



Universidad Nacional Autónoma de México

*MUSEO DE OBRAS HIDRAULICAS
DE LA
CIUDAD DE MEXICO*

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE
ARQUITECTO

presenta

ALBERTO FCO. GUTIERREZ LOZANO

México, D. F.

1988



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.

PROYECTO SOBRE EL MUSEO DE OBRAS HIDRAULICAS

Presentación:

Para gran parte de los habitantes de la Ciudad de México es evidente que en pleno siglo XX esta capital sigue enfrentándose a la problemática general del agua, que abarca desde la introducción del líquido desde lugares cada vez más alejados, con el consiguiente costo económico, -- hasta su adecuado manejo y distribución a fin de satisfacer las crecientes necesidades de este macroasentamiento urbano.

Los primeros grupos humanos que ocuparon la cuenca tuvieron que enfrentar, con rudimentaria tecnología, los diversos retos que planteaban por una parte, las crecidas de los lagos y por otra, el abastecimiento de agua potable. Una vez que sobre la antigua Tenochtitlán se asentó la ciudad española, con nuevas necesidades, aumentaron los retos pero también se idearon nuevas maneras de encontrar soluciones como el Tajo de Nochistongo. En el siglo XIX, el inicio del Canal del Desague y el Túnel de Tequisquiác constituyeron dos respuestas ante la problemática.

La centuria actual, testigo del crecimiento urbano más -- acelerado en el mundo en la capital del país, la ha enfrentado con la más moderna tecnología, lo que culminó en -- 1975 con el ambicioso proyecto del sistema del Drenaje -- Profundo, cuya responsabilidad ha recaído, desde su con--

cepción, hasta su construcción, operación y mantenimiento en la Dirección General de Construcción y Operación de - Obras Hidráulica.

ORIGEN DEL PROBLEMA

La cuenca del Valle de México, situada en el extremo sur del altiplano mexicano, está limitada al norte por las -- Sierras de Tepotzotlan, Tezontlalpan y Pachuca, al este - por los Llanos de Apan y la Sierra Nevada, al sur por las Sierras de Chichinautzin y del Ajusco, y al oeste, por -- las Sierras de las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo.

Tiene 9 600 km². de superficie, de la cual solo el 30 % - es plana y situada a una altura media de 2 250 m. S.N.M.

El Distrito Federal ocupa 1 482 km². y en él se encuentra la Ciudad de México con una área urbanizada mayor de --- 500 km². y un número de habitantes que excede a los 12 mi llones.

La precipitación media anual, de acuerdo con datos recaba dos en un período mayor de 50 años, es de 700 mm.; ello - representa un volumen llovido del orden de 6 500 millones de m³. anuales.

El más evidente clima y la profusión de lagos, ríos y manantiales en el Valle de México, atrajo desde épocas prehispanicas a numerosos grupos humanos, que sufrieron se--

rias calamidades en varias ocasiones cuando el líquido elemental sobrepasaba sus límites normales.

En 1449, el genial rey de Texcoco: Netzahualcóyotl construyó la primera obra magna de defensa, un dique de 16 km de longitud se extendía desde el Cerro de la Estrella en Iztapalapa hasta Atzacualco, pasando por el Cerro del Peñón. Con ésta obra se protegía a la población de las aguas procedentes del norte de Cuenca que eran las más caudalosas y que escurrían hacia el Lago de Texcoco, en aquel entonces el lugar más bajo del Valle. Este dique además, separaba la Laguna de México, constituida por agua dulce, de las aguas salobres del Lago de Texcoco. Posteriormente se construyeron los diques de Tláuac y Mexicaltzingo, que controlaron las aguas pluviales del sur.

En la época virreinal se construyó el dique de San Cristóbal que cerró la garganta por la cual derramaban sus aguas las lagunas de Zumpango, Xaltocan y San Cristóbal al Lago de Texcoco. En 1606 y 1607, grandes inundaciones de la Ciudad de México motivadas principalmente por los abundantes escurrimientos del Río Cuautitlán, impulsaron la búsqueda de una solución drástica para evitarlas, consistente en abrir la cuenca natural cerrada del Valle de México para dar salida a las aguas excedentes. El cosmógrafo alemán Enrico Martínez fué el autor del primer

Túnel en Nochistongo al noroeste de la Cuenca, por el --
cual fueron desviadas las aguas del Río Cuautitlán dejan-
do por primera vez, de ser Cuenca cerrada en el año de -
1608. A los pocos meses de funcionar el Túnel hubo derum-
bes que lo inutilizaron, y no fué sino hasta el año de --
1789 en que la obra convertida en Tajo, a través de 160 -
años de trabajos, se terminó y dió salida permanente a -
las aguas del Río Cuautitlán.

En 1856, ante los continuos problemas de inundaciones, se
buscó dar salida adicional a las aguas que hacian peli---
grar a la entonces floreciente Ciudad de México al subir
los niveles del Lago de Texcoco. Fué así como se inició
la construcción del Gran Canal del Desague y el Túnel de
Tequisquiac, terminándose en marzo de 1900 construyendo
una segunda salida de las aguas de la Cuenca.

Entre 1940 y 1946 se construyó un nuevo túnel en Tequis--
quiac con lo cual la otra Cuenca cerrada del Valle de Mé-
xico se comunicaba por tres vías, apartir de 1954, con
la Cuenca del Río Moctezuma, afluente del Río Pánuco, que
desagua en el Golfo de México a la altura del Puerto de
Tampico.

Todas las obras de desague construidas en aquellas épocas
incluyendo el Gran Caanal y los Túneles de Tequisquiac, se
proyectaron para trabajar por gravedad y así lo hicieron.

originalmente. Sin embargo, la perforación y explotación de numerosos pozos de agua urbanos, aceleró el hundimiento general del suelo, merced a la consolidación de las arcillas compresibles; en algunos puntos de la Ciudad -- como en el cruce que forman el Paseo de la Reforma y Av. Juárez, dicho hundimiento ha llegado a ser mayor de 8 -- metros. Con tales hundimientos era inminente el desplazamiento de la red de alcantarillado, provocándose columpios y contrapendientes en los colectores que desaguan al Gran Canal y también en este último. Esta situación de la red provocó serias inundaciones en la Ciudad que obligaron a las autoridades a operarla mediante estaciones de bombeo, con notable incremento de los costos de operación y mantenimiento del sistema, hacer sobreelevaciones de los bordos del Gran Canal para conservar la capacidad de -- conducción, además de Tanques de Tormenta, rectificación de Colectores y Atarjeas y numerosos Conductos Interceptores y de Alivio.

CONDICIONES ACTUALES

El hundimiento de la ciudad de México colocó a ésta en -- condiciones tales que su zona central se encuentra ahora en el punto más bajo de la Cuenca, situación que antiguamente correspondía al Lago de Texcoco. Obviamente una fa

lla del Gran Canal dentro de sus 20 primeros kilómetros, o la sobreelevación del agua, arriba de los bordos de -- protección hubiera causado en la Ciudad de México una -- inundación de consecuencias gravísimas.

Las estaciones de bombeo se conectaban hasta con ocho --- circuitos eléctricos para evitar fallas de energía, pero el riesgo de una suspensión súbita del fluido eléctrico, - durante el climax del bombeo de agua del drenaje era tal que se justificaba, como se hizo, la construcción de plantas eléctricas accionadas con motores diesel independiente del circuito urbano que garanticen la seguridad del - servicio.

El proyecto finalmente aprobado y construido por la Dirección de Obras Hidráulicas del Departamento del Distrito - Federal, para completar las obras de desague requirió una inversión del orden de 5,400 millones de pesos. Trabajará enteramente por gravedad y consiste básicamente de las -- siguientes partes.

- 1.- Interceptor Central.
- 2.- Interceptor del Oriente.
- 3.- Emisor Central.

Con este sistema pueden eliminarse todas las estructuras provisionales actualmente en funcionamiento, se evita el tener que bombear, se elimina el riesgo de una falla en -

los primeros 20 km. del Gran Canal y sobre todo, no será afectado en su funcionamiento por el hundimiento general del Valle.

Tratando de aprovechar las obras existentes de la mejor manera posible, los Interceptores se proyectaron en la dirección norte-sur, seccionando convenientemente la red de colectores existente y tomando en cuenta que en la parte alta de la Ciudad, el ya construido Interceptor del Poniente recoge las aguas de los lomeríos y a una altura conveniente las envía fuera de la Ciudad.

Una vez que se establecieron los trazos definitivos de los Interceptor profundos y Emisor Central se procedió a excavar las lumbreras de acceso tanto en suelo blando como en el material compacto.

La localización de las lumbreras, las cuales posteriormente a la construcción de los túneles, servirán para ventilación e inspección, se logró tomando en cuenta los estudios geológicos, topográficos y los rendimientos de avances de trabajos esperados en función de todos los factores previsibles aplicados a la programación del desarrollo de las obras, con el método de la ruta crítica.

Están construidas a la fecha 24 lumbreras en el Emisor, 7 en el Interceptor del Oriente y 7 en el Interceptor Central. La dimensión de la sección de las lumbreras quedó sujeta a los claros libres necesarios para las maniobras

de la maquinaria y los procesos de construcción.

Junto con lo anterior se hizo el programa de la maquinaria el personal y los materiales que sirvió de base para formular el valor de la inversión y los precios de los -- distintos conceptos de trabajo, así como las especifica-- ciones particulares relativas.

Simultáneamente con las lumbreras, se iniciaron los trabajos auxiliares, como fueron caminos de acceso, adquisi-- ción de los terrenos necesarios y la instalación de las - líneas de alimentación de energía eléctrica para operar - la maquinaria de construcción, efectuar la ventilación y el alumbrado. Se establecieron los servicios de oficinas campamentos, almacenes y talleres.

OBRAS COMPLEMENTARIAS

Como la salida del Emisor Central se localizó sobre la -- orilla Noroeste de la cuenca del Valle de México debiendo por razones técnicas, descargar en el Río del Salto en -- vez de hacerlo en el Río Salado, que es donde actualmente descarga el Gran Canal del DESague al través de los túneles Nuevo y Viejo de Tequixquiac, se construyeron algunas obras complementarias, con ellas se podrá llegar a tener un funcionamiento hidrológico distinto al que prevalecía anteriormente por lo que se refiere a la magnitud de las

avenidas que transitarán por el cauce del Río del Salto, - en el tramo comprendido entre el sitio de descarga del -- Emisor central y la Presa Endó, quedando así encauzadas - las descargas del Emisor Central y, en lo futuro, por lo que toca a la distribución de los gastos disponibles, para satisfacer la demanda de riego del área actual y futura en el Distrito de Riego No.03 de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

El estudio de las obras complementarias del Sistema de -- Drenaje Profundo se encaminaron a definir la indole, la - ubicación, la capacidad y demás características particulares que se consideraron convenientes o necesarias para - lograr los siguientes objetivos:

- 1.- Colectar las aguas sobrantes de la zona urbana que alivian al Gran Canal del Desague.
- 2.- Distribuir en el Distrito de Riego No. 03 - los volúmenes de agua que se dispondrán, ha ciéndolo en un punto determinado del Canal de fuerza Juandó, inmediato a la Presa Tlamanca.
- 3.- Proteger contra inundaciones las zonas que se encuentran a lo largo del Río Tula, las poblaciones de Jasso, Tlteca y Tula, y los

puentes de ferrocarriles y caminos, etc.

Para la realización de los objetivos antes señalados se -
construyeron las siguientes obras:

a) Una estructura de descarga con obra derivadora, localizada sobre el Río del Salto, a continuación del portal de salida del Emisor Central, provista de un vertedor con capacidad suficiente para dejar pasar los picos de las avenidas y una derivación hacia un canal revestido de concreto, destinado a conducir el agua necesaria desde la estructura de descarga antes mencionada hasta la presa Tlamaco.

b) Las estructuras de descarga de los colectores del Distrito Federal a los Interceptores.

c) La obra de toma en el Gran Canal de Desague, para aliviarlo, derivando los caudales excedentes al Interceptor Oriente.

d) Ampliación y rectificación, primero del cauce del Río del Salto, y después del Río Tula, hasta la Presa Endó, -- con el fin de tener en cada tramo las capacidades apropiadas a los nuevos gastos que transitarán, incluyendo la -- ampliación de capacidad hidráulica de dos puentes de fe-- rrocarril y de tres puentes carreteros ubicados cerca de -

Las poblaciones de Jasso, Hgo. y Tula Hgo., Se requerirá hacer la reestructuración y ampliación de la red de alcantarillado sanitario y drenaje pluvial de Tula, Hgo. de manera que descargue al río del mismo nombre, por gravedad en estiaje y por bombeo durante la época de crecientes, -- las obras de derivación para aprovechamiento de estas - aguas en el Distrito de Riego 03 con el canal de liga a - Tlamaco.

OBRA DE TOMA EN EL GRAN CANAL

La construcción del Sistema de Drenaje Profundo incluye el Emisor y los tramos inmediatos a éste de los interceptores posteriormente se continuará con la prolongación de éstos.

La primera etapa se terminó de construir para operar durante la temporada de lluvias de 1975 hasta la lumbrera 9 del Interceptor Central y hasta la conexión con el Gran Canal en el Oriente. Por tal motivo, al terminar esta etapa se pueden descargar los colectores números 11, 15, --- Ríos Consulado, Tlalnepantla, San Javier y los Remedios a los Interceptores; y el Gran Canal se aliviará derivando caudales excedentes hacia el Interceptor Oriente, para -- evitar el peligro que significaban para la ciudad de México los altos niveles que alcanzaba durante la temporada - de lluvias dicho canal.

La Dirección General de Obras Hidráulicas del Departamento del Distrito Federal decidió derivar del Gral Canal, - en un punto adecuado, un gasto hasta de 100 m³/seg., y -- arrojarlo por medio de un conducto rectangular de 6.50 x 4.50 m. localizando en el centro de la calle Oriente 157 de la Col. Salvador Díaz Mirón, hasta una lumbrera de -- 6.00 m. de diámetro situada en el cruce de la calle Norte 72-A con la antes mencionada calle Oriente 157, en donde se dejó una caída de 20.34 m., y después, mediante un con ducto de 5 m. de diámetro con varias curvas, llega a la - denominada "Lumbrera 8-A" de donde, por un túnel, también de 5.00 m. de diámetro, conecta con el Interceptor del -- Oriente.

El objeto de este trazo fue que el conducto situado en la parte aguas arriba de la lumbrera (calle 72-A) se constru yerá con muros "Milán" en arcilla típica del Valle de Mé- xico, y la parte de túnel situada entre esta lumbrera y - la 8-A, se excavará con los procedimientos comunes en for mación rocosa.

PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION

TUNELES EN ARCILLA

Los problemas constructivos de túneles en el subsuelo ar- cilloso de la Ciudad de México son considerables, máxime

si su profundidad es cercana a los 30.00 m. desde la superficie. En el diseño del equipo y maquinaria por emplearse en los túneles profundos se aprovechó la experiencia ganada durante la construcción de la sustitución de la prolongación sur del Gran Canal por un túnel y algunos tramos de colectores construídos también en túnel.

En dichas obras se utilizó un escudo de 4 m. de diámetro que trabajó a una profundidad entre 10 m. y 12 m. rezagando el material por licuación y bombeo, y no se requirió de aire comprimido.

Para los túneles de los interceptores, que se construyeron a más de 30 m. de profundidad, se prepararon cinco escudos adaptados a las previsible condiciones del subsuelo de la Ciudad de México, los cuales utilizaron licuadoras basadas en los prototipos hechos en México para rezagar por bombeo también se pudieron aplicar presiones de aire hasta de 2 atmósferas para contrarrestar la tendencia del frente a moverse hacia el interior del túnel o para evitar pérdidas de agua al cruzar lentes arenosas. La estabilización del frente pudo hacerse también con lodo bentónico.

SISTEMA DE EXCAVACION UTILIZANDO

AIRE COMPRIMIDO EN EL DRENAJE

En el Interceptor Central, entre las lumbreras 9 y 10 ,--

(Terminal de autobuses foraneos del Norte), se hizo el empleo de aire comprimido a baja presión, durante el proceso de excavación con escudo de frente abierto, en tanto que en el resto del Interceptor, la excavación se realizó únicamente con escudo; cabe aclarar que el tramo entre -- lumbreras 9-10, el más cercano a la zona de alta compresibilidad de la Cuenca del Valle de México y el subsuelo en este tramo difiere en características y propiedades del resto, ya que es el tramo del Interceptor Central más cercano a las arcillas lacustres que forman el subsuelo del "Valle de México", por las cuales deberá excavar la segunda etapa de la Obra que será la continuación hacia el Sur de los Interceptores Central y Oriente atravesando -- depósitos de arcilla y limo pertenecientes a las formaciones Tacubaya y Becerra.

Por lo antes señalado se consideró apropiado el hacer una prueba en la excavación, ayudada por la herramienta del aire comprimido. También se estuvieron llevando a cabo pruebas tendientes a eliminar el bombeo superficial que se venía utilizando como procedimiento de construcción en los tramos restantes que se excavaron con escudo.

El aire comprimido se ha implantado como una prueba, favorable ya que no existen antecedentes de excavaciones de túneles bajo aire comprimido a una altura como la de la Ciudad de México (2 240 m. SNM).

Para suministrar el aire comprimido se contó en la obra con cuatro compresores cuya capacidad nominal fue de -- 2 200 piés cubicos por minuto, cada uno, estos compresores suministran aire enfriado y filtrado (eliminando -- fundamentalmente los aceites en suspensión), mediante -- dos tuberías de 25 cm. de diámetro que bajan por la lumbrera y llegan a la cámara de trabajo. La zona entre el frente de excavación del túnel y la esclusa se le ha llamado cámara de trabajo.

El aire que se suministra a la cámara de trabajo para -- mantener una presión uniforme y ayudar a la estabilidad del túnel, se consume fundamentalmente por las siguientes causas:

- a) VENTILACION DEL TUNEL.
- b) EXCAVACION DEL TUNEL.
- c) FILTRACIONES A TRAVES DEL TERRENO.
- d) ESCLUSAS DE PERSONAL Y REZAGA.

La cámara de trabajo, se limita mediante una placa de -- acero que cierra el túnel en este sitio, se cuenta con -- dos esclusas una es de personal en la parte superior y -- otra de rezaga en la parte inferior.

La presión en la cámara de trabajo se mantuvo constante mediante una válvula automática que se calibra para la -- presión deseada.

El equipo de excavación y rezago de materiales es eléctrico y neumático para evitar la contaminación del aire en la Cámara de Trabajo.

Por ser la primera vez que se ha empleado el proceso de aire comprimido a una altitud de 2 240 m. SNM, fué necesario ejercer una vigilancia médica muy estricta sobre los trabajadores, técnicos e ingenieros que trabajan en el túnel. Para ser admitido un trabajador, debía pasar exámenes médicos, radiológicos y análisis clínicos; durante el trabajo únicamente fué aceptado el 40 % del total de trabajadores que se presentaron para su examen de admisión y trabajadores en 2a. y 3a. prueba solo fueron aceptados en 6 % . Se mantuvo una vigilancia médica constante para todos los trabajadores y si acaso se presentaron sospechas de molestias menores de oído o senos paranasales, durante la compresión rutinaria.

LUMBRERAS Y TUNELES EN ROCA

Se atacaron con los procedimientos convencionales para terrenos compactos y rocosos, utilizando explosivos para el avance y extracción del material con botes; en túneles se acarreó a la lumbrera con vagonetas sobre rieles para la rezaga del material mivido. Los trenes de vagonetas se jalaron con locomotoras eléctricas.

Para soporte se utilizaron marcos de acero y madera de -
retaque.

La sección de excavación del túnel fué en herradura y en
ocasiones cuando el material lo permitió, se utilizó --
"concreto lanzado" (Shotcrete) para estabilizar las pare
des y clave del túnel.

CANTIDADES DE TRABAJO

La obra ocupó durante su máxima actividad a 10 000 tra-
bajadores, y 500 Ings. Se concretaron 5 200 máquinas de
construcción y ésta se llevó a cabo por un consorcio for-
mado por las compañías que aisladamente contrataron los
distintos tramos iniciales de la obra; este consorcio se
denominó TUNEL, S.A. de C.V.

En la excavación en roca se usaron 2 500 toneladas de -
explosivos.

Longitudes de túnel que se excavaron fueron:

Emisor Central	49,870 m
Interceptor Oriente	10,170 m
Interceptor Central	7,780 m
TOTAL :	67,820 m

La obra se realizó con toda actividad, para ponerla en -
operación en el plazo más reducido posible según progra-
ma.

La prolongación de la obra consistirá en prolongar los -- Interceptores Central y Oriente a lo largo de los siguientes recorridos: para el Central, siguiendo las Avenidas - Guerrero, Bucareli, Cuauhtémoc, hasta la Ave. Miguel An-- gel de Quevedo, túnel que será construido con el método - de escudo a una profundidad media de 30 m. y del mismo -- diámetro de 5 m., con una longitud de 20 200 metros para la obra y sus prolongaciones.

Para el Interceptor del Oriente seguirá el trazo paralelo al Río de los Remedios desde la Lumbrera 11 hasta la Ave. Eduardo Molina donde dará vuelta hacia el Sur por ésta -- Avenida, luego por la Ave. Francisco del Paso y Troncoso hasta el Río Churubusco; la profundidad media es de 30 m. será del mismo diámetro de 5 m. con longitud de 25 000 - metros para la obra y sus prolongaciones.

Esta obra en su tipo es de las más importantes de la Ingeniería Civil que se hayan construido en la República Mexicana en toda su historia y los beneficios que se obtienen son los siguientes:

- 1.- Evitar inundaciones en más de 24 millones de metros cuadrados del centro de la Ciudad, en caso de falla del Gran Canal del Desague, el cual como se dijo -- antes, se encuentra en condiciones precarias de -- estabilidad y capacidad; inundación que produciría

daños físicos valuados en 5 800 millones de pesos.

- 2.- Ahorro y seguridad en la operación y el mantenimiento del sistema de alcantarillado en servicio.
- 3.- Facilidad para el aprovechamiento del agua negra - para riego de cultivos y usos industriales.
- 4.- Posibilidad del entubado en los primeros kilómetros del Gran Canal para lograr aumento del valor urbanistico de los terrenos que cruza, facilidades viales y mejoramiento de aspecto sanitario.

La importancia de los servicios a la zona urbana, que -- con este Sistema en construcción se acrecientan, puede - concebirse si sus magnitudes se compran con las que generalmente son conocidas. A la fecha, el agua que se usa en el Distrito Federal como provisión para todas las actividades de los habitantes es de 40 000 litros cada segundo, casi tres mil quinientos millones de litros en el día que se podrían almacenar en un tanque de superficie igual a la de nuestra Alameda (8 hectáreas) y con altura de --- 43 metros, equivalentes a un edificio de 13 pisos.

El agua ya usada, que se encauza en el alcantarillado, - equivale a las tres cuartas partes de la provisión anterior, o sean 2 600 millones de litros al día, que vuelve a

usarse en riego agrícola y en industria a lo largo del - Gran Canal y fuera de la Cuenca, lo que requiere conducir de 15 000 a 50 000 litros cada segundo.

Pero al volumen de agua usada hay que aumentar el que -- produce la lluvia durante los fuertes aguaceros obligando a que la capacidad de salida esté prevista para desalojar hasta 200 000 lt. por segundo para evitar inundaciones.

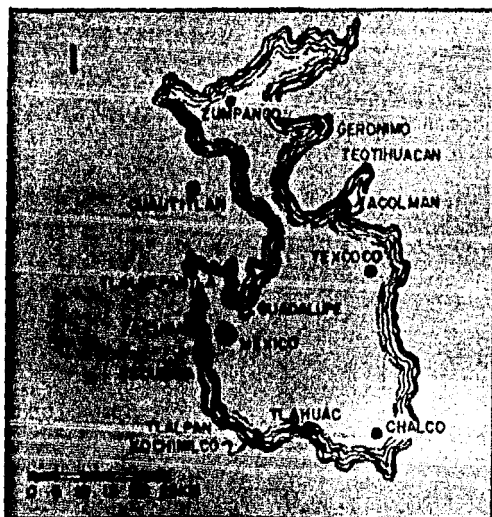
Las deducciones hidrológicas indican que un volumen máxi mo de agua llovida de 20 mil millones de litros en 48 ho ras es el esperado como probable que sumados a los del agua usada dan 23 mil millones de litros por conducir, y que no sería posible hacer sin el Sistema de Drenaje Pro fundo del Distrito Federal, que ya se describió en las -- páginas de la presente publicación.

Para la recolección del volumen de agua se dispone de la red de alcantarillado formada de atarjeas y colectores - con tuberías de concreto con diámetros de 0.25 a 0.60 m. las primeras y 0.72 a 5.00 m. los segundos. La longitud de todas estas tuberías es de 10 000 kilómetros, el cuar to del meridiano terrestre, desde el Ecuador al Polo Nor te; o, también, la longitud de todos los habitantes, 8 - millones, en fila sobre la superficie de la tierra ---- (1.25 m. de estatura promedio considerando desde recién - nacidos). Otras tuberías de menor diámetro son las de los albañales de la plomería interior de los edificios, que

comunican los muebles sanitarios, coladeras y bocas de tormenta con atarjeas que suman una considerable longitud. Estas obras de alcantarillado requerían urgentemente del Sistema de Drenaje Profundo para evitar que una falla del Gran Canal produjera la inundación de 24 millones de metros cuadrados que se indican en la superficie que cubre más del primer cuadro de la ciudad, con daños físicos valuados en 5 800 millones de pesos según su valor en 1964. La obra terminada es de proporción colosal, si se considera la longitud de túneles, casi 70 km. de los 100 proyectados. La sección de túnel terminada, para el Emisor, de 6.50 m. de diámetro, es suficiente para permitir alojar dos carriles de tránsito y la excavación requiere ocho metros de diámetro, capaz de hacer marco a la estatua del caballito. La superficie del frente excavada de 55 m²., que con 50 kilómetros de longitud, resulta un volumen de excavación igual a 2 750 000 metros cúbicos únicamente para el Emisor, que equivale a casi el triple del que tiene la pirámide del Sol de Teotihuacán y con las excavaciones de los interceptores y obras accesorias suman 3 500 000 metros cúbicos.

Los accesos para trabajar la construcción de los túneles que son las lumbreras descritas, consistieron en excavaciones verticales revestidas de concreto, de 6 m. de diámetro para los túneles en roca y 9 m. de diámetro para arzilla y material suelto, conforme a las dimensiones de las

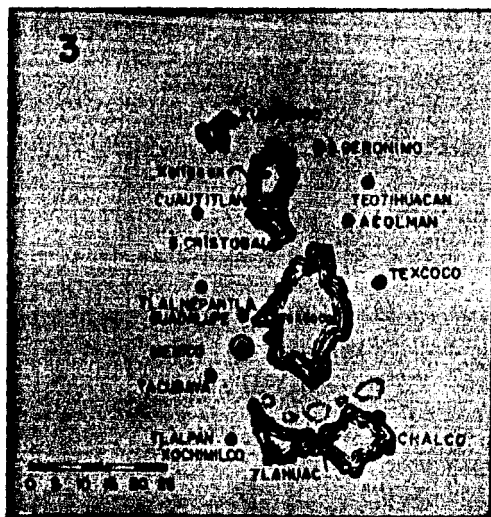
FIGURA No. 2
El Retroceso de los Lagos en el Valle de México.



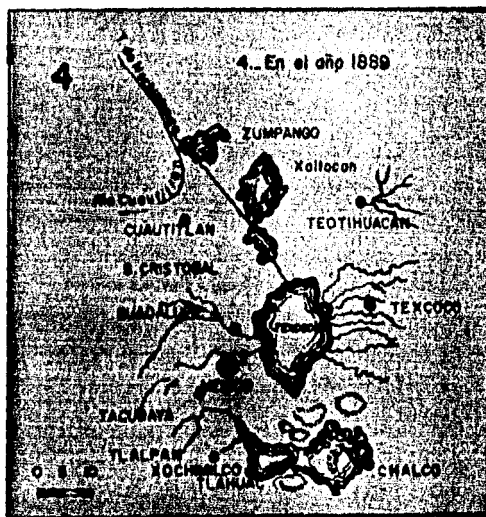
1.- Los límites aproximados durante la época diluviana.



2.- A comienzos del siglo XVI.



3.- A comienzos del siglo XIX.



4.- A fines del siglo XIX.

VARIACIONES DE LAS CONDICIONES DEL DESAGÜE DE LA CIUDAD DE MEXICO

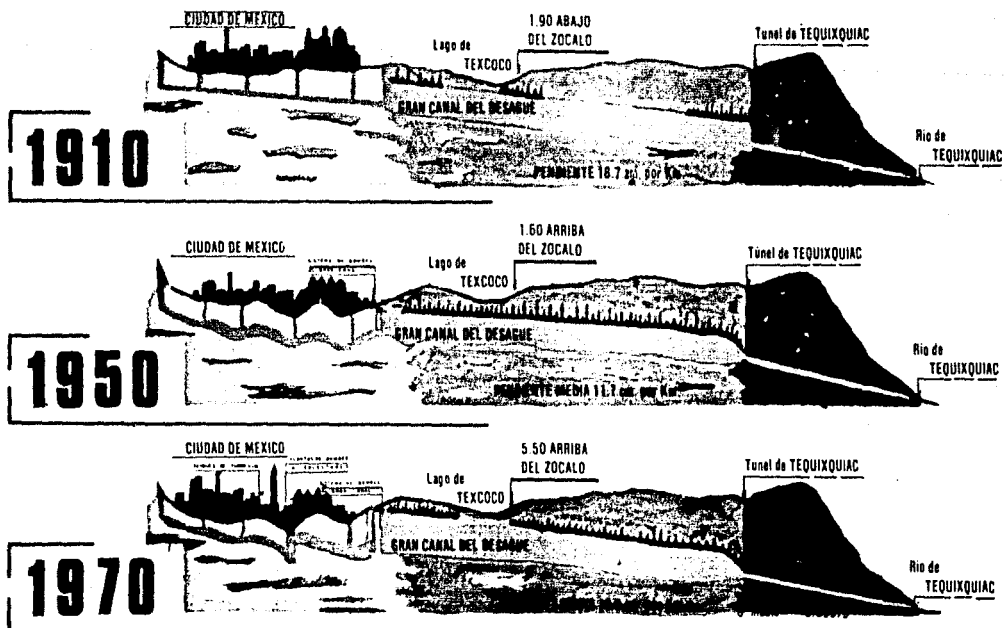
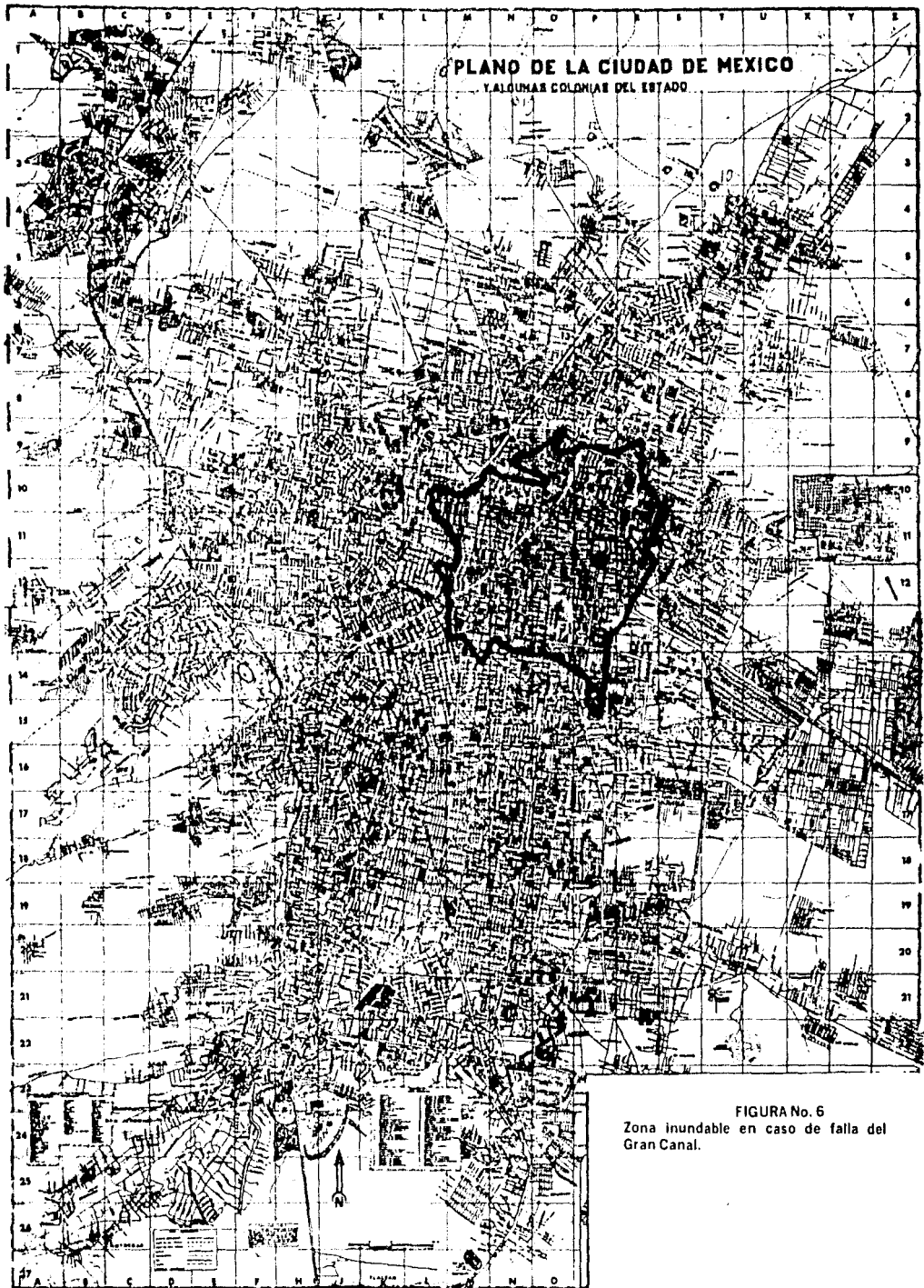
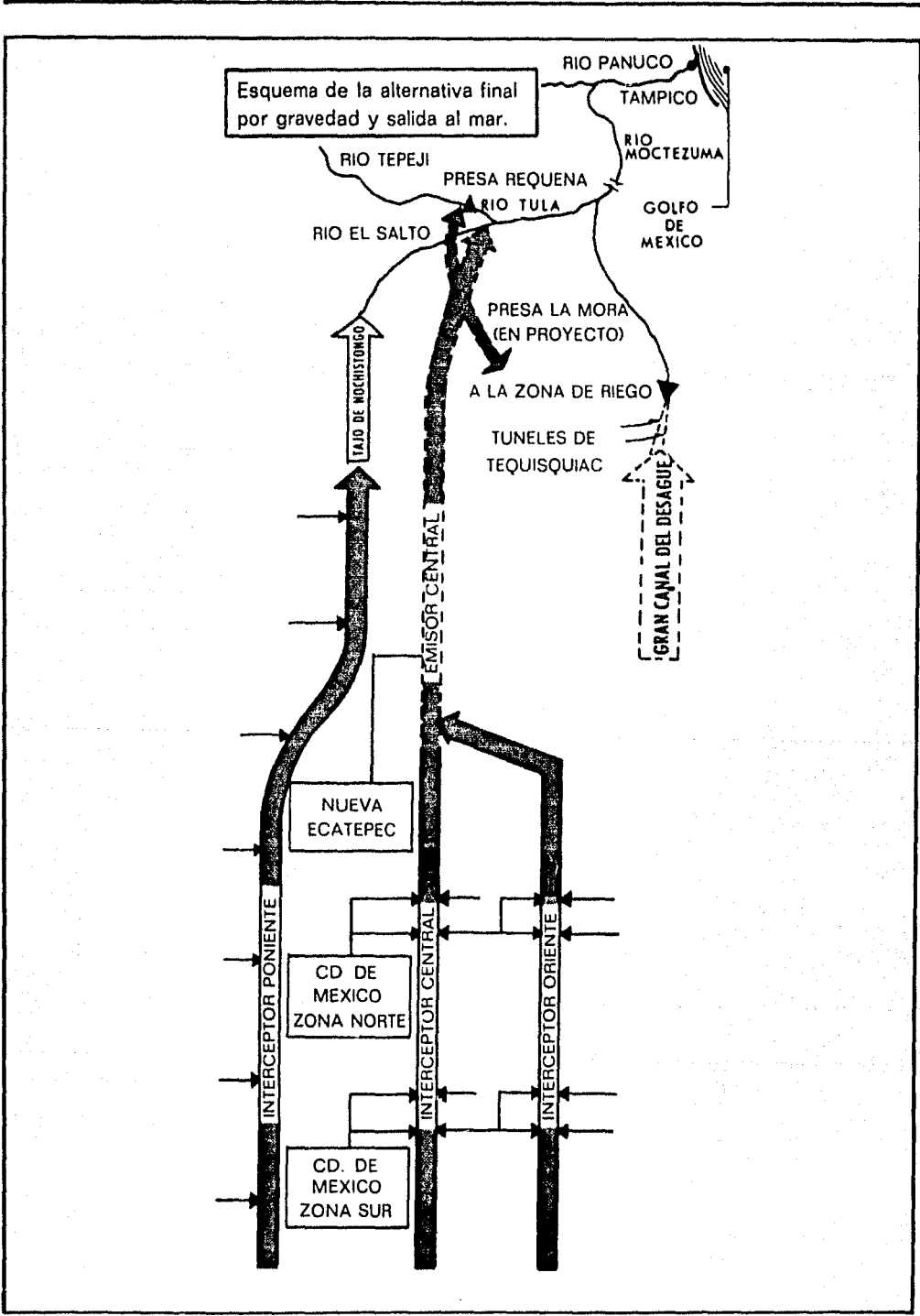


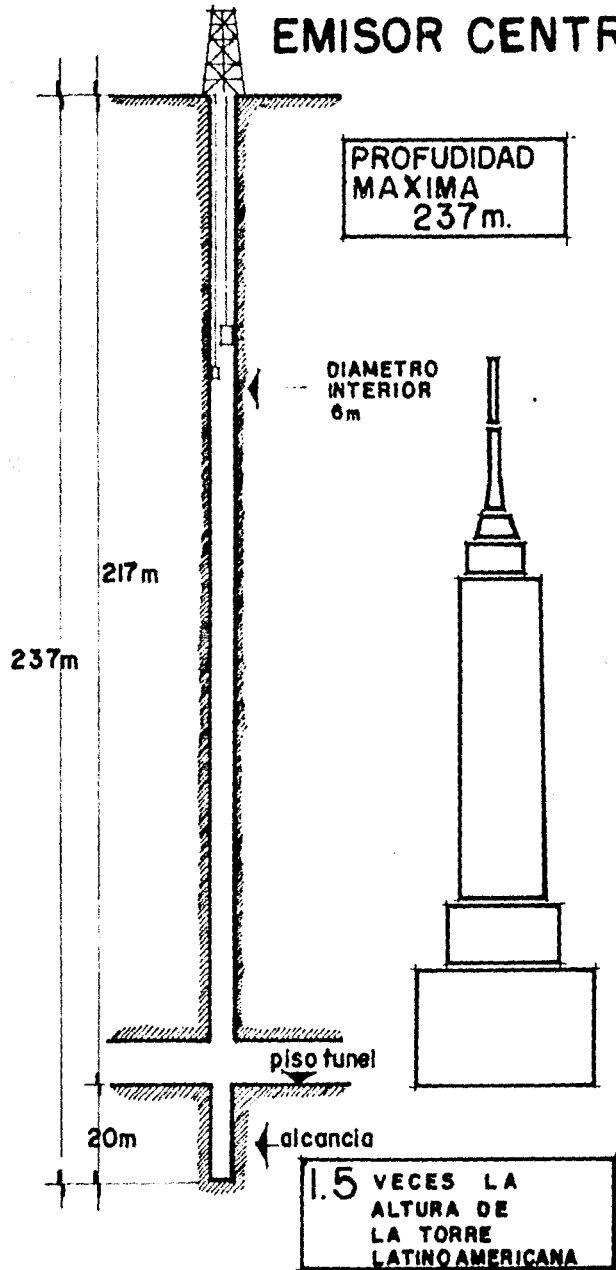
FIGURA No. 4



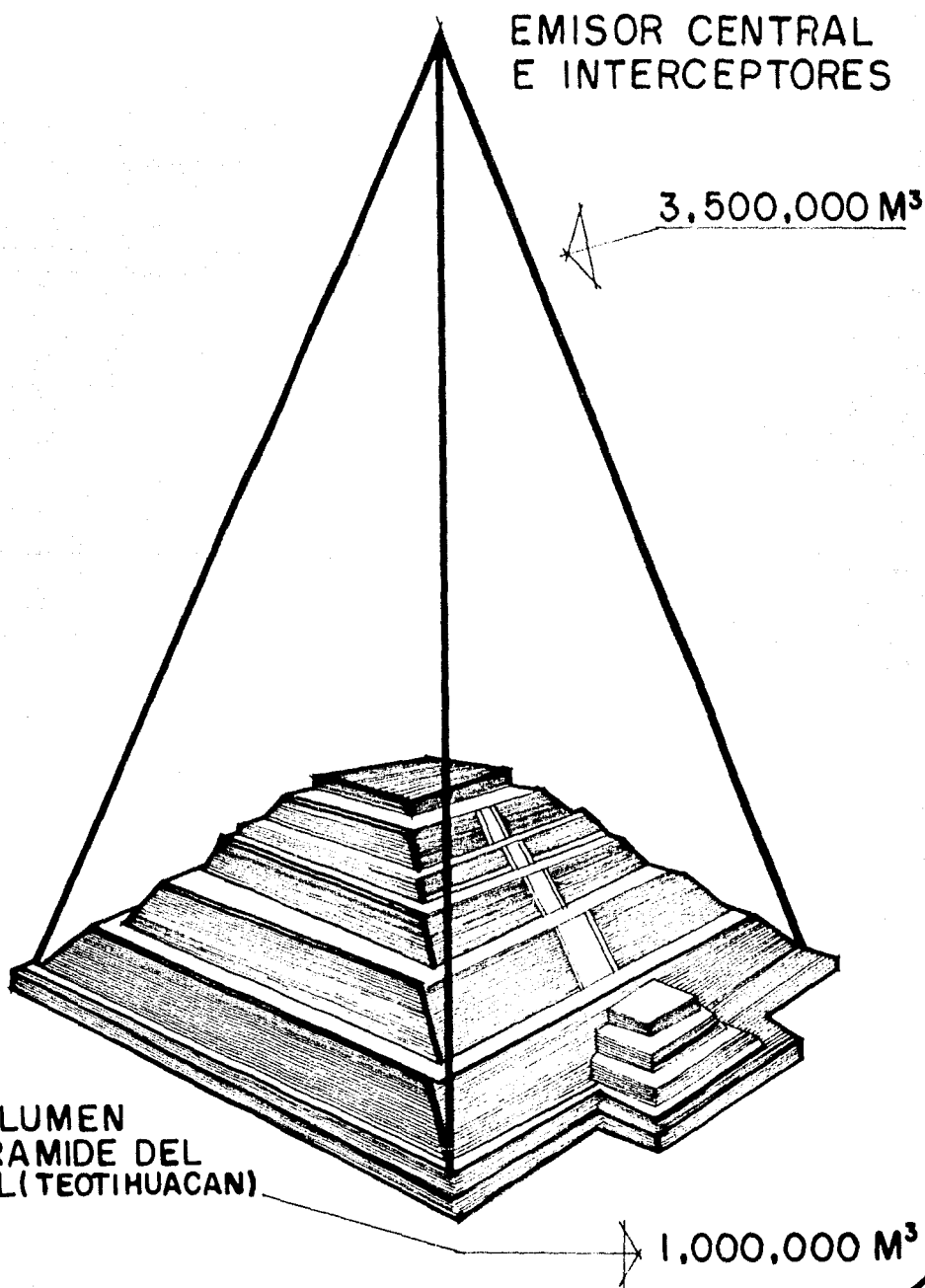


LUMBRERA 15

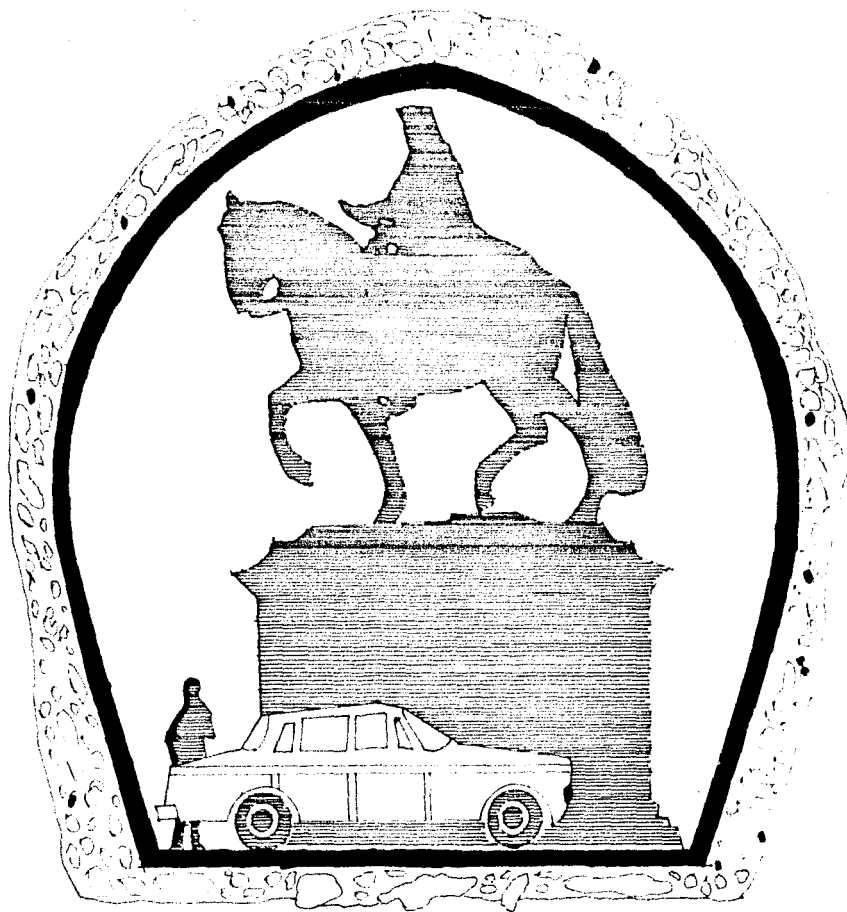
EMISOR CENTRAL



VOLUMEN DE EXCAVACION

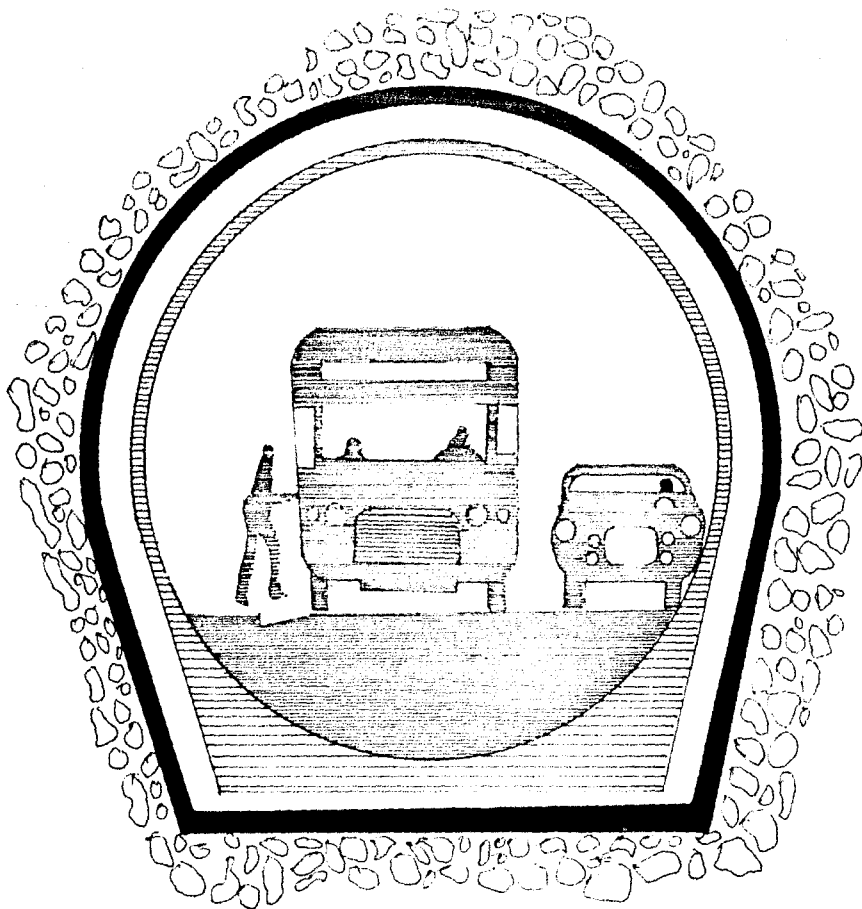


DENTRO DEL
TUNEL EXCAVADO
PUEDE CABER LA
ESTATUA DE
CARLOS IV
"EL CABALLITO"



SECCION DE EXCAVACION DE EMISOR CENTRAL

**LA SECCION
TERMINADA
DEL EMISOR
PODRIA DAR
CABIDA A
DOS CARRILES
DE CIRCULACION
PARA VEICULOS**



unidades de maquinaria que hubo que introducir para excavar el túnel. Todas estas lumbreras fluctúan en profundidad según el perfil del terreno; para los interceptores las profundidades son de 30 a 45 metros y para el Emisor de 55 a 220 metros. Precisamente la Lumbrera 15, que es la más profunda, puede apreciarse comparativamente en respecto a la altura del edificio de la Torre Latinoamericana.

Mucho se ha escrito sobre la importancia e impacto de esta gran obra, sus aspectos técnicos y su relevancia social frente a las explosivas necesidades de una población en continuo crecimiento por lo que no abundaremos en estos renglones, sino que lo haremos sobre otro proyecto complementario del anterior, y que cobra una nueva vigencia en las condiciones actuales en la medida que constituye una especie de "ventana" hacia el complejo mundo conformado por la problemática del agua en la Ciudad de México y algunas otras zonas del país.

EL MUSEO

Al norte de la ciudad, en un amplio predio ubicado exactamente frente a la Lumbrera 0, y por lo tanto con un sentido simbólico, el Departamento del Distrito Federal decidió crear un espacio donde el público en general, -

que desconocía el Drenaje Profundo, pudiera tener acceso en forma fácil y atractiva a este proyecto. También se buscó hacer un reconocimiento a los trabajadores que -- participaron directamente en la realización de una de -- las obras de drenaje más importantes a escala mundial. Bajo estos considerandos se logró un resultado final pro ducto de un trabajo colectivo y que, no obstante sus modestas dimensiones produjo una excelente aplicación de -- la técnica arquitectónica que conjuga función y forma. Aquí la imaginación, como ingrediente esencial de la ar quitectura, logra un óptimo funcionamiento integrado a -- los elementos estructurales que dan cuenta de la temática plasmada a través de la integración plástica. No se trata de una obra que impacte a primera vista por su -- majestuosidad o suntuosidad y que por lo tanto, establez ca una distancia con respecto al espectador; se trata por el contrario de un proyecto en el que se equilibran masas y espacios, que atrae al visitante y lo invita a descu-- brir y reflexionar sobre el contenido del interior. La atención se capta desde que uno va acercándose, el -- juego de los espacios libres, distribuidos en torno a -- círculos concéntricos que vistos desde el aire reproducen el logotipo de la Dirección General de Obras Hidráulicas, alternando vías peatonales con áreas verdes que confluyen en la escultura que destaca contra el fondo de cerros que

le sirven de marco, que está compuesta por cinco torres de distintas alturas que emergen de la gran base circular como si fueran los dedos de una mano saliendo de la tierra; cuatro culminan en tramos de cimbra metálica en forma de media luna abiertas hacia el cielo, mientras que la que representa el pulgar no la lleva, con lo que se establece un contrapeso muy rico visualmente. Las dimensiones de la "mano" (30.00 mts) indudablemente producen una sensación de pequeñez al espectador, sin duda la misma que se tendría al penetrar los mismos metros en el interior de la tierra.

Una vez que se ha observado la escultura, tras ella se descubre la estructura en sí del museo. Se logra así una integración plástica entre arquitectura y escultura que se traduce en una composición ambiental de armonía y belleza. Se trata de una gran masa con presominio de líneas horizontales prácticamente sin matices, salvo por una gradual disminución en la altura, que va desde el frente hacia atrás. La textura de su revestimiento de concreto sin pintar y el hecho de que las paredes sean visibles hasta un nivel más profundo que el del terreno adyacente acentúan mucho más el parecido con uno de los túneles de acceso al Drenaje Profundo.

El interior alterna la solidez conceptual con la fluidéz especial, al tiempo que persiste la sensación de acceder-

a un túnel, la luz que se filtra desde los vanos abiertos en el techo, donde éste se une con las paredes, rompe la sensación de espacio cerrado y permite iluminar las paredes que se utilizan para colocar los objetos del Museo. Además en lo que sería una primera sección de la construcción su altura permite jugar con dos niveles: en el inferior se encuentran los servicios y parte de la muestra museográfica (mapas, planos, fotografías, maquetas, etc.) mientras que en el superior hay cabida para un auditorio de tamaño regular que está delimitado por una pantalla fija en el extremo del fondo, hacia la continuación del Museo.

Al volver al nivel inferior se encuentra otra excelente solución funcional y espacial: el espacio cerrado se abre gracias a un techo que está formado por grandes perfiles a manera de vigas, que alternan con el cielo abierto, con lo que se logra un equilibrio de masas y espacios en el interior. Esta parte se utiliza para presentar quizás uno de los atractivos más grandes del Museo : un tramo de túnel de tamaño natural, acompañado de la herramienta y maquinaria empleadas en la construcción del Drenaje y que perderían mucho de su sentido real si se encuentran bajo techo.

Por todo lo expuesto, la obra logra una estupenda interrelación entre los ambientes interiores y exteriores sin --

descuidar el aspecto funcional y la integración plástica y funciona como una ventana para asomarse a un mundo desconocido para los no especialistas y por la que puede -- "ver" la labor titánica que implicó la obra oculta del Drenaje Profundo: Emisores, Colectores, Obras de Toma, y volúmenes de la excavación no solo mediante el material presentado, sino a través de la creación de un ambiente que penetra directamente en la sensibilidad del espectador.

Sin embargo, el Museo se encuentra hoy en completo inoperante por lo que tanto el sentido de la obra arquitectónica como el de la muestra museográfica pierden su razón de ser. De aquí la necesidad de retomar este proyecto e integrarlo al manejo que se puede hacer sobre el problema del agua en la Ciudad de México.

PROPUESTA

Nuestro país tiene una larga tradición museística y goza de un gran prestigio mundial en este renglón; nuestros museos históricos, arqueológicos, técnicos, de arte, de historia natural, etc., han sido objeto de reconocimiento por parte de los organismos de la talla del ICOM (Consejo Internacional de Museos). En los últimos 20 años, la política al respecto ha consistido en modificar el concep

to de un espacio estático, que simplemente guarda y presenta objetos, por uno vivo integrado a la dinámica actual y que sea divertido, ayude a complementar la información escolarizada según su espacialidad, relacione al público con los objetos expuestos y afirme el conocimiento a través de actividades creativas. Este nuevo concepto que contiene un compromiso social mucho mayor, ha tenido gran aceptación entre públicos de todas las edades y estratos sociales porque su flexibilidad le permite adecuarse a las necesidades de una población determinada.

El planteamiento aquí presentado parte de las premisas anteriores pero también de una consideración de orden social y económico con una importancia específica: dar a conocer ampliamente los problemas de la introducción y el uso de agua en nuestra ciudad y concientizar a la población para que emprenda acciones concretas al respecto.

Los altísimos y crecientes costos relacionados con este vital líquido deben ser conocidos por la sociedad civil; para ello conviene aprovechar la coyuntura actual de interés y preocupación por los aspectos ecológicos que se han encarnado a través de varios grupos y asociaciones a fin de incidir sobre este problema. Las instalaciones actuales del museo pueden volverse a utilizar, ampliando los contenidos.

El acervo o colección permanente incluiría el material - ya expuesto, quizá con algunas leves modificaciones.

Aunque básicamente se refiere al Drenaje Profundo, creemos que esta obra, por su magnitud e importancia, y porque significa la culminación respecto a los trabajos de su tipo merece abarcar la parte sustancial de la presentación museológica.

Por otra parte, el replanteamiento sobre la utilización del museo se propone considerarlo no solamente en relación con los trabajos del Drenaje Profundo, sino que -- abarque los diversos aspectos relacionados con las obras hidráulicas.

Este nuevo enfoque se puede trabajar mediante muestras - temporales con contenidos temáticos, globales, sobre aspectos técnicos, económicos, ecológicos, etc. algunos de dichos temas se presentan a continuación:

- La importancia del agua para la vida.
- El agua potable.
- Tratamiento y reuso del agua.
- El drenaje.
- Programa de servicios a usuarios.
- Los sismos y el agua.
- ¿ Cuánto cuesta un vaso de agua ?
- El agua y la industria.

- La nueva tecnología para el manejo del agua.

Estas exposiciones temporales pueden estar apoyadas por material audiovisual que se presentaría en el auditorio una vez que se hubiera terminado la visita a la parte inferior del museo.

Con este medio se presenta información más amplia, complementaria del tema, y que muchas veces es difícil exponer museográficamente. Las tres o cuatro muestras temporales durante el año significan una constante actualización del museo sobre los temas hidráulicos y la posibilidad de que el público no solamente lo visite una vez.

Aunque la ubicación del museo cuenta con vías adecuadas de comunicación, no son las ideales para el gran público, por este motivo se puede aprovechar en el sentido de organizar "excursiones" escolares.

Hay ya una amplia experiencia en otros museos de establecer una coordinación con las escuelas primarias y secundarias oficiales y particulares para elebar un calendario de visitas, de tal manera que se garantiza una afluencia constante de estudiantes y la difusión del museo se va -- logrando paulatinamente. Se sugiere también establecer contacto con los grupos ecologistas y cordinarse con ellos no solo para tener visitantes, si no para organizar ciclos de conferencias, presentaciones de libros relacionados con la problemática del agua, las obras hidráulicas,-

- etc. Toda esta labor debe culminar en que los estudiantes y el público en general hagan sugerencias y organicen pequeñas campañas en las escuelas, en sus casas, - en sus colonias o comunidades con acciones concretas para enfrentar los problemas del agua en nuestra ciudad. Esto solo se puede lograr a través del conocimiento y de la concientización gradual, aspectos sobre los que sin - duda el museo de Obras Hidráulicas puede cumplir una -- función relevante.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

C.- MUSEOS A DESCUBIERTO.

C.1.- PLAZA DE EXPOSICION DE MAQUINARIA.

D.- S E R V I C I O S .

D.1.- HABITACION DEL CONSERJE.

D.2.- BAÑOS.

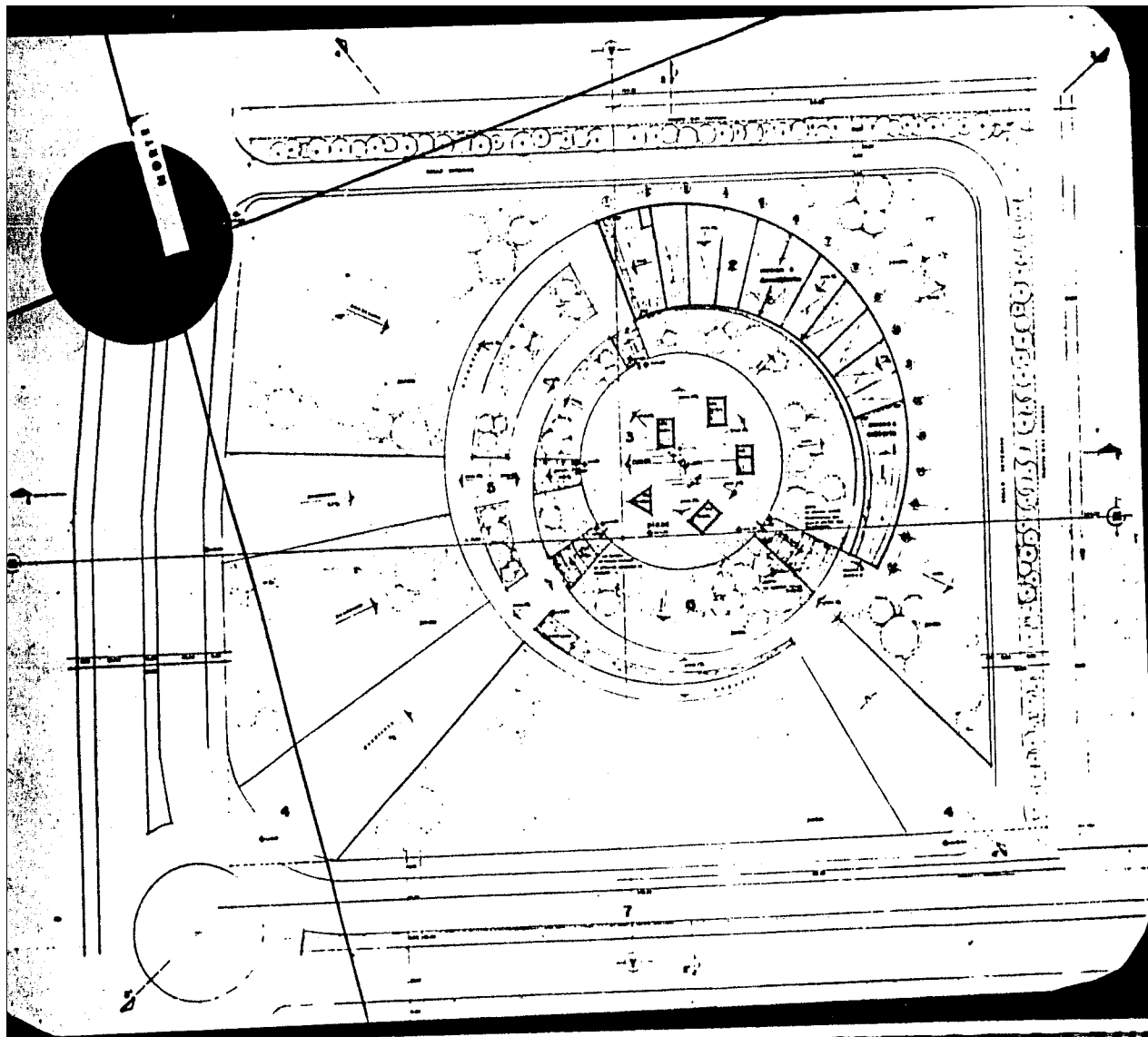
D.3.- COCINETA.

D.4.- PATIO DE SERVICIO.

D.5.- BODEGA.

D.6.- CUARTO DE MAQUINAS.

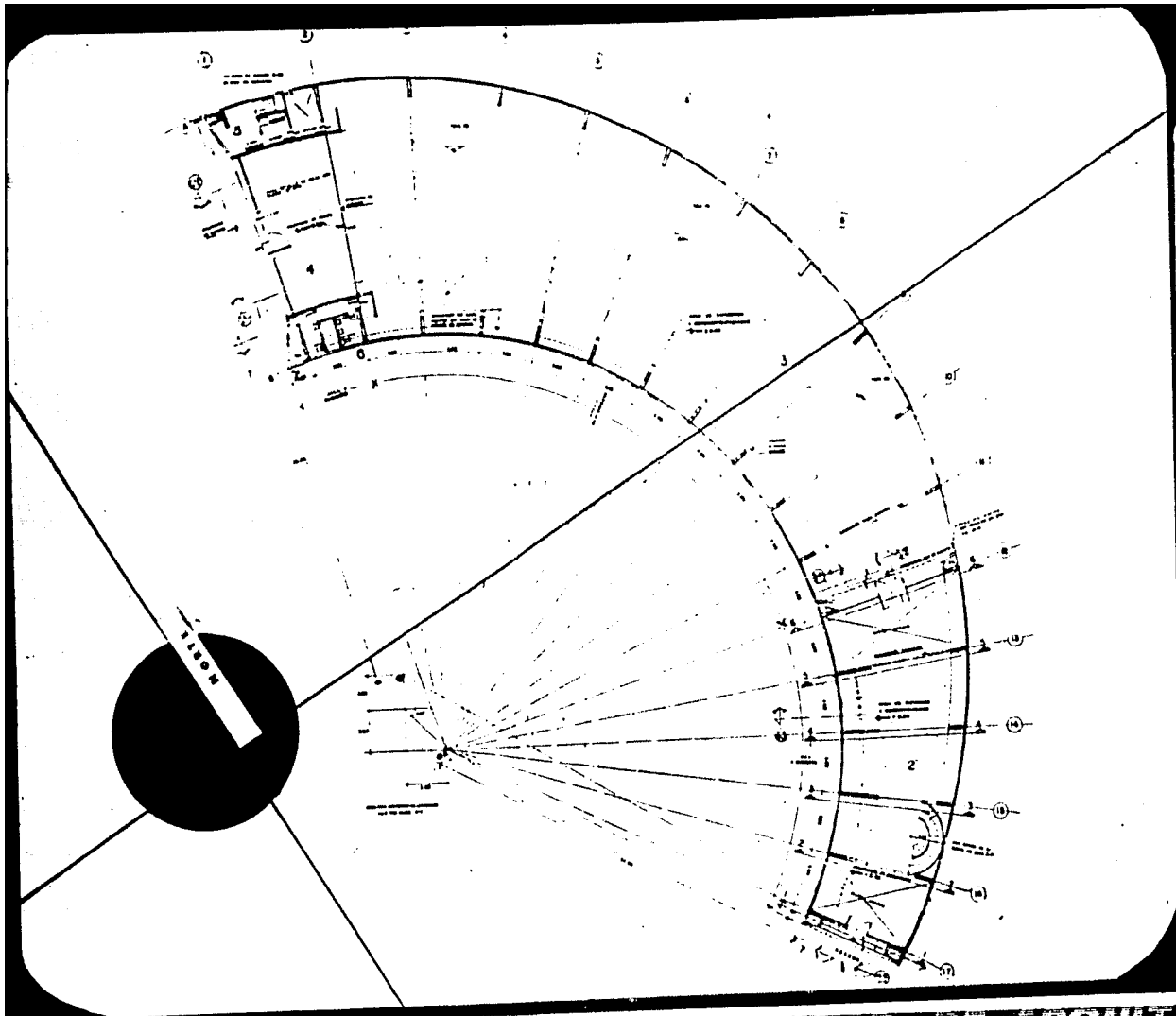
D.7.- CISTERNA.



- PLANTA DE COMUNITAT**
- 1 MUSEO A CUBIERTO
 - 2 MUSEO A DESCUBIERTO
 - 3 PLAZA DE ESCULTURAS
 - 4 ACCESOS
 - 5 CIRCULACION
 - 6 JARDINES
 - 7 VIALIDAD EXTERNA

**USO DE OBRAS
HIDRAULICAS**

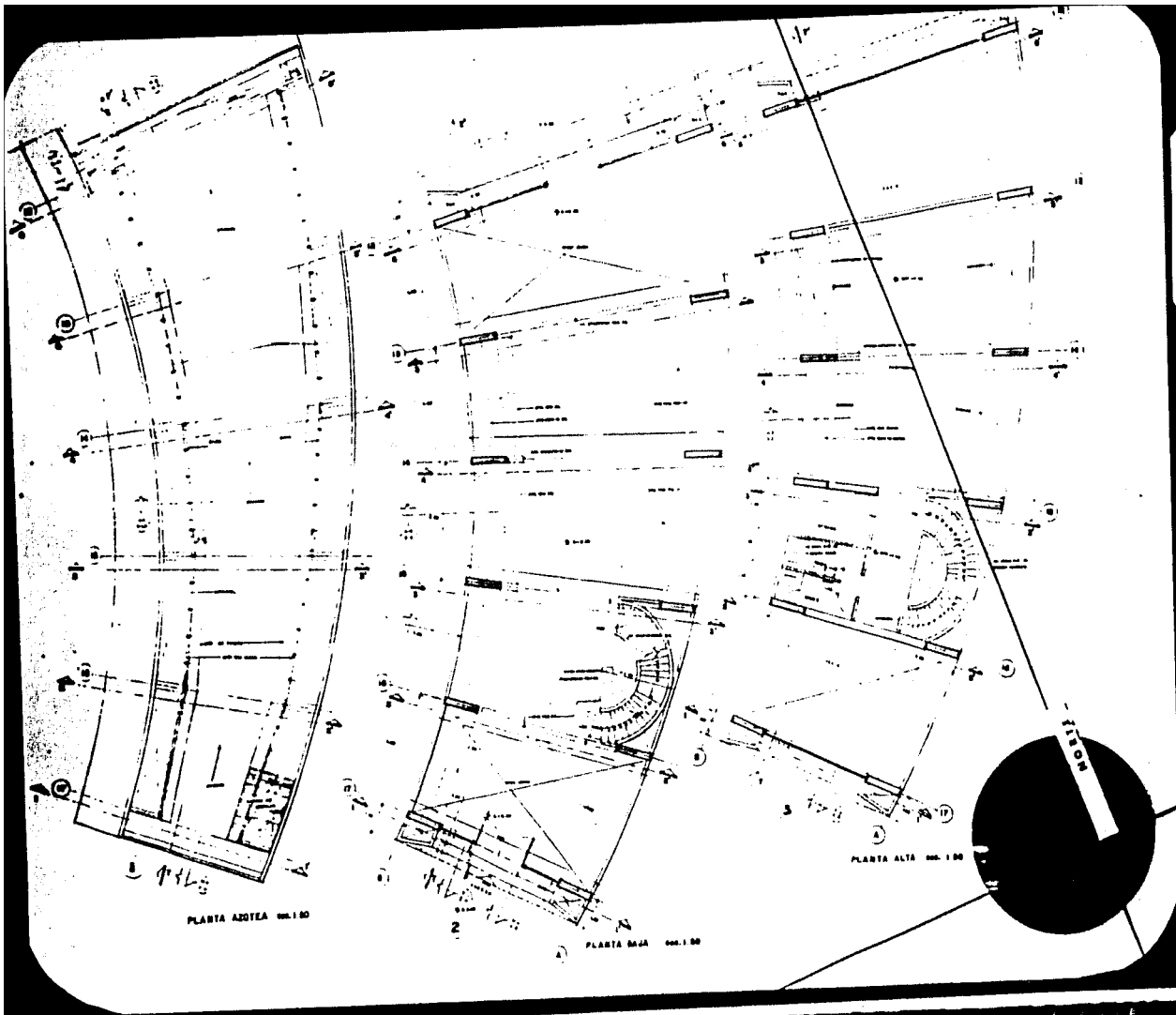
**FACULTAD DE ARQUITECTURA
ALBERTO GUTIERREZ LOZANO
EXAMEN PROFESIONAL 1987**



- PLANTA ARQUITECTONICA**
- 1 ACCESO PRINCIPAL
 - 2 MUSEO A CUBIERTO
 - 3 MUSEO A DESCUBIERTO
 - 4 VESTIBULO SALIDA
 - 5 CASA DE CONSERJE
 - 6 SANTAMOS PUBLICOS
 - 7 BODEGA

**MUSEO DE OBRAS
HIDRAULICAS**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA
ALBERTO GUTIERREZ LOZANO
EXAMEN PROFESIONAL 1987**



- PLANTA**
- 1 PLANTA AZOTEA
 - 2 PLANTA BAJA
 - 3 PLANTA ALTA

PLANTA AZOTEA 000.100

PLANTA BAJA 000.100

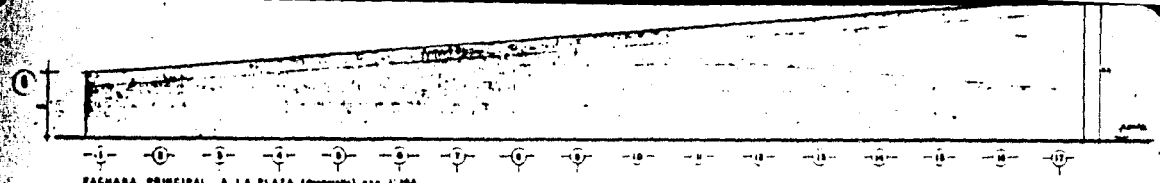
PLANTA ALTA 000.100

NORTE

DE OBRAS
RAULICAS

FACULTAD DE INGENIERIA
ALBA
EXAMEN

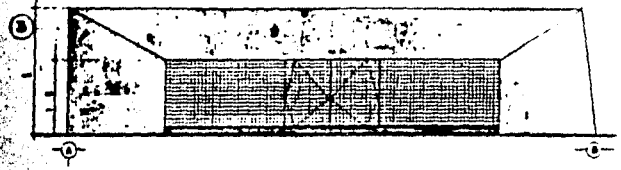
- FACHADAS**
- 1 FACHADA PRINCIPAL
(1034/0000001)
 - 2 FACHADA POSTERIOR
(1034/0000001)
 - 3 FACHADA LATERAL
(1034/0000001)
 - 4 FACHADA ACCESO PRINCIPAL
(1034/0000001)
 - 5 FACHADA INTERIOR
(1034/0000001)
 - 6 FACHADA INTERIOR
(1034/0000001)



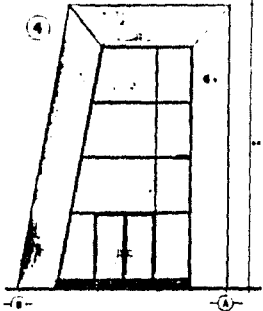
FACHADA PRINCIPAL A LA PLAZA (0000000) ESC. 1:100



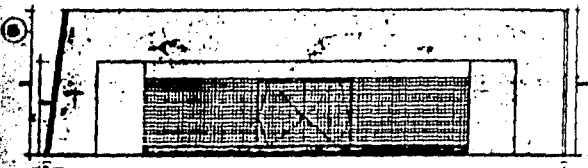
FACHADA POSTERIOR (0000000) ESC. 1:100



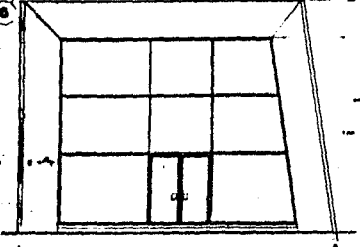
FACHADA LATERAL ACCESO RECURSARIO ESC. 1:50



FACHADA ACCESO PRINCIPAL ESC. 1:50



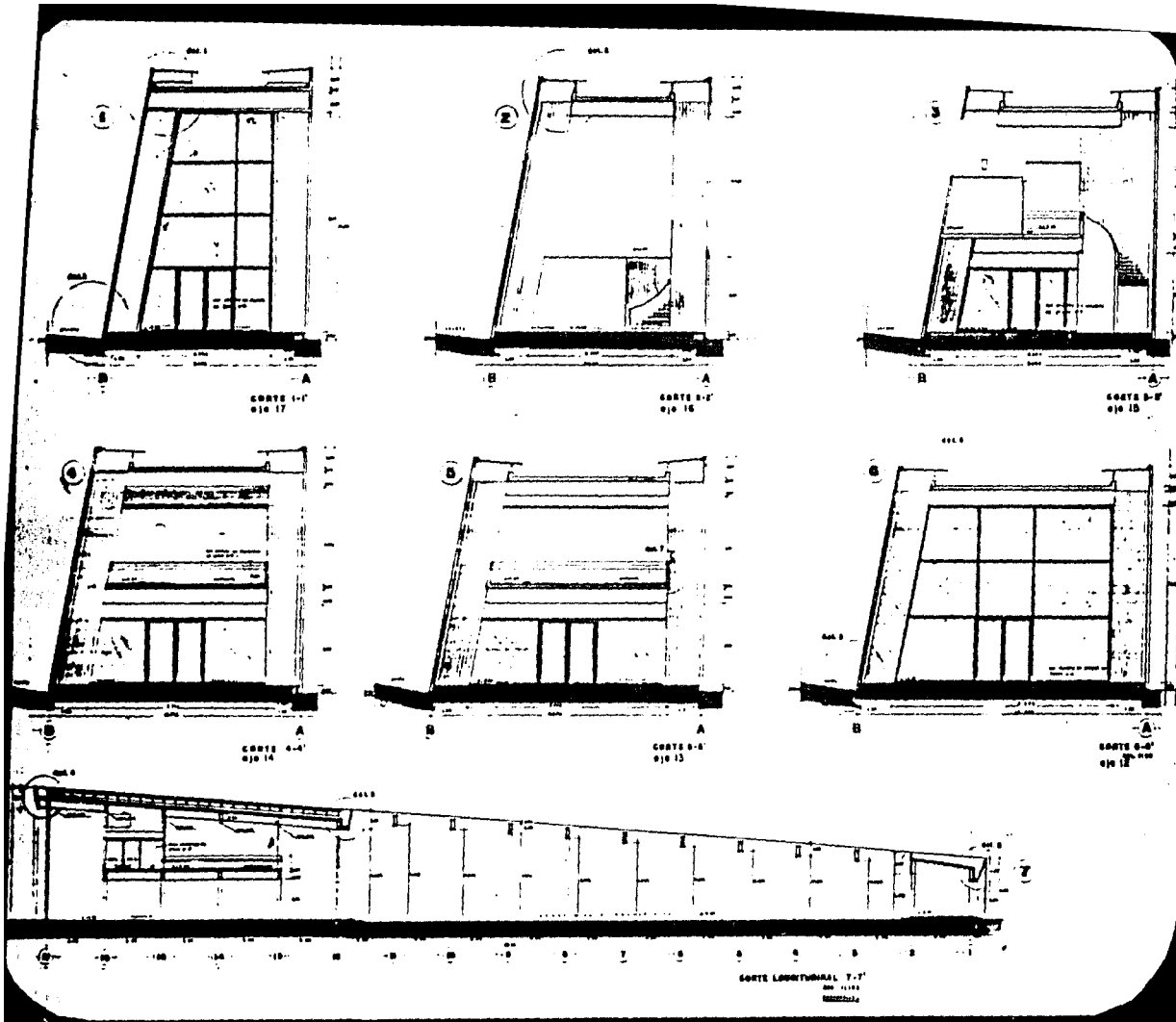
FACHADA INTERIOR SOBRE EJE 2 ESC. 1:50



FACHADA INTERIOR SOBRE EJE 1 ESC. 1:50

**DE OBRAS
PAULINAS**

FACHADA INTERIOR SOBRE EJE 1

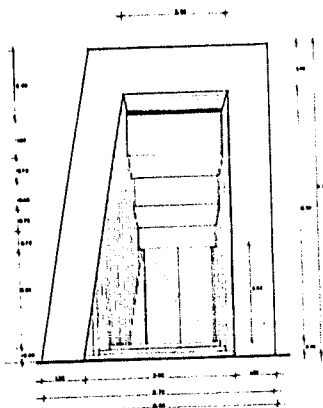


- CORTES**
- 1 CORTES 1-1'
 - 2 CORTES 2-2'
 - 3 CORTES 3-3'
 - 4 CORTES 4-4'
 - 5 CORTES 5-5'
 - 6 CORTES 6-6'
 - 7 CORTES LONGITUDINAL 7-7'

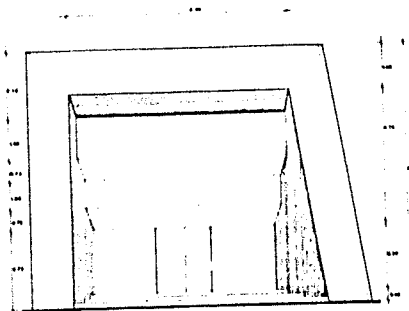
**USO DE OBRAS
HIDRAULICAS**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA
ALBERTO GUTIERREZ LOZANO
EXAMEN PROFESIONAL 2007**

REMODELACION DE FACHADAS



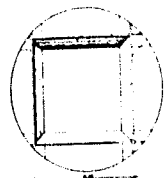
ALZADO CANCEL ENTRADA A MUSEO eje 17
esc: 1/50
K-1



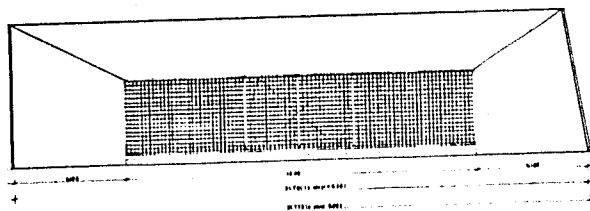
ALZADO CANCEL INTERIOR DEL MUSEO eje 12
esc: 1/50 K-2



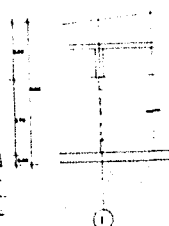
PLANTA esc: 1/50



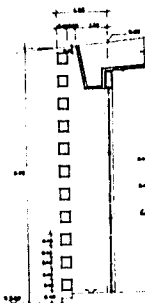
DETALLE DE REJA
esc: 1/2



ALZADO REJA eje 1
esc: 1/50
K-5



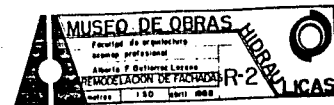
CORTE

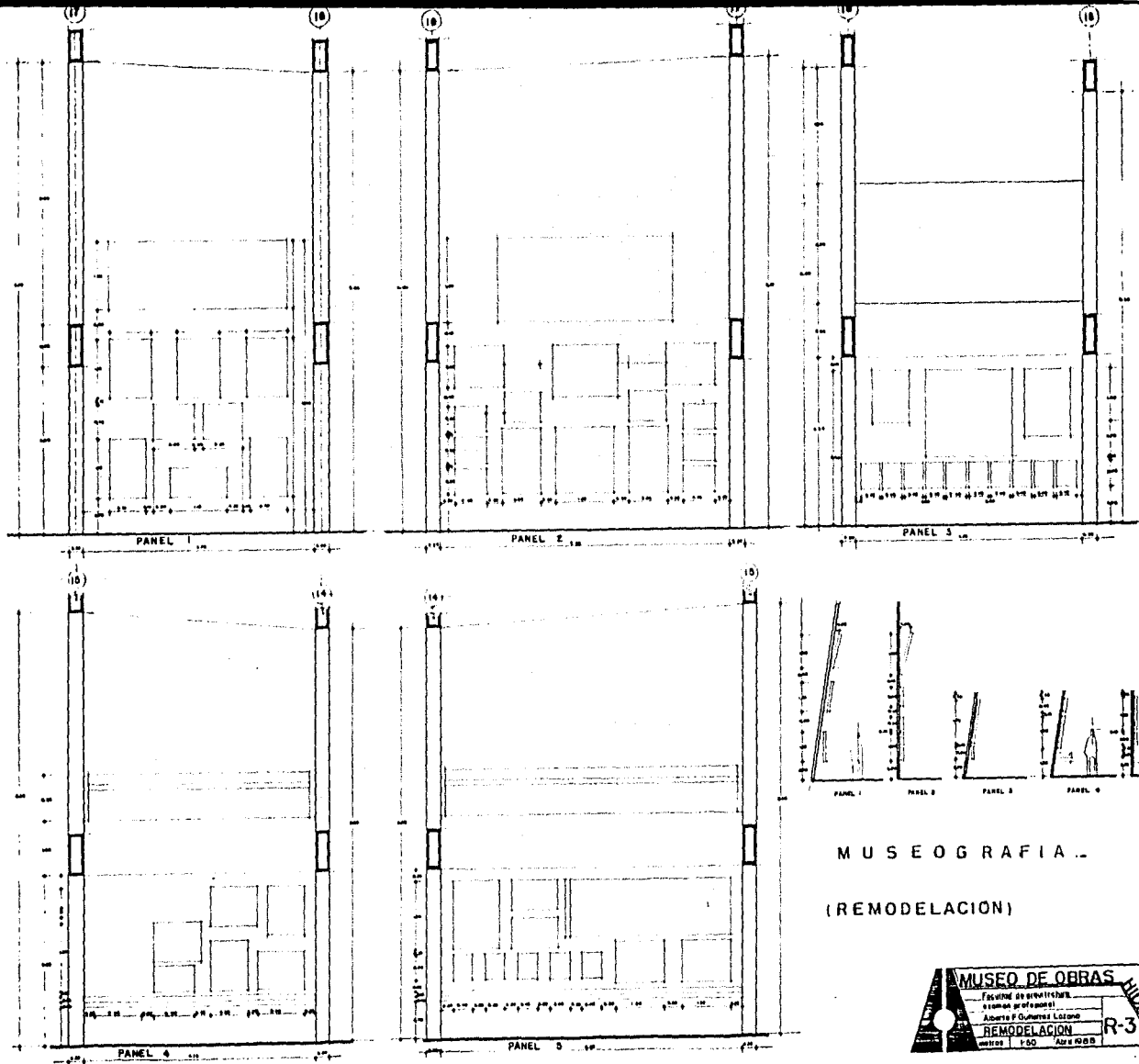


ESCALERA
MARINA esc: 1/50
K-7



DETALLE
COLOCACION
ESCALERA
esc: 1/20

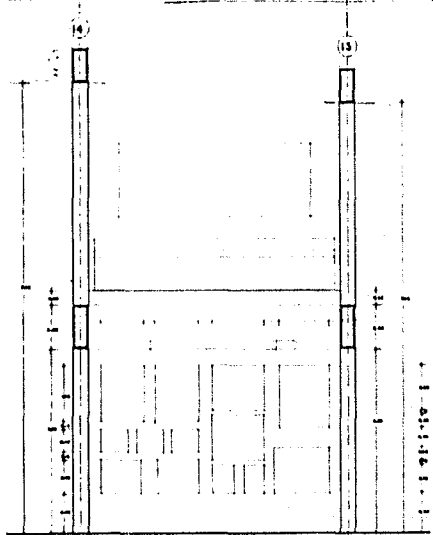




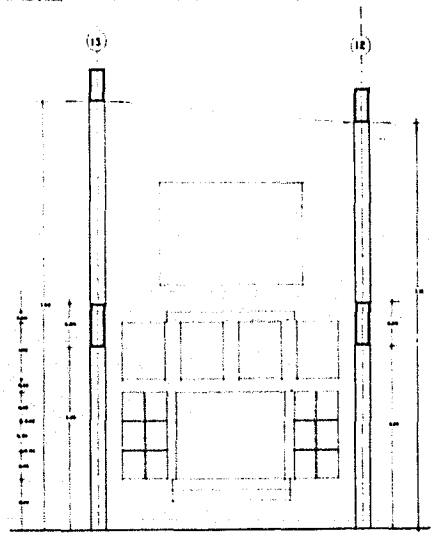
MUSEOGRAFIA
 (REMODELACION)

MUSEO DE OBRAS
 Facultad de Arquitectura
 Avda. P. Gómez, La Plata
 REMODELACION
 marzo 1950 - abril 1950

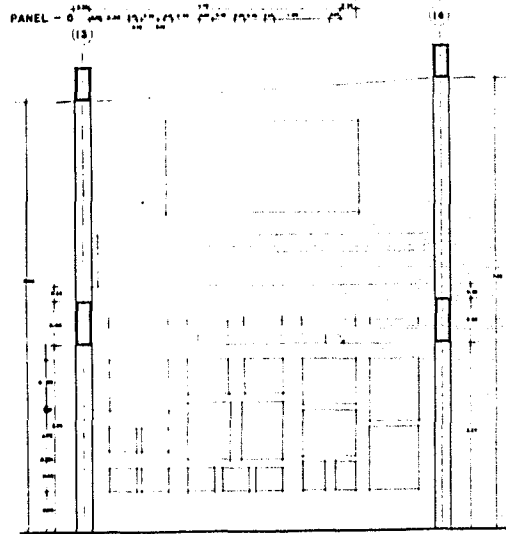
HUBALLICAS
 R-3



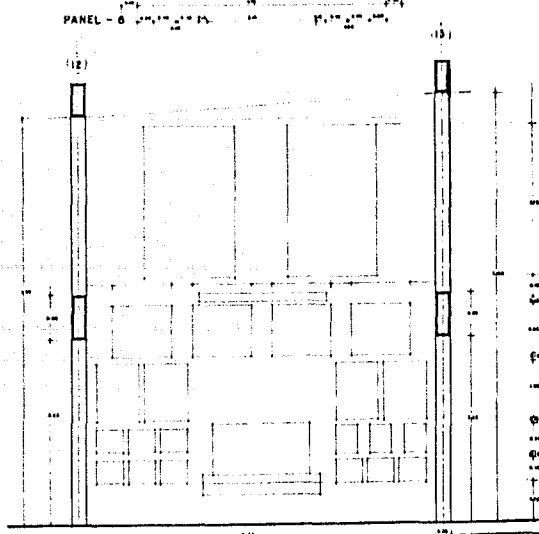
PANEL - 6



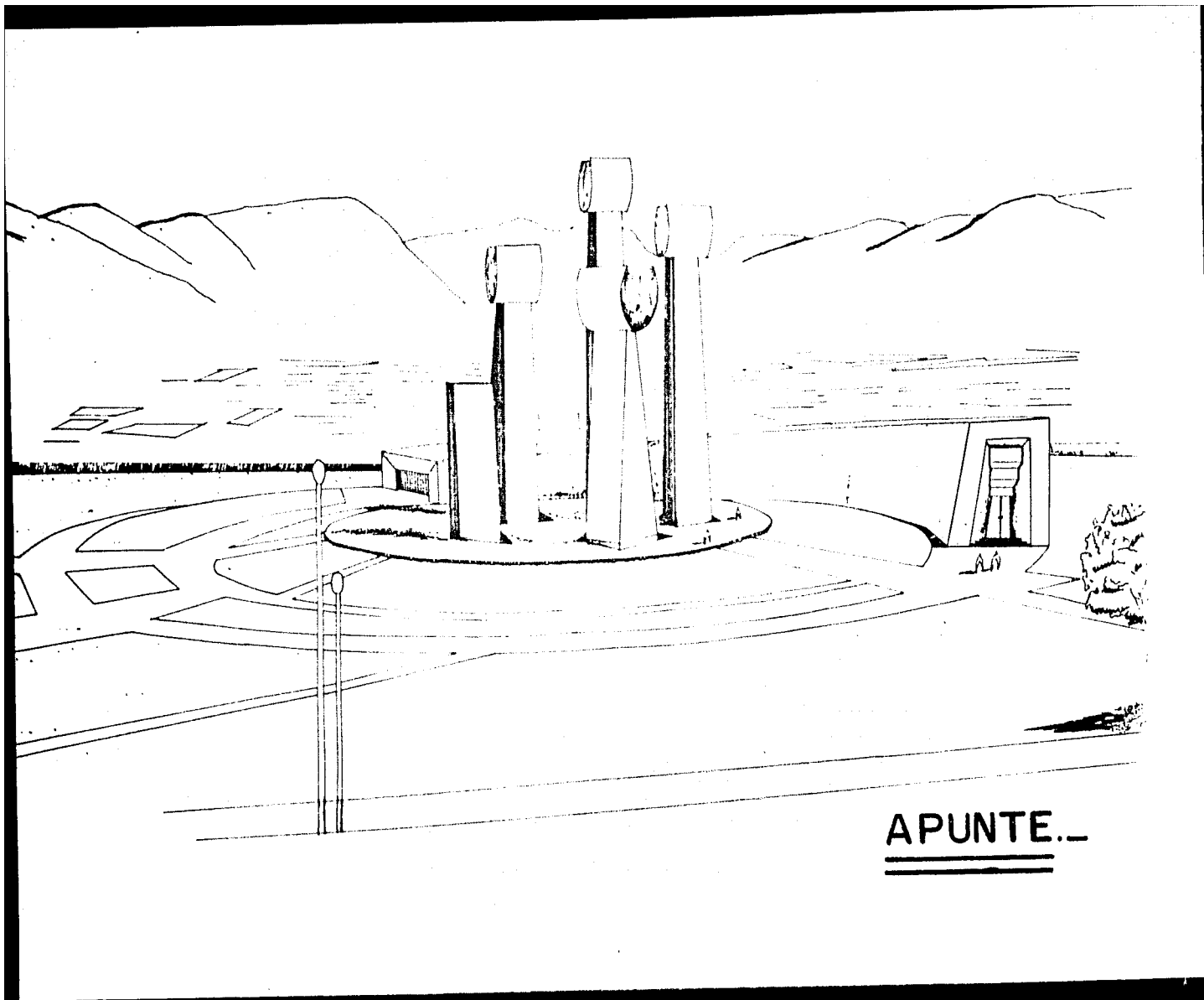
PANEL - 6



PANEL - 7



PANEL - 6



APUNTE...

CONSTANCIAS
DE
PARTICIPACION



BELTHER - TEC

México, D.F. a 20 de Agosto de 1987.

A QUIEN CORRESPONDA:

El que suscribe, Ing. Ricardo Franco Nayar Supervisor de Estimaciones de la Residencia General de Construcción del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal durante el período de 1973 a 1975; Residencia General de Construcción 2a. Etapa en la Siderurgica Lázaro Cárdenas "Las Truchas", de 1975 a 1977; ocupando diferentes cargos en el "GRUPO BELTHER" y actualmente Gerente General de Belther Tec, S.A. de C.V. desde el año de 1979 certifica que:

Alberto Gutiérrez Lozáno, tuvo a su cargo la Supervisión de los Proyectos, Construcción y Estimaciones de los Campamentos de Obra y Casetas de Vigilancia, así como la Supervisión Arquitectónica del Edificio de Operación y del Museo de Drenaje Profundo dependientes de la Residencia General de Construcción del Sistema de Drenaje Profundo del D.F.

Lo anterior para los fines que al C. Alberto Gutiérrez Lozáno juzgue pertinentes.

A t e n t a m e n t e



ING. RICARDO FRANCO NAYAR
GERENTE GENERAL

DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA

SECRETARIA

GENERAL DE OBRAS

DIRECCION DE OPERACION
SUB DIRECCION
U. DEPARTAMENTAL
NUM. DE OFICIO DO/64/87

ASUNTO: Constancia de participación
en la dirección del proyecto y
obra del Museo de Drenaje
Profundo.

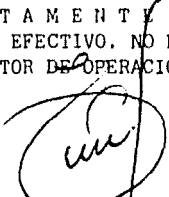
México, D.F., 17 de agosto de 1987.

ARQ. EDUARDO NAVARRO GUERRERO.
FACULTAD DE ARQUITECTURA-UNAM
P r e s e n t e .

Por la presente se hace constar que el C. Arq. Alberto Gutiérrez Lozano,
participó en la dirección del proyecto y obra del Museo de Drenaje
Profundo de octubre de 1974 a mayo de 1975.

Se extiende la presente para los fines que al interesado convengan.

A T E N T A M E N T E .
SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCION.
EL DIRECTOR DE OPERACION.


ING. RAMON VILA SANCHEZ.

RVS/rijl.



RENOVACION HABITACIONAL POPULAR EN EL D. F.

México D.F., 20 AGOSTO 1987 .

A QUIEN CORRESPONDA:

El que la presente suscribe, Ing. Luis Heredia Lozano, Subpresidente de Construcción en las Obras de Drenaje Profundo del Distrito Federal durante los años de 1970 a 1975; Jefe de la División de Operación del Sistema de Drenaje Profundo de 1975 a 1979, y que ocupó diversos puestos ejecutivos en la Dirección General de Construcción y Operación -- Hidráulica del DDF, hasta el de Director de Operación de los Sistemas Hidráulicos del Distrito Federal al 15 de abril de 1985, y actualmente Subdirector Regional en las Obras de Reconstrucción de Vivienda de Renovación Habitacional Popular en el D.F., a petición del interesado certifica que:

Alberto Gutiérrez Lozano, colaboró de 1973 a 1975 en la Residencia General de Construcción del Sistema de Drenaje Profundo teniendo a su cargo la Supervisión de los Proyectos, Construcción y Estimaciones de los Campamentos de Obra y Casetas de Vigilancia; además tuvo a su cargo la Supervisión Arquitectónica del Edificio de Operación y del Museo de las Obras Hidráulicas del Distrito Federal.

Lo anterior para los fines que al C. Alberto Gutiérrez Lozano juzgue pertinentes.

ATENTAMENTE
EL SUBDIRECTOR REGIONAL AREA VII


ING. LUIS HEREDIA LOZANO .

DEPENDENCIA	D.G.C.O.H.
DIRECCION DE OPERACION	
SUBDIRECCION DE DRENAJE	
SECCION UNIDAD DEPTAL. DREN. PROF.	
MESA OFICINA DE DRENAJE PROFUNDO	
NUMERO DE OFICIO	617
EXPEDIENTE	87/DP/1



ASUNTO: Constancia de intervención en la Supervisión del Museo del Drenaje Profundo.

México D.F., 14 AGOSTO 1987 .

Arq. Eduardo Navarro Guerrero
 Exámenes Profesionales
 Facultad de Arquitectura, UNAM
 P r e s e n t e

Por medio del presente se hace constar la participación del C. Alberto Gutiérrez Lozano, en la Supervisión del Proyecto así como en la Edificación del Museo de las Obras del Drenaje Profundo. Así mismo se certifica que actualmente el interesado tiene a su cargo la Jefatura de la Oficina que opera y da mantenimiento a todas las instalaciones del Drenaje Profundo del Distrito Federal.

Se extiende la presente, a solicitud del interesado, para los fines que él juzgue pertinentes.

A t e n t a m e n t e
 Sufragio Efectivo-No Reelección
 El Jefe de la Unidad Departamental
 de Drenaje Profundo.

[Handwritten Signature]
 Arq. Gonzálo Fernández Gómez .

Copias:

- Ing. Jesús A. Torres Bezaury-Subdirector de Drenaje-DGCOH.
- Arq. Alberto Gutiérrez Lozano-Jefe de la Oficina de Drenaje Profundo.
- Archivo.
- GFG/aab.

Al contestar este oficio cifrense los datos contenidos en el cuadro del ángulo superior derecho.