA A LOS ESTADOS DE GUERRERO Y MEXICO. TEMASCALTEPEC - LA MARQUEZA. IV CONVENSTION GEOLOGICA NACIONAL. ELABORADO POR EL INSTITUTO DE GEOLOGIA DE LA U.N.A.M.

