

2ej
7

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



"LEVANTAMIENTO HIDROGRAFICO DEL LAGO
DR. NABOR CARRILLO DENTRO DEL PLAN
LAGO DE TEXCOCO"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA
P R E S E N T A :
EDUARDO RAMIREZ LEMUS



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E.

- 1.- *Introducción.*
 - 1.1.- *Objetivos.*
 - 1.2.- *Programa de Obras.*
- 2.- *Antecedentes.*
 - 2.1.- *Antecedentes Históricos.*
 - 2.2.- *Obras en estudio.*
- 3.- *Levantamiento Hidrográfico.*
 - 3.1.- *Proyecto.*
 - 3.2.- *Reconocimiento.*
 - 3.3.- *Control Horizontal.*
 - 3.3.1.- *Monumentación.*
 - 3.3.2.- *Instrumental y Personal.*
 - 3.3.3.- *Ajuste del Teodolito.*
 - 3.3.4.- *Metodología.*
 - 3.4.- *Control Vertical.*
 - 3.4.1.- *Monumentación.*
 - 3.4.2.- *Instrumental y Personal.*
 - 3.4.3.- *Ajuste del Nivel.*
 - 3.4.4.- *Metodología.*
 - 3.4.5.- *Cálculo.*
 - 3.4.5.1.- *Programa del Cálculo.*
 - 3.5.- *Batimetría.*
 - 3.5.1.- *Monumentación.*

3.5.2.- *Instrumental y personal.*

3.5.3.- *Ajuste de instrumentos.*

3.5.4.- *Metodología.*

3.5.4.1.- *Medición del nivel del agua.*

3.5.4.2.- *Cálculo del sondeo.*

3.5.4.3.- *Cálculo del volúmen de agua.*

4.- *Conclusiones.*

4.1.- *Referencias.*

1.- INTRODUCCION.

Cuando el Valle de México era una cuenca cerrada, el equilibrio hidrológico se mantenía en forma natural, aumentando las áreas lacustres e inundadas del Valle en los años de lluvia abundante y reduciendo dichas áreas en los años secos. Esto traía el riesgo de inundación en años de lluvias copiosas.

En la época prehispánica se realizaron obras importantes para atenuar ese riesgo a las poblaciones aledañas al lago.

La solución posterior que se dió al problema de las inundaciones fué la construcción de obras de desagüe, que convirtieron al Valle de México en una cuenca abierta mediante el tajo de Nochistongo, el Gran Canal y los túneles de Tequixquiac.

La salida de importantes volúmenes de agua de la cuenca, condujo a la reducción del área de los lagos cubierta por agua durante el año, y a la presencia de superficies desecadas durante el estiaje, lo cual contribuyó a la formación de tolveneras.

Por otra parte, la población del Valle de México por su magnitud, su rápido crecimiento y el acelerado desarrollo urbano e industrial de las últimas décadas, ha acentuado cada vez más su importancia económica y social, habiéndose concentrado la actividad económica en esta región.

Por lo anterior, los problemas hidrológicos y de contaminación ligados íntimamente con el abastecimiento de agua, drenaje y el control contra inundaciones de esta zona, han sido algunas de las preocupaciones del Gobierno de la República y de sus habitantes.

Consciente el Ejecutivo de la gravedad de esta situación y de lo complejo de los problemas implicados, consideró conveniente iniciar cuanto antes los estudios y las obras correspondientes al área del Lago de Texcoco, dentro del marco de la planeación integral del desarrollo de la región, habiendo creado, para el efecto, por Acuerdo Presidencial del 19 de marzo de 1971, la Comisión de Estudios del Lago de Texcoco.

En la actualidad, el proyecto Texcoco, es un ambicioso plan multifacético, estructurado para resca-

tar agua, suelos y otros recursos naturales, saneando y restaurando la ecología regional; planeando metas a breve, mediano y largo plazo. Es, así mismo, - por la pluralidad de sus tareas, modelo de trabajo - interdisciplinario y un gran laboratorio de ingeniería aplicada. Al propugnar el desarrollo y la utilización de los recursos de la zona, encara problemas extremos de topografía, mecánica de suelos e ingeniería de cimentaciones; problemas hidrológicos e hidráulicos sui-géneris, debido al manejo de varios -- dispositivos artificiales de escurrimiento de muy diversas fuentes y por las características de sus acuíferos; problemas de ingeniería sanitaria que incluyen: estudios de tratabilidad de diferentes aguas residuales que concurren al lago y evaluación de diversos procesos para su tratamiento; problemas de drenaje y salinidad extremos para el mejoramiento de los suelos desde el punto de vista agropecuario; problemas de manejo de cuencas, de conservación de suelos y reforestación, finalmente sin perder de vista los objetivos señalados, se protegerán las especies vegetales y animales nativos, para lo cual se demarcarán -- áreas de refugio y reserva de la vida silvestre.

1.1.- O B J E T I V O S.

El objetivo de los trabajos topográficos del Lago Dr. Nabor Carrillo son los de llevar en un inicio el control métrico de las obras para su construcción y posteriormente efectuar periódicamente trabajos de nivelación para el estudio del comportamiento de éste. En segunda instancia, la construcción de ésta -- obra tiene como objetivo la de aprovechar las aguas que se puedan captar en la zona de su jurisdicción -- (ver figuras 1 y 2).

Debido a la cercanía que tiene esta zona con el Distrito Federal, es de los únicos sitios con que se cuenta para conservar espacio libre que permita:

A) El control, almacenamiento, abastecimiento, regularización, tratamiento y reciclaje de las aguas servidas y pluviales, para evitar la sobreexplotación de los acuíferos y rescatar el agua potable que actualmente se destina a riego agrícola y usos industriales y municipales, mediante el intercambio de aguas residuales tratadas por agua potable.

B) El incremento de las actividades agropecuarias y la productividad del suelo, para el mejoramiento sanitario y ambiental de la Ciudad de México

y su zona conurbada mediante proyectos autofinanciables, congruentes con el mejoramiento del medio, que propiciarán el desarrollo económico de las comunidades existentes y elevarán su nivel de vida.

C) Restaurar el entorno degradado, dotando de cobertura vegetal las áreas desnudas y abatiendo la contaminación de suelos, agua y aire en la región.

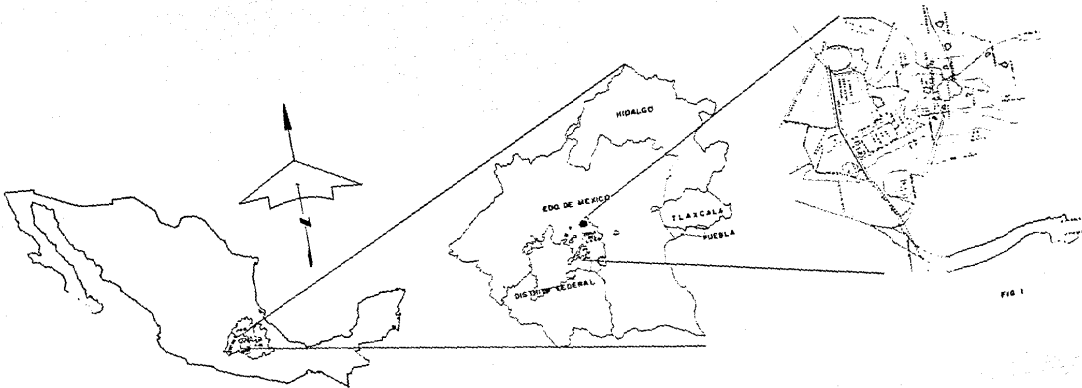


FIG 1

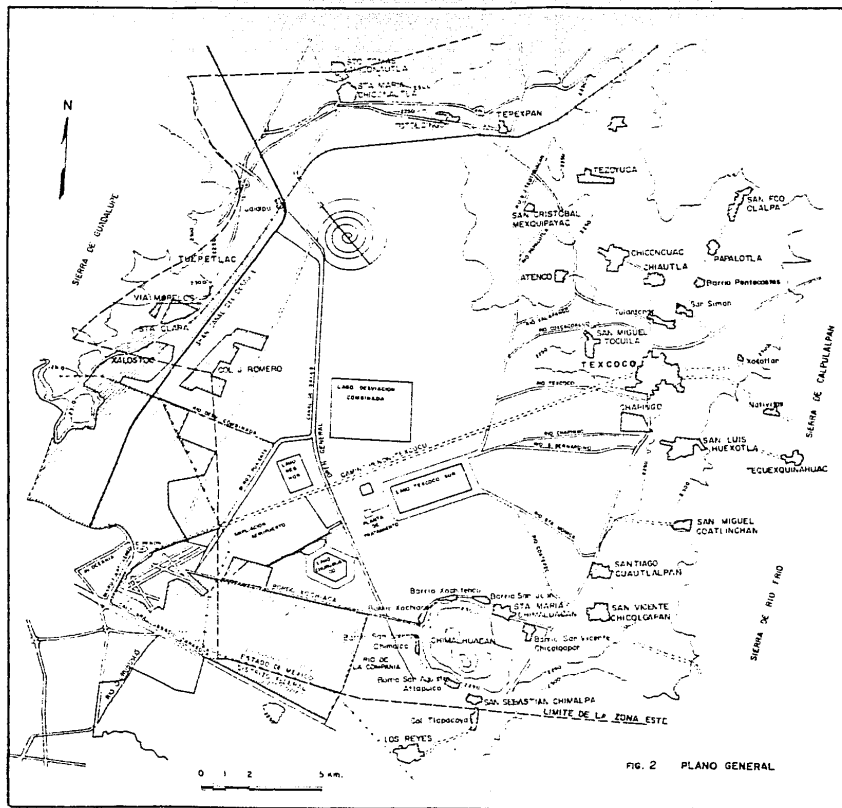


FIG. 2 PLANO GENERAL

1.2.- PROGRAMA DE OBRAS.

El programa de obras comprende la construcción de lagos artificiales de profundidad considerable y poca superficie expuesta, para reducir las pérdidas por evaporación, almacenar y regular los escurrimientos de los ríos del oriente de la cuenca, así como las aguas residuales tratadas, para servir con su caudal a fines múltiples: agropecuario, industrial, servicios y recreación.

2.- ANTECEDENTES.

2.1.- ANTECEDENTES HISTORICOS.

La cuenca del Valle de México ha sido a lo largo de la historia la zona de mayor importancia económica, política, social y cultural de mesoamérica.

Antes de la conquista, los primeros pobladores del Valle de México, habitaban una gran zona lacustre, formada por numerosos lagos comunicados entre sí. Los de Zumpango y Xaltocan en el norte, los de Xochimilco y Chalco en el sur, y en el centro, los de México y Texcoco, siendo el área de la zona lacustre de aproximadamente 2000 Km².

Por tal motivo, los antiguos pobladores ya tenían problemas de inundación, por lo cual fue ordenado por los gobernantes Netzahualcoyotl y Ahuizotl la realización de importantes obras con el fin de evitar le riesgo de inundaciones (ver figura 3).

Las laderas de la cuenca, en la parte sur, oriente y poniente, estaban cubiertas por extensas zonas boscosas, las que eran aprovechadas en forma primitiva por los naturales, sin poner en peligro la bondad de la ecología regional.



LAGOS DEL VALLE
DE MEXICO
PRINCIPIOS DE
SIGLO XVI
CUENCA CERRADA
EQUILIBRIO ECOLOGICO
INUNDACIONES

OBRAS DE DEFENSA

DIQUE DE METZAHUALCOYOTL

DIQUE DE AHUIZOTL

REFERENCIAS:

TENOCHTITLAN

CALZADAS MAS
IMPORTANTES

POBADOS

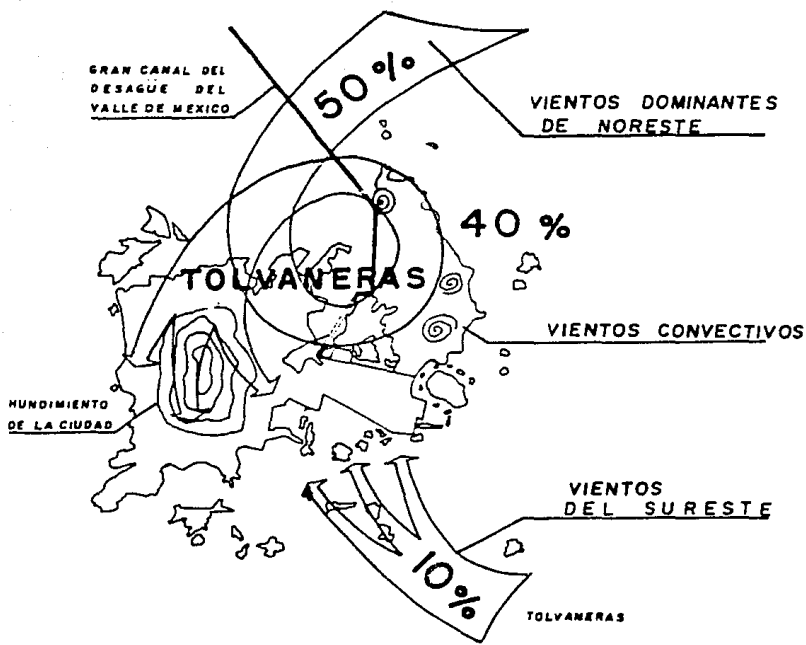
FIG. 3

Después de la conquista y hasta principios de este siglo, el impacto ecológico provocado por los habitantes del Valle de México no eran de gran trascendencia.

En las últimas décadas, fuertes corrientes migratorias constituidas por familias campesinas que abandonaron sus lugares de origen, ha generado una concentración demográfica y urbano-industrial, explosiva y caótica, que de continuar incrementándose como hasta la fecha, se calcula que pueda alcanzar para el año 2000, cifras catastróficas que borden los 30 millones de habitantes.

Este crecimiento incontrolado de la población ha tenido consecuencias desastrosas para el clima y los ecosistemas del Valle de México.

La desecación de los lagos, la devastación de los bosques, la erosión de los suelos, la pérdida de valiosas tierras de cultivo, la contaminación del aire, de las corrientes de agua, y el abatimiento de los acuíferos, han ido al parejo de la expansión de la mancha urbana, de los centros industriales, y de la proliferación de cinturones de miseria, sin los servicios más elementales (ver figura 4).



**EFFECTOS DEL
DESEQUILIBRIO
ECOLOGICO**

- DESFORESTACION
- ESCASEZ DE AGUA
- BOMBEO DEL SUBSUELO
- HUNDIMIENTO
- TOLVANERAS
- CONTAMINACION DE
 - A G U A
 - T I E R R A
 - A I R E

FIG. 4

En la actualidad el proyecto Texcoco es uno de los esfuerzos más serios, continuos y prometedores para el aprovechamiento racional de los recursos naturales de la zona y para lograr la bonificación de los suelos y saneamiento ambiental.

2.2.- OBRAS EN ESTUDIO.

Una de las obras más importantes del Proyecto Lago de Texcoco es la formación del Lago Dr. Nabor Carrillo, (antes Lago Texcoco Sur), que se construyó extrayendo el agua de las arcillas del subsuelo, mediante el bombeo de pozos someros, provocando con ello, el hundimiento y la consolidación del terreno. Para alcanzar este fin, fue necesario bombear en forma ininterrumpida, durante más de 5 años, un campo de 180 pozos de 60 metros de profundidad.

En vista de que en la última fase del bombeo la curva hundimiento-tiempo presentaba una tendencia asintónica con hundimientos cada vez más pequeños, se suspendió el bombeo, y se proyectó y construyó un bordo perimetral con una logintud de 12 Km., y una altura máxima de 3.2 metros. Debido al alto porcentaje de vacios y la gran compresibilidad de las arcillas, se espera que con el llenado, el terreno se hundirá 3 metros más por el peso del cuerpo de agua, (ver figura 5).

CONSTRUCCION DE LOS LAGOS

POR EL METODO DE CONSOLIDACION DE LAS CAPAS DE ARCILLA DEL LAGO DE TEXCOCO MEDIANTE BOMBEO DEL AGUA SALINA DE LOS ACUIFEROS SUBTERRANEOS

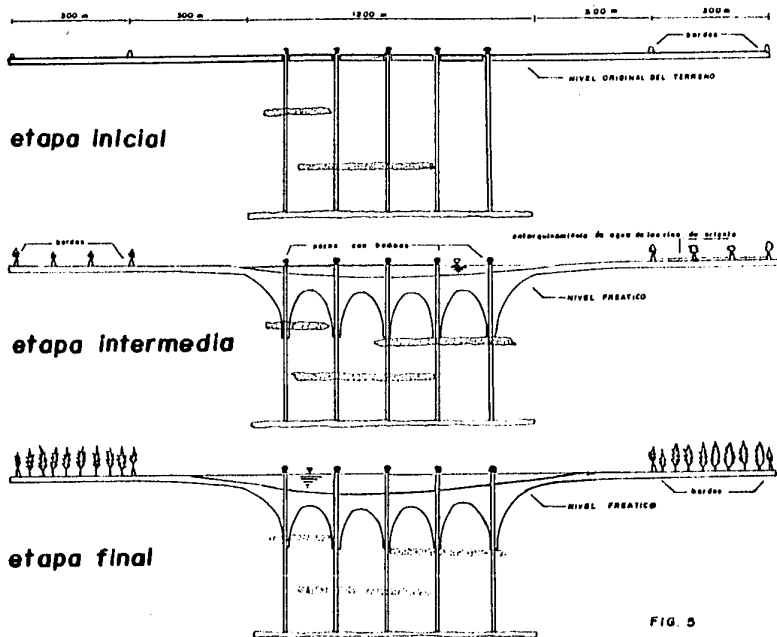


FIG. 5

3.- L E V A N T A M I E N T O H I D R O G R A F I C O.

3.1.- PROYECTO.

El proyecto consiste en realizar una recopilación de datos como cartografía del lugar, fotografías aéreas, vértices y bancos de la red geodésica nacional existentes.

En el material recopilado se vaciará el control terrestre como vértices de triangulación y bancos de la Red Geodésica Nacional, vértices y bancos necesarios para acercar el control a la zona de interés, así como en función de este control, situar los vértices y bancos que nos servirán en el levantamiento hidrográfico.

Para el control Horizontal se cuenta con la cartografía del lugar escala 1: 20 000, fotografías aéreas con una altura de vuelo de 3000 m. y una triangulación apoyada en vértices geodésicos, se seleccionan los sitios de colocación de monumentos para los vértices necesarios en el levantamiento del Lago, con el fin de dibujarse en la cartografía para su localización.

Para el control vertical se tomó como punto de inicio el banco de nivel BN D.I-156, (ver figura 6), demarcado por una placa en la parte izquierda de la puerta de la Parroquia del Peñon y tiene una elevación de 2248.874 metros sobre el nivel del mar ---- (m.s.n.m.). Este banco fué establecido por la COMI-- SION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO, -- (C.H.C.V.M.), el 24 de abril de 1967, y fué tomado - como punto de partida por las condiciones geológicas del cerro en el cual se encuentra, ya que en las zonas aledañas se detectaron hundimientos considera-- bles, por tal motivo es el banco con mayor confiabilidad.

Una vez seleccionado el banco de nivel adecuado, se procede a la localización de los bancos de nivel intermedios (ver figura 7), con el fin de observar, una vez nivelado, el comportamiento del tramo y asegurar la confiabilidad del banco principal cerca del Lago Dr. Nabor Carrillo.

NOTA: La denominación de éstos bancos a que se hace referencia es el de bancos de nivel en el camino PE-- ÑON TEXCOCO.

3.2.- RECONOCIMIENTO.

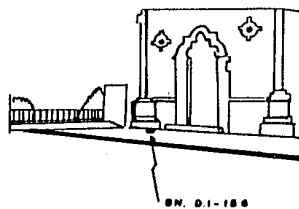
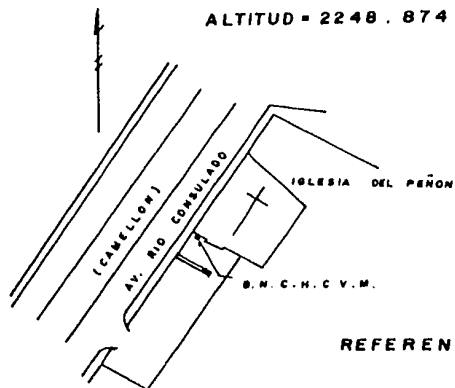
Una vez realizado el proyecto se procede a --

trasladarse al campo a efectuar el reconocimiento. - Como al hacerlo se está en contacto con el terreno - se verificará la intervisibilidad, estabilidad y accesibilidad de los sitios seleccionados que nos servirán para colocar los monumentos y bancos de nivel, una vez obtenido este fin, se elaborará un croquis - de cada lugar, como se muestra en la figura 8, y se dejará una marca en el sitio seleccionado para que el personal a cargo se ocupe de colocar los monumentos.

BANCO DE NIVEL EN ENTRADA IGLESIA

DEL PEÑON

ALTITUD = 2248.874



REFERENCIAS

FIG. 6

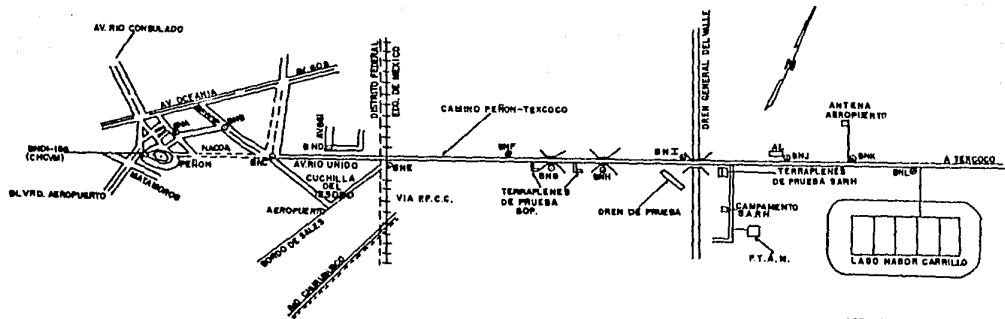


FIG 7 LOCALIZACION DE BANCOS DE NIVEL EN EL CAMINO PEÑÓN-TEXCOCO

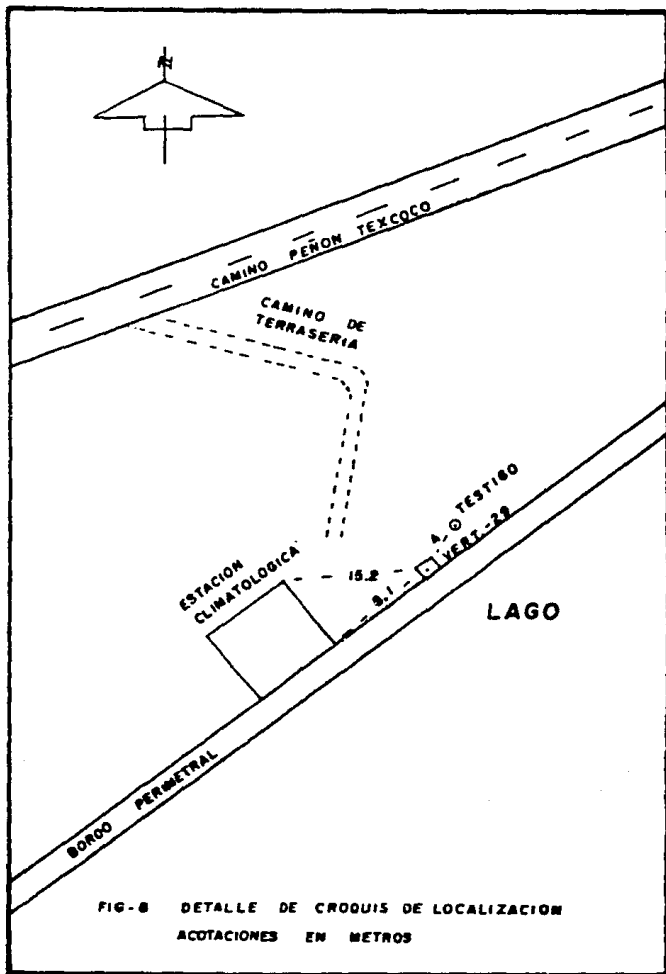


FIG-8 DETALLE DE CROQUIS DE LOCALIZACION
 ACOTACIONES EN METROS

3.3.- CONTROL HORIZONTAL.

Dependiendo de las necesidades que se requieren para el levantamiento del lago, en cuanto a extensión, condiciones del terreno, rapidez, recursos económicos, técnicos y humanos, se planean el control terrestre, su equipo y metodología.

Como todo levantamiento topográfico la red de apoyo horizontal, se encuentra formada por una serie de líneas unidas entre sí, cuyas longitudes y azimut han sido determinados previamente.

3.3.1.- MONUMENTACION.

Consiste en fijar físicamente una serie de marcar según las condiciones del terreno lo permitan. - En este caso, como el terreno es blando, se hace una excavación de 30 cm. de profundidad y se introduce una varilla a golpes hasta que esta se apoye en terreno sólido, e inmediatamente se cuela concreto para hacerla más firme, dejando visible 1 cm. de la varilla de $\frac{1}{2}$ " de diámetro (ver figura 9).

3.3.2.- INSTRUMENTAL Y PERSONAL.

En este tipo de trabajo es utilizado el siguiente equipo y personal:

A) Instrumental:

- Teodolito Willd T-1 (de un minuto de aproximación)
- Distanciómetro Electrónico.
- Brújulas (para levantamiento rápido y reconocimiento).
- Dos Balisas.
- Dos cintas de acero de 30 m. (para distancias cortas).

B) Personal:

- Un Ing. Topógrafo.
- Dos Auxiliares.
- Un Anotador.
- Un Chofer.

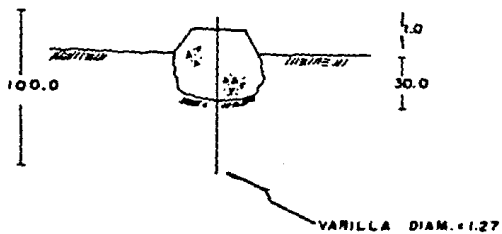


FIG. 9 DETALLE DE MONUMENTOS

ACOTACIONES EN CM.

3.3.3.- AJUSTE DEL TEODOLITO.

El Teodolito usado para este tipo de trabajo cuenta con escalas finamente graduadas con precisión y plomada óptica para su mejor centrado. En general con los teodolitos de medición óptica se obtiene una mayor precisión en mediciones angulares que con los tránsitos de sistema mecánico, para operarlo adecuadamente es necesario que cumpla con las condiciones geométricas necesarias.

A) La directriz del nivel debe ser perpendicular al eje azimutal.

A.1. Comprobación.- Se hace que el nivel de la plataforma quede en dirección paralela a la de 2 tornillos niveladores, se hace llegar la burbuja al centro y se gira la plataforma 180° , si la burbuja se descentra se procede a efectuar el ajuste.

A.2. Ajuste.- Como el nivel se encuentra en posición paralela a los tornillos niveladores y la burbuja se encuentra desplazada, se corrige la mitad del error por medio de los tornillos de calavera y la otra mitad con los tornillos niveladores, una vez efectuado el ajuste se procede a comprobarlo nuevamente, ya que el nivel permanece centrado al efec---

tuar el giro de 180° nuevamente, el aparato se encuentra ajustado.

B) El hilo vertical de la retícula debe estar contenido en un plano perpendicular al eje de alturas y - el hilo horizontal debe ser perpendicular al hilo -- vertical.

B.1. Comprobación.- se hace un enfoque del retículo lo más perfectamente posible sobre una superficie clara por medio del ocular, girándolo hasta encontrar los hilos con nitidez, se visa un punto bien definido, se precisa que quede sobre uno de los extremos del hilo vertical de la retícula, se hace girar el tornillo tangencial del telescopio hasta que el punto recorra el hilo y quede en el extremo opuesto, con respecto al hilo horizontal se procede de manera semejante, como al efectuar la comprobación no se observa que sufra desplazamiento, esto nos indica que se encuentra ajustado. Cabe hacer notar que si - la condición no se cumpliera, no sería conveniente - efectuar el ajuste, ya que es recomendable hacerlo - en la casa fabricante.

C) La línea de colimación debe ser perpendicular al eje horizontal.

C.1. Comprobación.- Se selecciona un terreno -- sensiblemente plano, se mide una distancia de 50 m., se coloca una estaca "A", se da vuelta de campana al telescopio para que quede en posición invertida, sobre la línea que marca la intersección de los hilos se coloca una estaca "B", a igual distancia, se afloja el tornillo de fijación del movimiento general, - se gira el telescopio alrededor de su eje de rotación hasta localizar la estaca "A", se fija el movimiento general, se da vuelta de campana al telescopio quedando en posición normal, al observar la estaca "B" se observa que se encuentra en el centro de la intersección de los hilos, si así sucede el instrumento se encuentra ajustado. Si esta condición no se cumpliera sería conveniente efectuar el ajuste, - preferentemente en la casa fabricante.

D) El eje horizontal debe ser perpendicular al eje vertical.

D.1. Comprobación.- El aparato se coloca cerca de un poste, pared de un edificio o alguna otra construcción, procurando que el ángulo vertical que se forme sea mayor de 45° , se localiza y visa un punto notable "A" en la parte superior, se fijan los tornillos del movimiento horizontal y vertical, se afloja el tornillo del movimiento vertical bajando el teles

copio para visar sobre la parte baja un punto "B" - aflojando el tornillo de fijación vertical se da --- vuelta de campana al telescopio quedando en posición invertida, aflojando el tornillo de fijación general se gira el aparato 180° hasta visar el punto "A" por segunda vez, fijando nuevamente los tornillos de movimiento horizontal y vertical, aflojando el torni-- llo de fijación vertical se inclina el telescopio -- hasta localizar el punto "B", si al hacerlo no se -- aprecia desplazamiento, esto nos indica que el instru-- mento se encuentra ajustado. Si esta condición no se cumpliera sería conveniente realizar el ajuste en la casa fabricante.

3.3.4.- METODOLOGIA.

Apoyándose en los vértices de triangulación --- existentes, se procede a realizar el levantamiento - topográfico del Lago, como los vértices de triangula-- ción son intervisibles entre si, es efectuada la lec-- tura, tomando estación en el vértice denominado Cen-- tral, y visando al vertice Xochitenco; tomando el -- ángulo y distancia al visar el vértice uno de la po-- ligonal envolvente del Lago, la operación se repite en todos los vértices hasta cerrar la poligonal, la precisión alcanzada es de 1:20 000.

Al propagar las coordenadas del vértice central se vacía la información al plano, como se muestra en la figura 10.

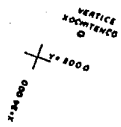
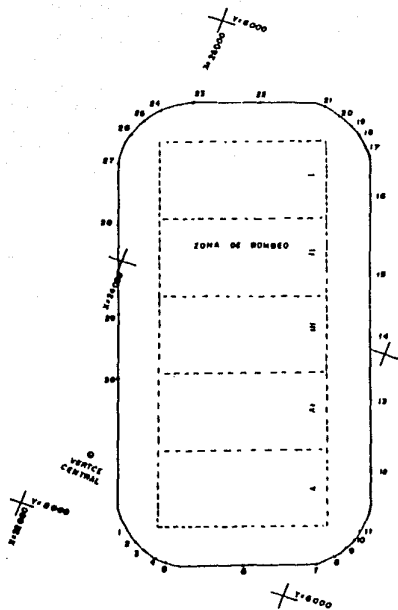
- Medidas angulares.

El valor de estas medidas son obtenidas por medio del método de Bessel, el cual es operado de la siguiente manera:

- 1.- Se coloca el teodolito en la primera estación, se centra y nivela, se visa el vértice anterior en posición directa.
- 2.- Se da vuelta de campana al telescopio, quedando en posición invertida, girando 180° en sentido a las manecillas del reloj se visa nuevamente al primer vértice.
- 3.- Se barre el ángulo en el mismo sentido hacia el vértice 2.
- 4.- Operando de manera semejante al paso 2, quedando ahora el anteojo en posición derecha y visando al vértice 2.
- 5.- Se gira en sentido contrario al vértice 1 nuevamente.

Debe hacer notar que al visar los vértices se debe anotar el valor angular de la dirección.

Este procedimiento equivale a una serie, el número mínimo de estas es de 3 por estación. Esta secuencia de operación se continuará hasta completar la poligonal.



PLANO DE LOCALIZACION POR COORDENADAS
 DEL LADO DR. NABOR CARRILLO ESC: 1:50000
 FIG. 10

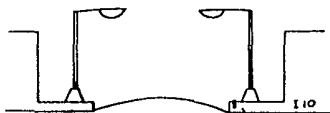
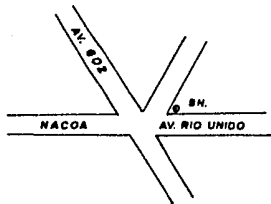
3.4.- CONTROL VERTICAL.

Este control se realiza mediante una red vertical en la cual se establece una serie de marcas de nivel o bancos. Estas marcas se disponen desde un banco de nivel preestablecido y referido al nivel medio del mar, hasta cerca de la orilla del cuerpo de agua en estudio, con el objeto de facilitar el control de los sondeos.

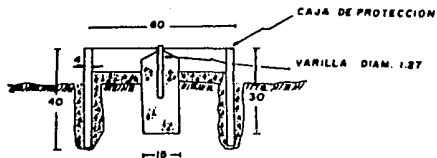
3.4.1.- MONUMENTACION.

Los bancos de nivel del CAMINO PEÑON TEXCOCO son de 2 tipos según las especificaciones. Los colocados desde el banco de nivel BN A hasta el banco -- BN.F, consisten en varillas empotradas en las banquetas, con el fin de evitar la destrucción de monumentos (ver figura 11).

Los bancos de nivel colocados desde el BN.G al BN.L, e inclusive el banco de referencia para los sondeos del lago, consisten en monumentos de concreto colocados en excavaciones de 15 cm. de diámetro por 30 cm. de profundidad, donde sobresale 1 cm. del concreto la cabeza de una varilla de 1.27 cm. de diámetro. Dicho banco es protegido por una caja de concreto de 60 por 60 por 40 cm. como se puede ver en la figura 12.



B.N. VARILLA DE 1.27 DE DIAMETRO



ACOTACIONES EN CM.

FIG. 11 Y 12 DETALLE DE LOS BANCOS DE NIVEL DEL CAMINO PEÑON TEXCOCO

3.4.2.- INSTRUMENTAL Y PERSONAL.

Instrumental.- Uno de los instrumentos utilizados para el control vertical es el nivel basculante ROSSBACH, con número de serie 2E6711. (ver figura 13), como la mayor parte de los instrumentos de precisión posee 3 tornillos nivelantes en lugar de 4, con esta disposición cada tornillo gira independientemente lo cual simplifica la nivelación y hace el proceso más rápido y uniforme. Este aparato cuenta con 2 tipos - de nivel para el correcto uso y éstos son:

-Nivel Esférico.- Está constituido por una caja metálica, cerrada en su parte superior por una tapa de cristal, que tiene la cara interior esférica. Este nivel, lo mismo que el tubular, está lleno casi por completo de éter o bencina, dejando un pequeño espacio o burbuja lleno de vapores del líquido y de aire que ocupa siempre la parte más alta del casquete esférico. Sobre la tapa de cristal, y en su parte externa, hay señalados varios círculos concéntricos -- que sirven para facilitar el centrado de la burbuja de forma esférica. Esto tiene lugar cuando su centro coincide con el de los círculos, como se muestra en la figura 14.

- Nivel de Coincidencia.- El centrado exacto -

de la burbuja en los niveles es muy sensible. Por medio de graduaciones resulta difícil y engorroso, por ello en éste tipo de niveles se suprime la escala -- graduada, empleándose para saber cuándo está calada la burbuja, un sistema de prisma de reflexión total colocados de tal manera que hacen aparecer la burbuja dividida longitudinalmente y las 2 partes colocadas una contra otra. Cuando se mira a través del anteojo parece como si éstas imágenes estuvieran en un plano vertical, de tal manera que cuando la burbuja no está centrada, los extremos de sus mitades aparecen separadas y cuando sí está centrada sus 2 extremos se unen dando la impresión de estar completa la imagen de la burbuja, como se muestra en al figura - 15.

Con este nivel se consigue una mayor comodidad en el centrado de la burbuja al no tener que variar la posición del observador respecto a la que adopte para leer en el anteojo. Una mayor precisión, ya que los desplazamientos de las imágenes de los extremos de la burbuja se efectúan en sentidos contrarios y -- pueden apreciarse desplazamientos más pequeños que -- con los niveles de escala.

- Estadales.- Los estadales usados en la nive-

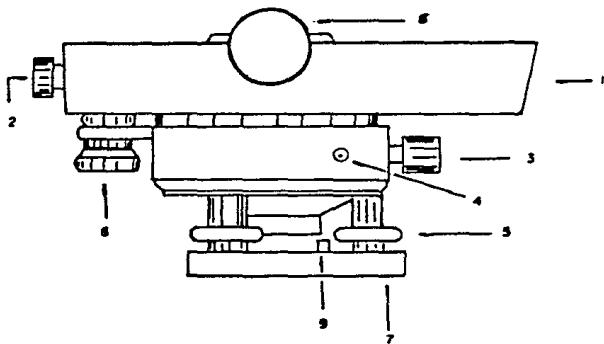
lación están formados por 2 piezas de madera de 0.11 por 0.02 por 4.00 m. con divisiones de 1 cm. y pintados de color rojo y negro alternados hasta completar la longitud.

- Personal.- El personal requerido para efectuar el control vertical consta de las siguientes -- personas:

- Un Ing. Topógrafo.
- Dos Estadaleros.
- Un Anotador.
- Un Chofer.

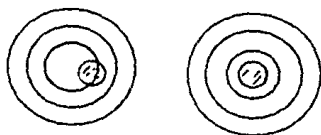
- Movimientos de los Estadaleros.

Ya que gran parte de la rapidez y efectividad del trabajo dependerá de los estadaleros, el ingeniero deberá instruirlos debidamente acerca de los puntos en que deben colocarse y las señales convenientes para ordenar sus movimientos.

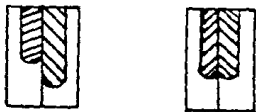


- 1.- OBJETIVO
- 2.- OCULAR
- 3.- TORNILLO DE FIJACION
- 4.- TORNILLO TANGENCIAL
- 5.- TORNILLOS NIVELADORES
- 6.- TORNILLO DEL MOVIMIENTO BASCULANTE
- 7.- PLATAFORMA
- 8.- TORNILLO DE ENFOQUE
- 8.- NIVEL ESFERICO

FIG.-13 DETALLE DEL NIVEL.



NIVEL ESFERICO



NIVEL DE COINCIDENCIA

FIG- 14 y 15

3.4.3.- AJUSTE DEL NIVEL

En este tipo de niveles generalmente es suficiente cumplir con 3 condiciones geométricas.

A) El hilo vertical de la retícula debe estar contenido en un plano perpendicular al eje de alturas y el hilo horizontal debe ser perpendicular al vertical.

A.1. Comprobación.- Esta comprobación es similar a la del teodolito, ver punto 3.3.3 inciso B.1. Al efectuar esta comprobación, se encontró que se cumple la condición (ver figura 16).

B) La tangente al nivel esférico debe ser perpendicular al eje vertical.

B.1. Comprobación.- Se coloca el nivel esférico en la parte media de 2 de los tornillos nivelantes, se centra la burbuja, y girando 180° , debe permanecer en su centro (ver figura 17).

Si la burbuja permanece en su centro el nivel se encuentra correcto, en caso contrario efectuar el ajuste.

B.2. Ajuste.- Quítese la tapa del nivel esférico, y por medio de los tornillos de calavera corrija se la mitad del error, la otra mitad por medio de -- los tornillos niveladores, hasta que quede en su posición correcta, gírese el telescopio 90°, si la burbuja se vuelve a desalojar céntrala con los tornillos niveladores, haga girar el telescopio otros 90° en el mismo sentido o corrija la mitad del error por medio de los tornillos de calavera.

C) La línea de colimación debe ser horizontal cuando coinciden los extremos de la burbuja del nivel de coincidencia. (ver figura 18).

C.1. Comprobación.- Se localiza un terreno sensiblemente plano y se hace estación, ubicando estadales a cada extremo a 30m. Colocando en cada uno de ellos un estadal A y B respectivamente, se efectúan lecturas de los estadales A y B.

$$a=1.532$$

$$\underline{b=1.400}$$

0.120 = desnivel, indica que el punto "A", es más bajo que "B".

Se traslada el aparato cerca del punto "A", -- procurando quedar el telescopio a unos dos metros -

del estadal, se efectúa la lectura del estadal "A" - efectuando la siguiente operación.

$$a=1.455$$

$$\underline{b=0.120}$$

1.325 = la lectura leída en estadal "B" por lo tan to el aparato se encuentra ajustado (ver - fugura 19) en caso de no estarlo sería con veniente efectuar el ajuste en la casa fa- bricante.

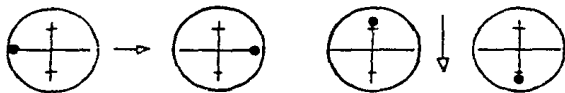


FIG. - 16

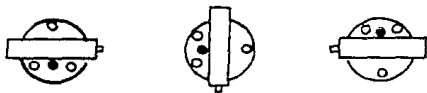


FIG - 17

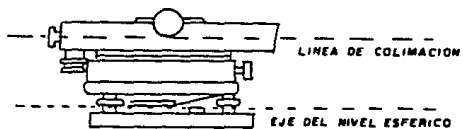
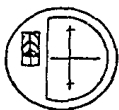


FIG. - 18

- Constantes estadimétricas. Se localiza un terreno plano y se instala el instrumento. Del eje azimutal se miden con cinta y con la mayor precisión -- las distancias chicas y grandes, (Dch y Dg), al mismo tiempo con que se van midiendo las distancias, se lee el estadal obteniendo los números generadores -- Lch y Lg, (como se muestra en al figura 20).

Una vez obtenidos estos valores se sustituyen -- en las fórmulas:

$$K = \frac{Dg \ Lch - Dch \ Lg}{Lch - Lg}$$

$$c = \frac{Dg \ Lch - Dch \ Lg}{Lch - Lg}$$

Obteniendo los siguientes resultados, después -- de obtener estos datos 3 veces como mínimo.

$$K = 99.985$$

$$c = 0.173$$

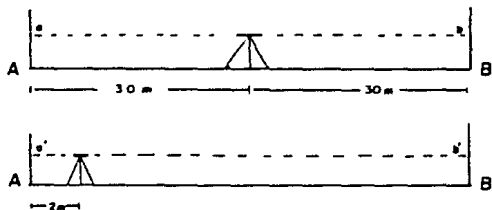


FIG- 19

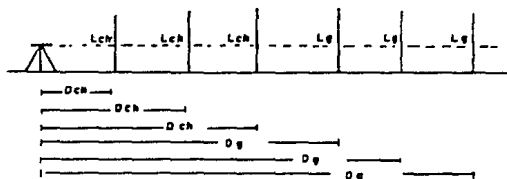


FIG.- 20

3.4.4.- METODOLOGIA.

Teniendo el nivel ajustado y contando con los estadales y el personal, se inicia la nivelación situado el nivel en estación; manteniendo iguales las longitudes de visuales hasta donde sea posible para evitar el error por curvatura, (aunque las visuales con que se trabaja son del orden de 100 m. máximo y este error no es apreciable, se efectúa la igualdad de las visuales con el fin de evitar que se pudiera hacer acumulativo el error). Inmediatamente después se procede a nivelar el instrumento con la ayuda de los 3 tornillos nivelantes, llevando al centro la burbuja del nivel esférico. Una vez efectuado se prosigue con la lectura de la mira de la siguiente manera:

1.- Se visa el estadal y se asegura que en la verticalidad de este sea lo más rigurosa posible.

2.- Se efectúa la nivelación precisa con el nivel de coincidencia.

3.- Se efectúa la lectura de los estadales, que para obtener una mayor precisión y evitar equivocaciones, se obtiene con la lectura de los 3 hilos (ver figura 21).

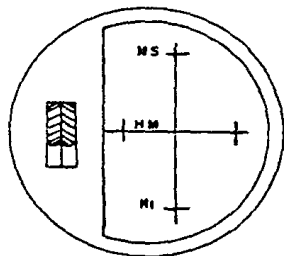
Efectuando con estos 3 valores la diferencia:

HS - HM = D1

HM - HI = D2

Donde D1 y D2 no excedan de 0.002m. o bien obteniendo el promedio de los hilos superior e inferior para que sea igual al medio o que no exceda del valor anteriormente mencionado.

$$\frac{HS + HI}{2} = HM$$



MS - HILO SUPERIOR
HM - HILO MEDIO
MI - HILO INFERIOR

FIG. 21

NOTA: Cabe hacer notar que el instrumento utilizado que cuenta con 3 tornillos nivelantes, no deben ser tocados una vez que se ha efectuado la primera visual, ya que el movimiento de cualquiera de ellos modificará la altura del aparato causando fuertes errores.

El método de nivelación utilizado para el tramo Camino Peñon Texcoco, es denominado "nivelación entre 2 puntos por doble altura de aparato". Este método consiste en establecer la estación entre los dos estadales a igual distancia aproximada de uno y otro tomando sus respectivas lecturas, y sin quitar estos, mover el aparato cambiando su altura, tomando las lecturas del estadal nuevamente, esto equivale a llevar dos nivelaciones simultáneamente. Esta operación se realiza en cada estación hasta terminar el tramo nivelado.

3.4.5.- CALCULO.

Una vez efectuadas las lecturas en el campo se procede a calcular los desniveles entre bancos, que deberán ser iguales tanto para la primera puesta de a parato como para la segunda, en caso contrario y --- siempre que la diferencia entre las 2 nivelaciones - quede dentro de la tolerancia expresada por la fórmula que a continuación se menciona, se procederá a la compensación.

$$T = \pm 0.02\sqrt{K}$$

donde T = tolerancia en mm.

K = el doble de la distancia recorrida expresada en kilómetros, calculada estadimétricamente.

NOTA: Se toma el doble de la distancia pues de hecho se llevan 2 nivelaciones con éste procedimiento.

Secuencia de operación:

Cota inicial = 2248.874 m.

Distancia = 1852 m.

Primera nivelación:

<i>PV.</i>	<i>+</i>	<i>∓</i>	<i>-</i>	<i>COTA.</i>
<i>BN D 1-156</i>	0.699	2249.573		2248.874
<i>PL 1</i>	1.499	47.807	3.265	46.308
<i>PL2</i>	1.595	48.212	1.190	46.617
<i>PL3</i>	0.192	47.009	1.395	46.817
<i>PL4</i>	0.133	43.922	3.220	43.789
<i>PL5</i>	0.639	41.431	3.130	40.792
<i>PL6</i>	1.293	40.639	2.085	39.346
<i>PL7</i>	1.533	40.342	1.830	38.809
<i>PL8</i>	1.315	40.403	1.254	39.088
<i>PL9</i>	0.113	37.882	2.634	37.769
<i>PL10</i>	0.228	34.776	3.334	34.548
<i>PL11</i>	0.370	31.488	3.658	31.118
<i>BN A</i>			1.431	2230.057
	9.609		28.426	
	-28.426			2230.057
	<u>9.609</u>			<u>2248.874</u>
	-18.817			-18.817

Segunda Nivelación:

PV.	+	↑	-	COTA.
BN DI-156	0.674	2249.548		2248.874
PL 1	1.478	47.785	3.241	46.307
PL 2	1.580	48.185	1.180	46.605
PL 3	0.189	46.994	1.380	46.805
PL 4	0.128	43.907	3.215	43.779
PL 5	0.634	41.417	3.124	40.783
PL 6	1.297	40.630	2.081	39.333
PL 7	1.532	40.326	1.836	38.794
PL 8	1.283	40.352	1.257	39.069
PL 9	0.107	37.859	2.600	37.752
PL 10	0.248	34.778	3.329	34.530
PL 11	0.375	31.474	3.679	31.099
BN A			1.437	2230.037
	9.525		28.362	
	-28.362			2230.037
	<u>9.525</u>			<u>2248.874</u>
	-18.837			-18.837

Error resultante = 2230.037 - 2230.057 = -0.020 m.

Como se observa en la diferencia entre las 2 ni
velaciones no existe discrepancia de más de 20 mm. -
 por lo tanto se procede a verificar si está dentro -
 de la tolerancia expresada por al fórmula anterior--
 mente mencionada.

$$T = 0.02 \sqrt{1.852} = 0.027$$

$$\Rightarrow 0.027 > -0.020$$

Una vez verificado que se encuentra dentro de la
 tolerancia, se continúa con la compensación de la co
ta, obteniéndose los desniveles compensados de la si
guiente manera:

$$\begin{array}{r} -18.817 \\ -18.837 \\ \hline -37.654 \end{array} \quad -37.654 \div 2 = -18.827$$

que es el desnivel compensado.

Efectuada la compensación de los desniveles se
 procede a calcular la cota del banco de nivel "A," por
 lo que bastará sumar el desnivel compensado con su -
 signo a la cota de partida.

$$2248.874 - 18.827 = 2230.047 \text{ m.}$$

3.4.5.1.- PROGRAMA DE CALCULO.

Objetivo.- El objetivo de la elaboración de este programa, es el de efectuar el cálculo y compensación de los desniveles y las cotas de la nivelación del camino Peñon Texcoco y, que a su vez el último banco, tiene como finalidad de ser el punto de control vertical para las obras del plan Lago de Texcoco, y para nuestro caso, la de tener la referencia de los sondeos del Lago Dr. Nabor Carrillo.

Propósito de la elaboración del programa:

El procedimiento de cálculo es programado para ser usado en una calculadora de bolsillo marca CASIO modelo Fx-4000P, con una capacidad de 550 pasos de programación, por las características de la calculadora y del programa, esto hace que este programa pueda ser operado directamente en el campo, con el fin de poder obtener los cálculos en forma rápida y poder detectar si existen errores durante la nivelación y a su vez verificar si ésta se encuentra dentro de la tolerancia, con el fin de evitar regresar al campo si ocurriesen errores de consideración.

Entrada de datos:

La introducción de los datos es efectuada mediante la instrucción " A = " : ? → A : que equivalen en lenguaje Basic a la instrucción input. y es

tos son:

- O = Número de nivelación.
- V = Número de lecturas.
- C = Cota inicial.
- P = Lectura adelante.
- N = Lectura atrás.
- I = Lectura de hilo superior.
- S = Lectura del hilo inferior.

Datos de salida:

Estos datos aparecen en la pantalla mediante la instrucción que equivale en lenguaje Basic al print, y estos son:

- Sumatoria acumulativa de las lecturas adelante.
- Sumatoria acumulativa de las lecturas atrás.
- Desnivel.
- Cota.
- Sumatoria acumulativa de la distancia calculada estadimétricamente
- Tolerancia.
- Error resultante.
- Cota compensada;

Instrucciones de usuario.

El uso de este programa es relativamente senci

llo, pues basta con oprimir las teclas Prog n EXE, - (donde n es el número de programa), e inmediatamente se inicia la entrada de datos, conforme la calculadora lo pida, en seguida aparecen en la pantalla los datos de salida. Para continuar operando el programa basta con oprimir la tecla EXE y se inicia nuevamente.

Programa de prueba.- Datos de entrada.

Nivelación 1

PV.	+	-	COTA.
BN 1	1.222		2230.046
PL 1	0.985	0.838	30.430
PL 2	1.471	1.055	30.360
PL 3	1.600	1.060	30.771
BN 2		1.335	2231.036

NIVELACION 2

PV.	+	-	COTA.
BN 1	1.221		2230.046
PL 1	1.017	0.839	30.428
PL 2	1.452	1.090	30.355
PL 3	1.585	1.040	30.767
BN 2		1.312	2231.040

Datos de salida:

Desnivel 1 = 0.990

Desnivel 2 = 0.994

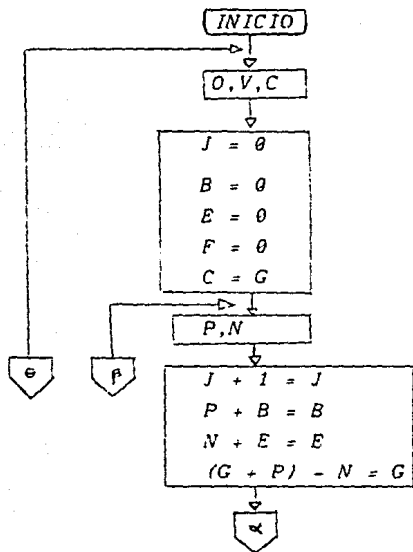
Distancia = 557.201

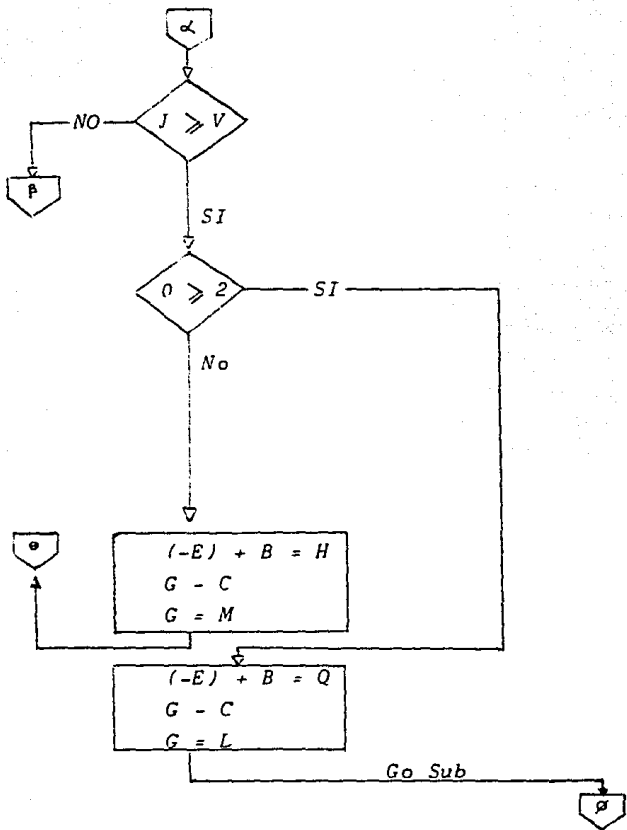
Tolerancia = 0.201

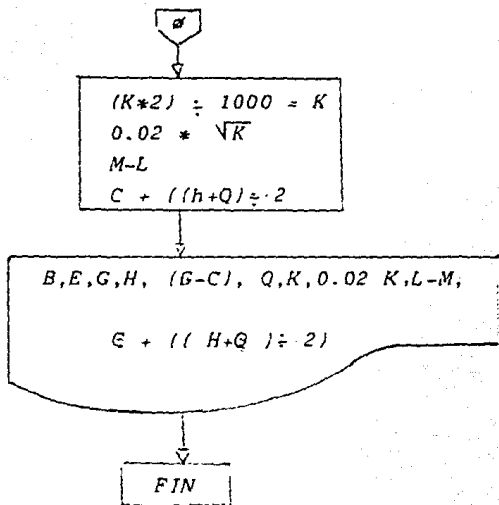
Error resultante = 0.004

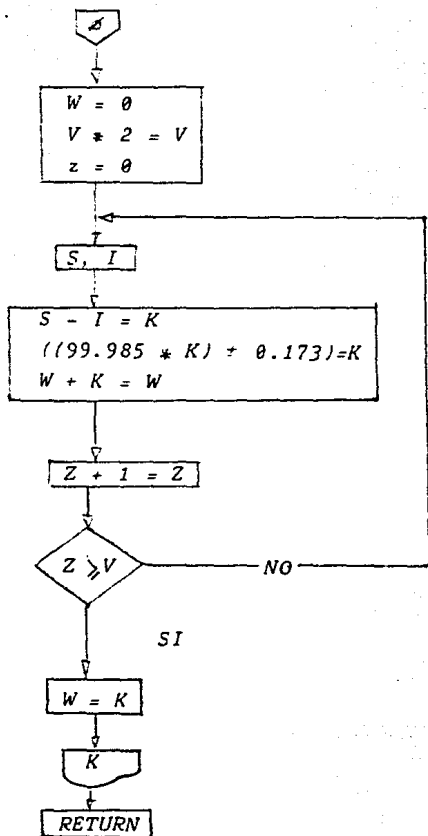
Cota compensada = 2231.038

- Diagrama de flujo -









CODIFICACION.

Lbl	→	P	B	:	:	(
0	C	=	Δ	Lbl	Go to	K
:	:	"	N	2	0	x
"	0	:	+	:	:	2
0	→	?	E	0	Lbl)
=	J	→	→	≥	3	+
"	:	P	E	2	:	1
:	0	:	Δ	⇒	(	0
?	→	"	(	Go to	-	0
→	B	N	G	3	E	0
0	:	=	+	:)	→
:	0	"	P	(	+	K
"	→	:	)	-	B	:
V	E	?	-	E	→	"
=	:	→	N	)	Q	T
"	0	N	→	+	Δ	=
:	→	:	G	B	G	"
?	F	J	Δ	→	-	Δ
→	:	+	J	H	C	.
V	C	1	≥	Δ	Δ	0
:	→	→	V	G	G	2
"	G	J	⇒	-	→	√
C	:	:	Go to	C	L	K
=	Lbl	P	2	Δ	:	↓
"	1	+	:	G	Prg	"
:	:	B	Go to	→	4	E
?	"	→	1	M	:	R
						=

SUB RUTINA.

"	θ	S	9	1
Δ	→	=	.	→
L	W	"	9	Z
-	:	:	8	:
M	θ	?	5	Z
Δ	→	→	x	≥
"	Z	S	K	V
C	:	:)	⇒
espacio	V	"	+	Go to
C	x	I	.	4
O	2	=	1	:
M	→	:	7	Go to
=	V	?	3	1
"	:	→)	:
┘	"	I	→	Lb1
C	D	:	K	4
+	I	S	:	:
(	S	-	W	W
(	T	I	+	→
H	"	→	K	K
+	Δ	K	→	Δ
Q	Lb1	:	W	
)	1	(	Δ	
÷	:	(	Z	
2	"	9	+	
)				

3.5.- BATIMETRIA.

Una vez obtenido el control horizontal y vertical, se prosigue con la realización de la Batimetría que es la determinación del relieve subacuático del lago, que se lleva a cabo mediante sondeos.

El sondeo es una de las partes más importantes del levantamiento hidrográfico. Todas las operaciones efectuadas con anterioridad (control terrestre horizontal y vertical, determinación del banco de nivel de referencia y determinación de las líneas de sondeo), se pueden considerar preliminares a éste.

Antes de dar principio al sondeo es necesario - revisar las condiciones de los puntos de control terrestre y determinar con relación a estos las líneas de sondeo. Estos trabajos preliminares deben prepararse de tal manera que los sondeos puedan hacer con rapidez y la posición de cada uno debe ser determinada con precisión, ya que el área es grande y dado -- que el relieve del fondo no se ve se acostumbra a hacer sondeos con más profusión que cuando se nivela - en tierra para obtener la altimetría.

La elección de los puntos en tierra a la que de be referirse el trabajo deben hacerse de forma que - sean fácilmente visibles sobre la superficie del -- agua y debe tenerse presente la posición del sol para

que las visuales sean claras. De ser posible, el sol no debe quedar frente al observador.

3.5.1. Monumentación.- Los monumentos utilizados en este tipo de trabajo, son semejantes a los colocados para el control vertical, como se muestra en la figura 12, y colocados a lo largo de la orilla del lago.

3.5.2. Instrumental y Personal.- La profundidad se mide generalmente desde un bote de fondo plano y una regla de sondeo, que consiste en una regla graduada de madera con divisiones marcadas cada centímetro, de color rojo y negro intercaladas para su mayor apreciación. Como la rapidez y precisión con que se hacen los sondeos depende considerablemente del material empleado, las características del fondo del lago y el personal, previamente se elabora una relación del mismo que a continuación se menciona:

- Personal en tierra -
 - Dos observadores.
 - Dos anotadores.
 - Dos señaleros.

- Personal en la embarcación -
 - Un remero.
 - Un señalero.
 - Un sondeador.

- Un anotador.
- Instrumental en tierra -
 - Dos teodolitos.
 - Dos banderolas (color rojo y negra)
 - Dos cronómetros.
- Instrumental en la embarcación -
 - Una regla de sondeo.
 - Cronómetro.
 - Dos banderolas (color rojo y amarillo)

3.5.3.- AJUSTE DE INSTRUMENTOS.

Para este tipo de trabajos, son utilizados 2 - teodolitos Willd T-1 semejantes a los usados para - el control horizontal, por tal motivo su comprobación y ajuste puede verse en el inciso 3.3.3.

3.5.4.- METODOLOGIA.

Ya que el fondo del lago no es de gran profundidad y cuenta con una pendiente uniforme, resulta ventajoso hacer sondeos a lo largo de las líneas - paralelas normales preestablecidas en las orillas, por lo cual es conveniente realizar el trabajo por "intersección de alineaciones", este método consiste en fijar sistemas de líneas de sondeo que se corten aproximadamente en ángulo recto. La embarcación

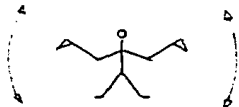
se sitúa en las intersecciones y se hace el sondeo, anotando la hora y la profundidad.

Como la colocación de los testigos de la orilla del lago nos permiten disponer de dos series de alineaciones normales una a otra la embarcación que es alineada lo más aproximadamente posible en las intersecciones mediante señales en tierra, y una vez que se encuentra en posición de cruce de las líneas de sondeo, se hace la señal a la embarcación de estar alineada y se toma el ángulo y la hora. En la embarcación el sondeador introduce la regla de sondeo y toma la lectura, dando la voz al señalero de abord para que haga la indicación a tierra de que la lectura ha sido tomada y avanzar al siguiente punto de sondeo (ver figura 22)

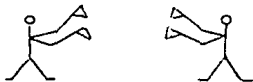
SEÑALES:

EN TIERRA

Avanzar.



Moverse hacia la -
derecha o izquier-
da.



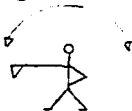
Embarcación alíneada.



Término de línea de
sondeo.

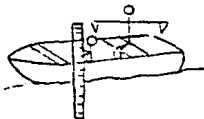


Regresar.

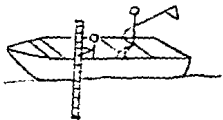


EN LA EMBARCACION

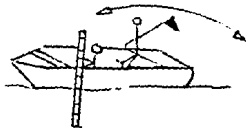
Alinear embarcación.



Sondeo efectuado.



Emergencia.
(banderola roja).



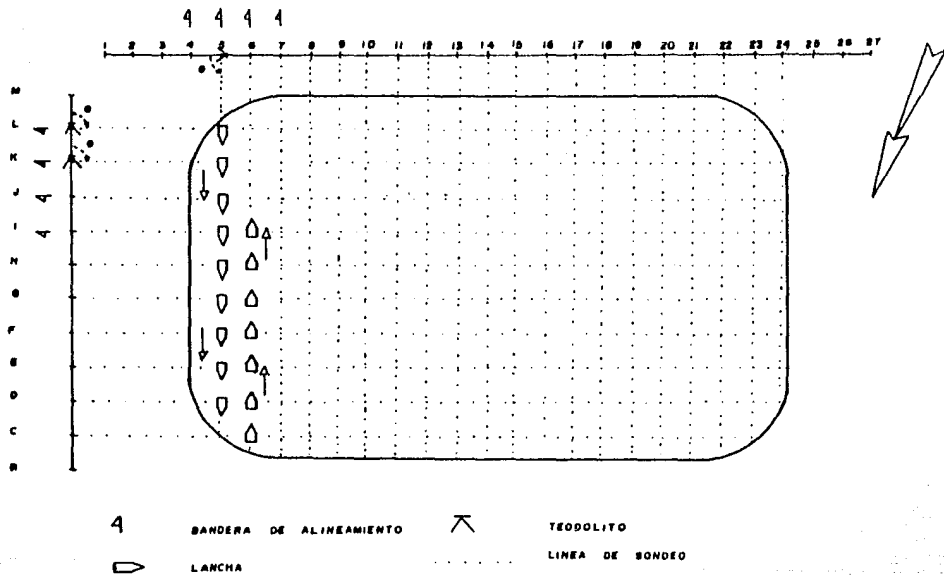


FIG. 22

3.5.4.1.- MEDICION DEL NIVEL DEL AGUA.

El nivel del agua es la altura de la superficie del agua con respecto al nivel de referencia, la medición se hace mediante una regla fija, sobre la cual puede leerse el nivel. La graduación de la escala debe estar a una altura tal que nunca se presenten lecturas negativas, para este caso se utilizan reglas que consisten en un tablón de madera fijos sólidamente - en posición vertical y graduado para hacer las lecturas. Las divisiones son pintadas directamente sobre la madera a cada centímetro, fijados sobre la cara anterior de la barra, y se procura que esté correctamente colocada con respecto al banco de referencia.

Con el fin de facilitar los sondeos del lago, - se lleva desde el banco de nivel BN-L una nivelación hacia un testigo cercano a la regla fija que nos sirve para medir el nivel del agua, este banco es denominado "Testigo -12" (ver figura 23).

3.5.4.2.- CALCULO DEL SONDEO.

Los resultados de los sondeos se vacían en los planos hidrográficos por medio de cifras que indican las profundidades expresadas en metros, puestas precisamente en los puntos que corresponden a cada son-

deo.

Registros.

Hora	θ	Linea	Linea	Sondeo	Sentido	Obs.
8 10	91°10'	14	J	2.72	regreso	viento
8 19	92 05		I	2.85		modera
8 22	89 58		H	3.60		do NW

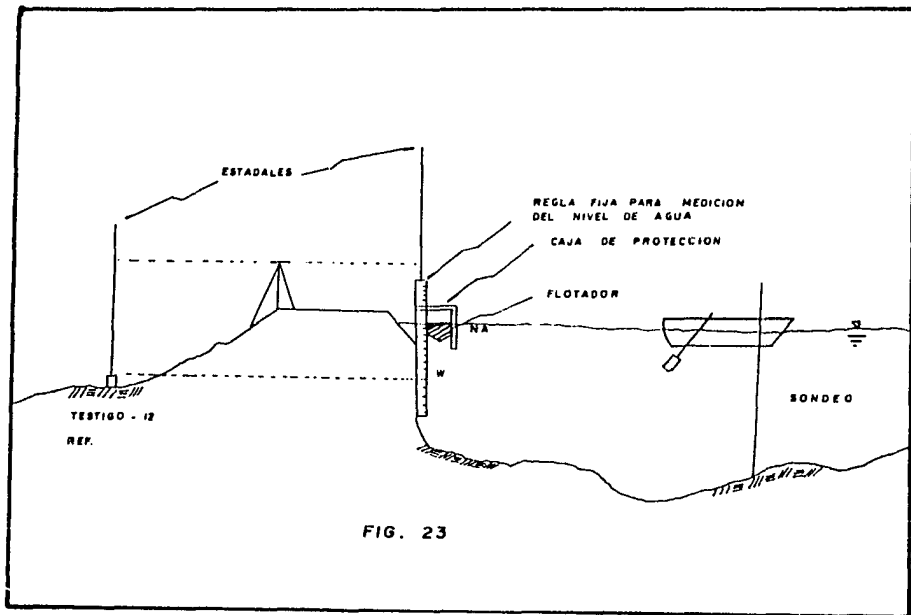
NIVEL DE AGUA.

Hora	Niv. de agua	Obs.
7 50	0.516	Viento moderado de N-W
8 00	0.514	
8 10	0.515	
8 20	0.515	
8 30	0.515	

PLANILLA DE CALCULO.

Lin	Lin	Hor.de Son.	NA.	NA $\frac{C}{W}$	Son.	son $\frac{X}{C}$	Ref.	Cota Ref-X
14	J	8 10	0.515	0.415	2.720	2.305	2234.475	2232.17
	I	8 19	0.515	0.415	2.850	2.435		2232.04
	H	8 22	0.515	0.415	3.600	3.185		2231.290

W = 0.1 m.



3.5.5.3.- CALCULO DEL VOLUMEN DE AGUA.

Obtenido el plano de configuración del lago a escala 1:8000 (ver figura 24), con una equidistancia entre curvas de nivel de 0.50m, se procedió a la cubicación.

Para determinar este volúmen se utilizó el método de áreas medias el cual consiste en multiplicar la semisuma de las áreas de dos curvas de nivel consecutivas por la equidistancia (las áreas son determinadas por medio del planímetro).

Aplicando el caso que nos ocupa:

Elev. en m	Areas en m ²	Vol. parciales en m ³	Vol. acumulado en m ³
2230.00	1450		
2230.50	8730	2545	2545
2231.00	48290	14255	16800
2231.50	622250	167635	184435
2232.00	2003400	656412.5	840847.5
2232.50	3060600	1266000	2106847.5
2233.00	3717500	1694525	3801372.5
2233.50	4516800	2058575	5859947.5
2234.00	5871700	2597125	8457072.5
2234.50	8077200	3487225	11944297.5
2235.00	8601500	4169675	16113972.5

$$\frac{1450 + 8730}{2} (0.5) = 2545$$

$$\frac{8730 + 48290}{2} (0.5) = 14255 + 2545 = 16800$$

$$\frac{48290 + 622250}{2} (0.5) = 167635 + 16800 = 184435$$

Y así se continúa hasta la curva 2235.00, una vez obtenidos los volúmenes se procede a la comprobación del volumen utilizando la fórmula trapezoidal.

$$V = \frac{e}{2} [(S_1 + S_n) + 2 (S_2 + S_3 + S_4 + \dots + S_{n-1})]$$

donde:

V = Volumen de sólido considerado.

e = Equidistancia vertical de 2 curvas de nivel.

S₁, S₂ = Las áreas de las cruvas contadas de abajo hacia arriba.

Sustituyendo los valores en la fórmula trapezoidal se tiene:

$$V = \frac{0.5}{2} [(1450 + 861500) + 2 (8730 + 48290 + \dots + 622250 + 2003400 + 3060600 + 3717500 + 4516800 + \dots + 5081700 + 8077200)] = 16113973.5$$

Obteniéndose un volumen de 16.114 millones de metros cúbicos, la diferencia obtenida entre los dos volúmenes, es debida a las aproximaciones.

Con los datos obtenidos se conoce la capacidad del lago a una altura dada, así como darnos cuenta de la cantidad de terreno que inunda esa altura.

4.- CONCLUSIONES.

Hundimiento Regional PEÑON-LAGO DE TEXCOCO.

Los perfiles de asentamientos en los bancos localizados a lo largo del camino Peñon- Texcoco, se -- presentan en la gráfica I, tabla I.1, habiéndose realizado la última nivelación a principios del mes de octubre de 1988.

El máximo hundimiento registrado de noviembre de 1972 a la fecha es de 4.612 m en el banco BN.E.

El banco BN.L, que ha sido tomado como referencia para la batimetría del Lago Dr. Nabor Carrillo, ha sufrido a la fecha un hundimiento de 2.470 m. Es importante aclarar que las mediciones se realizaron con nivel Rossbach, siendo la precisión de éste aparato menor que la del Wild N3 usado de 1973 a 1975, -- por lo que esta nivelación debe tomarse con las reservas del caso.

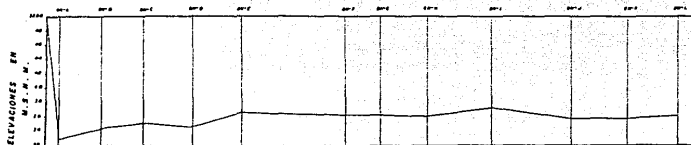
El hundimiento regional promedio es de 2.984 cm a la fecha, lo que significa una velocidad de hundimiento de 18.65 cmlaño. Los bancos BN.E y BN.F, han presentado los mayores hundimientos, lo que indica que en las zonas aledañas a dichos bancos, la ve-

locidad de hundimiento regional es mayor.

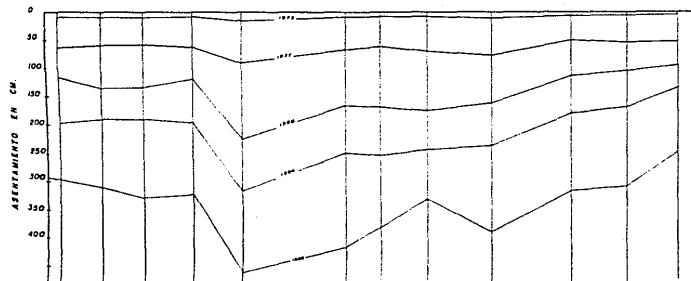
Hundimiento del Lago Dr. Nabor Carrillo.

El la gráfica II, tabla II.1, se presentan los asentamientos producidos por la consolidación de las arcillas, en cada uno de los puntos de sondeo, referidos a la elevación del banco BN.L, que se encuentra colocado fuera del área de influencia del campo de pozos. El mayor hundimiento observado a la fecha es de 4.780 m en el punto de sondeo H 17.

El volúmen generado por los asentamientos del lago fue de 16.14 millones de metros cúbicos, lo que representa un hundimiento promedio de 3.989 m., con una velocidad de hundimiento de 24.93 cm/año.

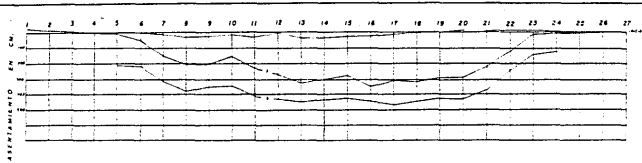


1974	25.0
1975	25.5
1976	26.0
1977	26.5
1978	27.0

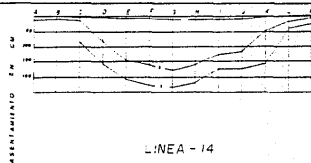


UNAM
FAC. DE INGENIERIA
ESTADÍSTICA DE LA ESCUELA
1978
ESTADÍSTICA DE LA ESCUELA
1978

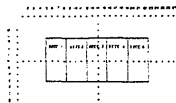
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA



LINEA - H



LINEA - 14



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

UNAM
FAC DE INGENIERIA
LABORATORIO DE GEOTECCNICA
PROYECTO DE INVESTIGACION
TITULO
FECHA

4.1.- REFERENCIAS.

- 1.- Carrillo F. Nabcr.
El Hundimiento de la Ciudad de México.
Proyecto Texcoco.
Ed. Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
México 1969.

- 2.- Bancos de Nivel establecidos hasta Noviembre
de 1968.
Ed. Secretaría de Recursos Hidráulicos.
México. 1969.

- 3.- Dirección General de Oceanografía y Señala--
miento Marino compendio de Hidrografía primer
a y Segunda parte.
Ed. Secretaría de Marina.
México. 1972.

- 4.- Toscano Ricardo.
Metodos Topográficos.
Ed. Porrúa S.A.
México. 1963.

- 5.- Valdez Domenech Fco.
Aparatos Topográficos.
Ed. Biblioteca C.E.A.C. del Topógrafo S.A.
Barcelona, España 1982.
- 6.- Montes de Oca Miguel.
Topografía.
Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A.
México. 1982.
- 7.- Davis, Foote y Kelly
Tratado de Topografía.
Ed. Aguilar.
México 1972.
- 8.- Salazar Torres Alfredo Ing.
Temario Problemario y sus Soluciones de Topografía.
Ed. Escuela Nal. de Estudios Profesionales
Acatlán U.N.A.M.
México 1987.
- 9.- R. Wirshing James-H Wirshing Roy
Introducción a la Topografía, Teoría y Problemas Serie de Compendios Schaum
Ed. Mcgraw-Hill, México 1987.

10.- Sabro Higashida Miyabara Ing.
Topografía General.
México 1972

11.- Banister A. Raymond S.
Técnicas Modernas de Topografía.
Ed. Representaciones y Servicios de Inge
niería. S.A.
México 1987.