



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN**

**"OPERACION Y MANTENIMIENTO
DE LA RED PRIMARIA Y
SECUNDARIA DEL SISTEMA
DE DRENAJE DE LA CIUDAD
DE MEXICO"**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

MIGUEL ANGEL PERAZA RAMIREZ

ROMAN CRUZ TRANSITO

MÉXICO, D.F.

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA RED PRIMARIA Y SECUNDARIA DEL
SISTEMA DE DRENAJE DE LA CIUDAD DE MEXICO

I N D I C E

	PAG.
PROLOGO.....	1
INTRODUCCION.....	3
CAPITULO I. ANTECEDENTES HISTORICOS.....	13
CAPITULO II. RED PRIMARIA Y SECUNDARIA.....	21
II.1. DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA DE DRENAJE.....	21
II.1.1. SISTEMA GENERAL DEL DESAGUE.....	22
II.2. RED PRIMARIA Y SECUNDARIA.....	23
II.2.1. RED PRIMARIA.....	24
II.2.1.1. SERVICIO.....	26
II.2.2. PROBLEMATICA.....	34
II.3. RED SECUNDARIA.....	35
II.3.1. SERVICIO.....	36
II.3.2. PROBLEMATICA.....	36
CAPITULO III. ACCESORIOS DE DRENAJE.....	38
III.1. COLADERAS PLUVIALES.....	38
III.2. POZOS DE VISITA.....	42
III.2.1. POZOS DE VISITA COMUNES Y ESPECIALES.....	43
III.2.2. POZOS CAJA.....	45
III.2.3. POZOS CAJA CON CAIDA ADOSADA.....	48
III.2.4. ESTRUCTURAS DE CAIDA ESCALONADA.....	51
III.2.5. POZOS DE ABSORCION.....	56
CAPITULO IV. OPERACION.....	57
IV.1. ALCANTARILLADO.....	57
IV.1.1. DEMANDA DE SERVICIO.....	58
IV.1.2. ASPECTOS TOPOGRAFICOS.....	60
IV.1.3. ASPECTOS GEOLOGICOS.....	61
IV.1.4. ASPECTOS AMBIENTALES.....	62
IV.1.5. DISTRIBUCION DE LA POBLACION.....	62
IV.2. SISTEMAS DE ELIMINACION O DESALOJO DE AGUAS RESIDUALES.....	63
IV.2.1. ELIMINACION "IN SITU" DE DESCHOS.....	63
IV.2.2. ALCANTARILLADO SANITARIO.....	64

	PAG.
IV.2.3. ALCANTARILLADO PLUVIAL....	64
IV.2.4. ALCANTARILLADO COMBINADO..	65
IV.3. CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL.....	65
IV.3.1. CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL EN LAS OBRAS DE CONDUCCION O ELIMINACION.....	66
IV.4. REGULACION Y CONTROL DE ESCURRI- MIENTOS Y AVENIDAS.....	68
IV.4.1. CONTROL DEL USO DEL ALCAN- TARILLADO.....	69
IV.5. MANEJO DEL SISTEMA.....	70
IV.5.1. REGIONALIZACION DEL SISTE- MA Y FUNCIONES.....	72
A) DESAZOLVE.....	72
B) BOMBEO SUR.....	73
B.1. SISTEMA CHURUBUSCO	74
B.1.1. CARACTERISTICAS.....	75
B.2. SISTEMA VIADUCTO..	77
B.2.1. CARACTERISTICAS..	77
C) BOMBEO NORTE.....	82
C.1. SISTEMA GRAN CANAL	86
C.1.1. CARACTERISTICAS.....	90
C.2. SISTEMA CONSULADO.	91
C.2.1. CARACTERISTICAS.....	93
D) DRENAJE PROFUNDO.....	95
D.1. INFRAESTRUCTURA -- DEL SISTEMA.....	97
D.1.1. EL EMISOR CEN- TRAL.....	97
D.1.2. INTERCEPTOR CEN- TRO-CENTRO.....	98
D.1.3. INTERCEPTOR CEN- TRAL.....	98
D.1.4. INTERCEPTOR -- ORIENTE.....	99
D.1.5. INTERCEPTOR CEN- TRO-PONIENTE....	100
D.1.6. INTERCEPTOR -- ORIENTE-SUR.....	100
D.1.7. INTERCEPTOR -- ORIENTE-ORIENTE.	101
D.1.8. INTERCEPTOR -- PONIENTE Y SISTE MA DE PRESAS DE REGULACION DEL - PONIENTE.....	101
D.2. COLECTOR SEMIPRO-- FUNDO.....	103
D.2.1. COLECTOR SEMIPRO FUNDO CANAL NA-- CIONAL-CANAL DE CHALCO.....	103

	PAG.
D.2.2. COLECTOR SEMIPRO FUNDO IZTAPALAPÁ.	103
D.2.3. COLECTOR SEMIPRO FUNDO OBRERO MUÑ DIAL.....	103
D.3. OPERACION.....	104
D.4. ACCIONES EN PROCE- SO Y A CORTO PLAZO.	106
D.5. ACCIONES A LARGO - PLAZO.....	107
IV.6. SISTEMA DE INFORMACION.....	110
IV.6.1. MEDICION DE LOS SISTEMAS - DE DRENAJE.....	110
IV.6.2. LLUVIAS.....	110
IV.7. DESCRIPCION DE OPERACION EN LAS -- PLANTAS DE BOMBEO.....	111
 CAPITULO V. PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RECARGA ARTIFI- CIAL DE ACUIFEROS.....	 114
V.1. PROCESO DE LODOS ACTIVADOS.....	114
V.1.1. DEGRADACION DE LA MATERIA OR GANICA.....	115
V.2. ALIMENTACION Y CONDUCCION DE AGUA - CRUDA.....	118
V.3. TRATAMIENTO PRELIMINAR.....	118
V.4. CARCAMO DE BOMBEO DE AGUA CRUDA....	122
V.5. TRATAMIENTO PRIMARIO.....	122
V.6. TRATAMIENTO SECUNDARIO.....	126
V.6.1. SISTEMA DE AERACION.....	129
V.6.2. SISTEMA DE ROMPIMIENTO DE ES PUMA.....	129
V.6.3. SEDIMENTADOR SECUNDARIO.....	130
V.6.4. RECIRCULACION DE LODOS ACTI- VADOS.....	133
V.7. DESINFECCION.....	133
V.8. TRATAMIENTO AVANZADO.....	141
V.9. DATOS SUMARIOS SOBRE LOS RECURSOS - DE AGUA DE LA CUENCA DE MEXICO Y SO BRE LA SOBREEXPLOTACION DEL ACUIFE- RO.....	142
V.9.1. CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LOS ACUIFEROS.....	144
V.10. SOBREEXPLOTACION DEL ACUIFERO BAJO LA CIUDAD DE MEXICO.....	145
V.10.1. DETERIORO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL ACUIFERO....	146
V.10.2. MODELIZACION DEL ACUIFERO.	149
V.11. REUTILIZACION DE LAS AGUAS RESIDUA LES.....	152

	PAG.
V.11.1. REUTILIZACION AGRICOLA	152
V.11.2. REUTILIZACION URBANA DE LAS AGUAS RESIDUALES -- TRATADAS.....	153
V.11.3. REUTILIZACION PARA LA RECARGA DEL ACUIFERO...	153
V.12. RECAPITULACION DE LAS POSIBILIDADES DE REUTILIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN EL DISTRITO FEDERAL.....	155
V.13. METODOS DE RECARGA ARTIFICIAL DE UN ACUIFERO.....	156
V.13.1. RECARGA MEDIANTE POZOS.	159
V.13.2. RECARGA POR ESTANQUES..	162
V.13.3. RECARGA POR ESPARCIDO DE LAS AGUAS CRECIDAS..	162
V.14. OBJETIVOS DE LA RECARGA ARTIFICIAL.....	163
V.15. TIPOS DE PROYECTOS VIALES PARA LA RECARGA ARTIFICIAL DEL ACUIFERO DE MEXICO.....	166
V.15.1. TRATAMIENTO AVANZADO E INYECCION POR POZOS....	166
V.15.2. TRATAMIENTO POR INFILTRACION, RECUPERACION EN POZOS E INYECCION -- POR POZOS.....	167
V.15.3. RECARGA POR TRATAMIENTO.	171
V.15.4. INFILTRACION DE LAS AGUAS DE ESCURRIMIENTO.	171
 CAPITULO VI. MANTENIMIENTO.....	 174
VI.1. DIAGNOSTICO.....	177
VI.2. OBJETIVOS, POLITICAS Y METAS...	183
VI.2.1. OBJETIVO.....	183
VI.2.2. POLITICAS.....	183
VI.2.3. METAS.....	184
VI.3. ACCIONES.....	186
VI.4. MANTENIMIENTO CIVIL.....	188
VI.5. ORGANIZACION.....	188
VI.5.1. TALLERES Y TRANSPORTES.	193
VI.5.2. MANTENIMIENTO CIVIL....	193
VI.5.3. BRIGADA DE EMERGENCIAS.	194
VI.5.4. MANTENIMIENTO ELECTROMECANICO.....	196
VI.5.5. PLANEACION Y DESARROLLO	199
VI.5.6. HIGIENE Y SEGURIDAD....	200
VI.6. MANTENIMIENTO DE LA RED.....	202
VI.6.1. LIMPIEZA Y DESAZOLVE...	202

	PAG.
VI.6.2. DESAZOLVE MANUAL.....	206
VI.6.3. DESAZOLVE CON MALACATE ME- CANICO.....	212
VI.6.4. METODOS DE PREPARACION O - DRAGADO.....	214
VI.6.5. DESAZOLVE CON EQUIPO HIDRO NEUMATICO.....	216
VI.7. PREVENCIÓN DE SUSTANCIAS EXPLOSI-- VAS O VENENOSAS.....	220
VI.7.1 PRUEBA PARA SUSTANCIAS EXPLOSIVAS.....	222
CAPITULO VII. OBRAS COMPLEMENTARIAS O AUXILIARES.....	224
VII.1. CAUCES A CIELO ABIERTO.....	224
VII.2. PRESAS.....	227
VII.3. LAGOS.....	230
VII.4. PLANTAS DE BOMBEO.....	235
VII.5. PASOS A DESNIVEL.....	236
VII.6. SIFONES INVERTIDOS.....	236
VII.7. TANQUES DE TORMENTA.....	237
VII.8. ESTRUCTURAS DE DESCARGAS.....	246
CONCLUSIONES.....	249
BIBLIOGRAFIA.....	260

PROLOGO

Desde la época de los Aztecas, los habitantes de la -- ciudad de México han sufrido las consecuencias de graves inundaciones con pérdidas materiales y humanas.

Hasta nuestros días el problema de la recolección, desalojo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales sigue teniendo plena vigencia, haciéndose más complejo con la creación de zonas urbanas donde anteriormente existían áreas de infiltración pluvial que contribuían a recargar el acuífero, incrementando los escurrimientos superficiales por calles y avenidas y haciendo insuficiente la capacidad de conducción del sistema de drenaje actual, generando encharcamientos e -- inundaciones en distintos puntos de la ciudad.

En el capítulo uno se describe la cuenca del Valle de México y la problemática de principios de siglo.

En el capítulo dos se describe la Red Primaria y Secundaria del sistema y su importancia.

En el capítulo tres se analizan los diferentes tipos -- de accesorios hidráulicos de captación y su importancia.

En el capítulo cuatro se expone la problemática y procedimientos operativos del sistema de drenaje.

En el capítulo cinco se analizan alternativas de Tratamiento de Aguas Residuales con métodos de recarga artificial de acuíferos.

En el capítulo seis se establecen procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo tanto al equipo electromecánico como conductos y tuberías que conforman el sistema.

En el capítulo siete se establece la importancia y funcionamiento de las obras complementarias tales como presas, cauces a cielo abierto, plantas de bombeo, etc. que nos permiten regular y controlar grandes avenidas provocadas por tormentas extraordinarias.

En el capítulo ocho se analizan causas y efectos de insuficiencia en el sistema de drenaje y alternativas de solución.

INTRODUCCION

El clima del Valle de México se clasifica como subtropical de altura, templado, semiseco, y sin Estación Invernal bien definida. Con una temperatura media anual de unos 15°C, con un período de lluvias de Mayo a Octubre; en general, la precipitación media anual es de 700 milímetros con una distribución irregular que varía de 1200 milímetros en las vertientes interiores a 400 milímetros en la zona norte y noroeste.

El valle de México, con una superficie de 9600 kilómetros cuadrados, está rodeado de montañas que lo protegen de la acción directa de los huracanes, las lluvias de verano generalmente tienen su origen en fenómenos convectivos que producen tormentas intensas y de corta duración. La meseta central del Valle, tiene una altura de 2240 metros en su parte sur y de 2390 metros en su parte norte asimismo, los puntos más altos sobre las montañas van de 3000 metros a 5000 metros sobre el nivel de mar. (Croquis I.1)

La distribución temporal de las lluvias en el valle, es muy desfavorable desde el punto de vista de su aprovechamiento o control, ya que casi la totalidad de la precipitación de un año se concentra en un número muy reducido de tormentas, lo que provoca grandes crecientes, por lo que es di-

ficil controlar los escurrimientos generados durante las tormentas, enfrentando la ciudad el problema de desalojar estas aguas.

Desde el punto de vista hidrológico, el Valle de México puede dividirse en once zonas como se indica en el croquis I.2.

Las zonas I y VIII comprenden las corrientes que correspondan a la Sierra del Chichinautzin, donde el caudal medio de los Ríos San Gregorio, San Lucas, Santiago y San Buenaventura es de 38 litros por segundo, sin embargo, durante las tormentas excepcionales ocurren Avenidas importantes, especialmente en el Río San Buenaventura. Las formaciones basálticas en estas Zonas son muy permeables y la lluvia es abundante.

La zona II la integran las corrientes que forman el Río Churubusco en la parte suroeste del área urbana de la ciudad como el Río Eslava, Magdalena y Mixcoac.

La zona III incluye las corrientes que cubren la mayor parte de la ciudad y corresponde a los Ríos del Poniente de la cuenca como el Río Becerra, Tacubaya, Hondo y Tlalnepantla, que tienen escurrimientos permanentes.

La zona IV incluye las subcuencas de los Ríos Tepozotlán y Cuautitlán, al noroeste del valle.

Las zonas V y VI abarcan las subcuencas del Río de las Avenidas de Pachuca y la Subcuenca del Río San Juan Teotihuacán respectivamente.

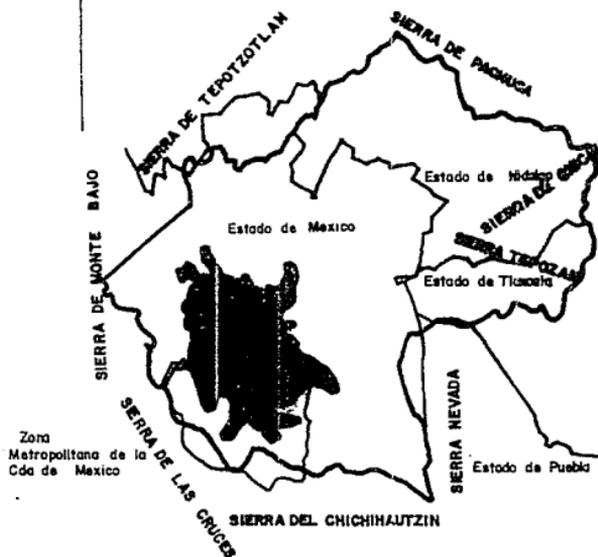
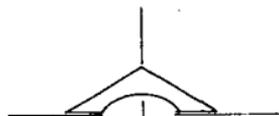
La zona VII corresponde a la subcuenca de los Ríos - que desembocan en el Ex-lago de Texcoco por el Oriente.

A las zonas IX, X y XI corresponde la parte noroeste de la cuenca, originalmente no formaban parte de la cuenca, pero recientemente fueron incorporadas por obras de Ingeniería.

Los ríos de la cuenca, generalmente son de carácter torrencial, con Avenidas de corta duración, en estiaje permanecen secos, excepto los Ríos Magdalena, Mixcoac, Tacubaya, Hondo, Tlalnepantla, Tepozotlán, San Juan Teotihuacán, de la Compañía y el más caudaloso de la cuenca que es el Cuautitlán.

El alto valor de la evaporación y transpiración de las plantas y vegetales en general, hace que casi el 80 por ciento de los escurrimientos pluviales se eliminen; del volumen de lluvia anual equivalente a 6717 millones de metros cúbicos

CUENCA DEL VALLE DE MEXICO



Zona
Metropolitana de la
Cda de Mexico

DATOS GENERALES

EXTENSION	9600 Km.
ELEVACION P	2230 M.S.N.M.
TEMPERATURA MEDIA	15° C
PRECIPITACION MEDIA ANUAL	700 mm
ENTIDAD	AREA (Km)
EDO. MEXICO	4300 (50%)
EDO. HIDALGO	2540 (26%)
D.F.	1320 (14%)
EDO. TLAXCALA	840 (9%)
EDO. PUEBLA	160 (1%)

bicos, se estima que 5392 millones de metros cúbicos se evaporan y por tanto no son susceptibles de aprovechamiento, 725 millones de metros cúbicos recargan el acuífero y 600 millones de metros cúbicos escurren superficialmente. De estos últimos se regulan 93 m^3 para su aprovechamiento y se desalojan los 505 m^3 restantes, a través de los drenes del Valle.

Sin embargo, los 505 millones de metros cúbicos de escurrimientos pluvial, al ser producidos por unas cuantas tormentas de corta duración, generan escurrimientos instantáneos que han sumado hasta 250 metros cúbicos por segundo en las salidas del drenaje.

Ello ha obligado a construir interceptores de grandes diámetros y obras tan importantes como el drenaje profundo.

Desde el punto de vista Geohidrológico, la cuenca del Valle de México es una gran olla, cuyas paredes y fondo impermeable son de roca volcánica, el fondo de la cuenca esta rellena de sedimentos pluviales, lacustres y volcánicos.

Los estratos de arcilla superior e inferior del subsuelo son un factor muy importante para la Ciudad de México, ya que por un lado es el lugar donde descansan los cimientos de las construcciones y por otro lado constituyen estra

FORMACION DE LA CUENCA



tos que ceden agua, lo cual implica que sufran asentamientos al abatirse las presiones en el acuífero profundo por causa de la extracción del agua subterránea para abastecimiento de la población. Durante el presente siglo se han registrado asentamientos superiores a los 8 metros en buena parte de la Ciudad.

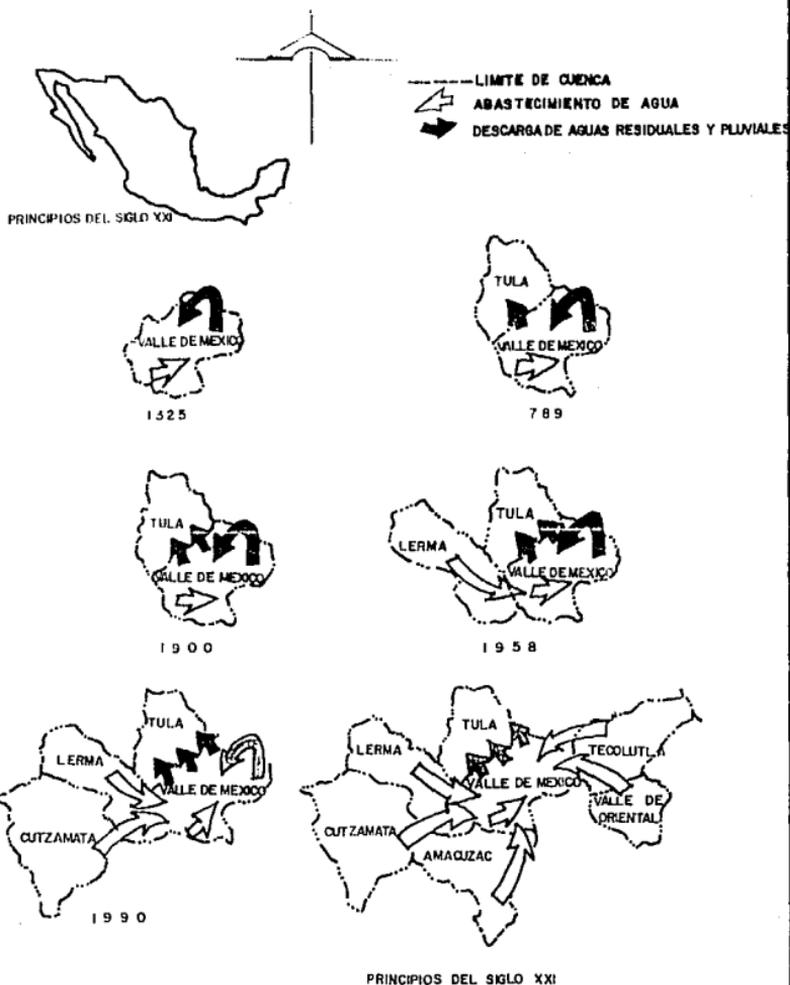
Actualmente, los problemas Hidrológicos de la ciudad han rebasado las fronteras naturales del Valle de México - al tener que traer agua para consumo humano de cuencas vecinas, tales como la de los Ríos Lerma y Cutzamala.

Se estima que hacia el año 2000, las acciones para el abastecimiento de agua potable se extenderán y afectarán a las cuencas hidrológicas de los Ríos Amacuzac y Tecolutla, aunado a esto, la consolidación del suelo arcilloso de la ciudad favorece la aparición de columpios y contrapendientes en el sistema del drenaje, haciendo necesaria la construcción de Plantas de Bombeo en diversos puntos de la ciudad, (ver Croquis I.2a)

Ha sido necesario construir cuatro salidas artificiales al Valle de México para evitar inundaciones que podrían provocar pérdidas humanas y cuantiosos daños materiales en una Ciudad en que el incremento demográfico y la concentración económica agigantan los problemas hidráulicos urbanos.

Es necesario abatir las inundaciones y encharcamientos que se detectan en diversas partes de la ciudad, pero - sobre todo, es prioritario desalojar las aguas residuales - para reducir los problemas de contaminación y mejorar las - condiciones sanitarias de los habitantes de la Ciudad.

EVOLUCION DEL SISTEMA HIDROLOGICO ASOCIADO AL SISTEMA HIDRAULICO



CAPITULO I

ANTECEDENTES HISTORICOS

En el año 1325 los aztecas fundan la Gran Tenochtitlán, hoy ciudad de México Distrito Federal.

En la época prehispánica la ciudad no tenía un sistema para controlar y desalojar las aguas, la ciudad enfrentaba si tuaciones en las cuales por abundancia y en otras por escasez de agua, muchas veces alternadas se sucedían inundaciones, -- epidemias y sequias.

Así en el año de 1450, Nezahualcoyotl rey de Texcoco, por encargo del rey azteca Moctezuma, diseñó y dirigió la --- construcción de un dique de 16 kilómetros de longitud y cuatro metros de ancho para proteger a la ciudad.

El dique dividió al lago de Texcoco y a la parte occidental se le llamó Laguna de México. (Croquis I.3).

Después de la conquista, las autoridades continuaron - con el sistema de los aztecas para contener las aguas mediante diques, algunos de los cuales servían también como calzadas y con manantiales y acueductos para el abastecimiento de agua, sin embargo, las lluvias continuaban ocasionando graves inundaciones. En 1604 y 1607 ocurren inundaciones principal-

mente por los escurrimientos del río Cuautitlán ocasionando - pérdidas humanas y materiales, para entonces, Enrico Martínez propone a las autoridades, la construcción de un túnel en la zona de Nochistongo al noroeste del valle, la obra se hace - entre 1607 y 1608, contando la cuenca con su primera salida - artificial, sin embargo después ocurren derrumbes que inutili- zaron el túnel, por lo cual se decidió por un gran tajo y zan- ja, que se terminó después de 160 años de trabajo, así a par- tir de 1789 se dió salida permanente a las aguas del río Cuau- tlán.

Hacia 1856, las inundaciones son cada vez mas alarman- tes y en algunas zonas el nivel alcanza hasta tres metros, se emprenden nuevas obras, se diseña y construye el Gran Canal y el primer tunel de Tequixquiac, que conforman la segunda sali- da artificial del valle, ambas obras se inauguran en el año - de 1900.

A principios del siglo, el Ingeniero Roberto Gayol di- seña y posteriormente construye una red de alcantarillado for- mada por colectores que van principalmente del poniente al - oriente de la ciudad, siguiendo de manera aproximada la pen- diente del terreno y que descargan sus aguas al Gran Canal.

En 1913 se termina el acueducto que capta las aguas de los manantiales de Xochimilco, proporcionando 2.6 metros cúbic

cos por segundo para abastecer a los 600 mil habitantes de la ciudad.

Hasta 1936 el incremento en la extracción de los pozos fue mínimo y los asentamientos del terreno eran de 5 centímetros por año.

De 1936 a 1944 se observa que el servicio es deficiente para satisfacer la demanda de una población, que en 1940 era de casi dos millones, en este periodo, el Gobierno inicia la perforación de pozos profundos; esto ocasionó que el hundimiento en el centro de la ciudad se incrementara a 18 centímetros por año de 1938 a 1948 y posteriormente llegar a tener 30 y 50 centímetros anuales.

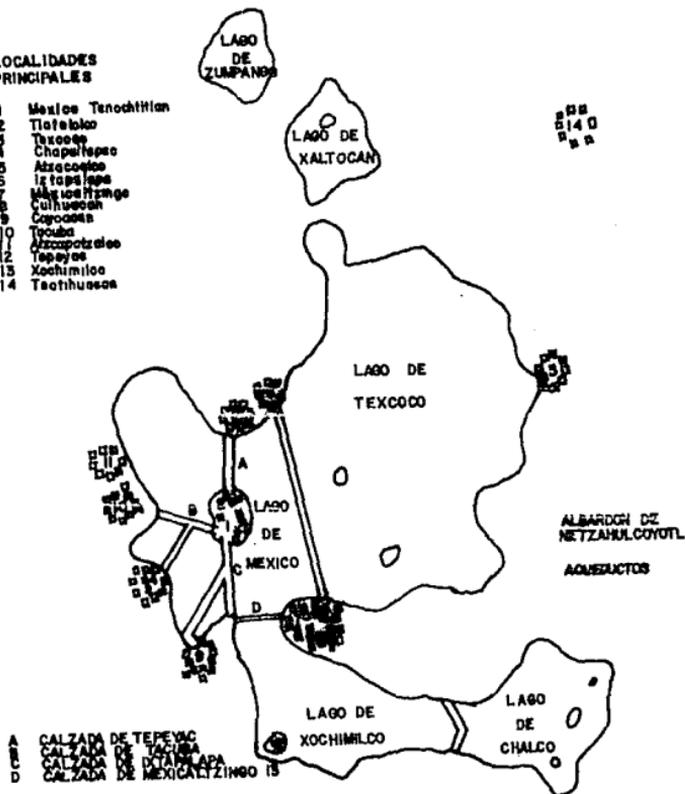
El asentamiento del subsuelo ocasionado por la sobreexplotación de los acuíferos deterioró al Drenaje y disminuyó su capacidad para desalojar las aguas del valle; lo que condujo a la ampliación del gran canal y la construcción del segundo túnel de Tequixquiac.

ZONA LACUSTRE DEL VALLE DE MEXICO
EPOCA PREHISPANICA

LOCALIDADES
PRINCIPALES

- 1 Mexico Tenochtlan
- 2 Tlatelolco
- 3 Texcoco
- 4 Chapultepec
- 5 Ahuacatlan
- 6 Ixtapalapa
- 7 Mexicaltzingo
- 8 Culhuacan
- 9 Copacolan
- 10 Tlacotal
- 11 Azcapotzalco
- 12 Tepayac
- 13 Xochimilco
- 14 Teotihuacan

22
2140
214



CROQUIS I-3

En el centro del Distrito Federal los hundimientos, hicieron que el drenaje proyectado para trabajar por gravedad requiriera de bombeo para elevar las aguas hasta el nivel del gran canal, detectandose columpios y contrapendientes en los conductos. De 1952 a 1966 se instalaron 29 plantas de bombeo en diversas zonas de la ciudad, lo que implicó un notable incremento en los costos de operación y mantenimiento. También se completó la red de colectores y se entubaron total o parcialmente los ríos Churubusco, la Piedad, Mixcoac y Consulado que hasta entonces conducían aguas residuales a cielo abierto en condiciones insalubres.

De 1960 a 1961 se construyó el interceptor y emisario del poniente con el objeto de recibir y desalojar las aguas del oeste de la cuenca, descargando sus aguas a través del tajo de Nochistongo.

El gran canal, que a principios de siglo tenía una pendiente de 19 centímetros sobre kilómetro, en la actualidad es prácticamente horizontal. (Croquis I.4)

En 1910, el nivel del lago de Texcoco, que regulaba las aguas del gran canal, se encontraba a 1.90 metros por debajo del centro de la ciudad, en 1970 el lago de Texcoco se encuentra a 5.50 metros por encima del centro de la ciudad. El desmesurado crecimiento urbano reclamaba más superficie,

lo que aunado a los hundimientos hizo insuficiente la capacidad de drenaje del gran canal y del emisor del poniente, por ello, se hizo necesaria la construcción de la primera etapa - del drenaje profundo, terminada en 1975, durante la cual se instalaron conductos a profundidades tales que no son afectados por los asentamientos del terreno cuya pendiente permite el desalojo de las aguas por gravedad, constituyéndose en la cuarta salida artificial de la cuenca junto con el tajo de Nochistongo y los dos tuneles de Tequixquiac.

Por otra parte, ante la urbanización de grandes superficies, las aguas pluviales aumentan el volúmen al no poder infiltrarse en el suelo por la presencia del pavimento y el concreto, lo que a su vez ocasiona que esucrran más rápidamente. Asimismo, la eficiencia en la red de alcantarillado ha descendido a causa del hundimiento del terreno y por interferencias con obras viales, principalmente el sistema de Transporte Colectivo "Metro"

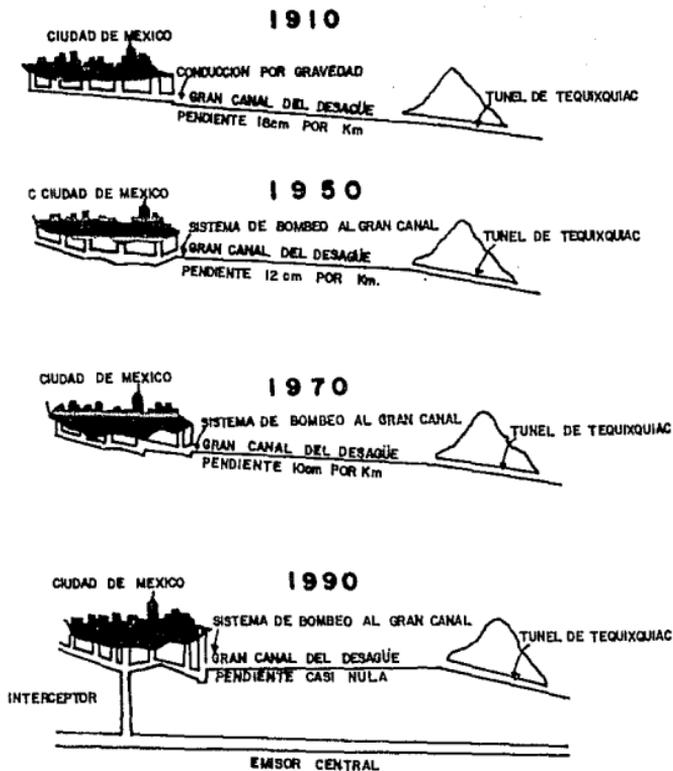
La situación más grave de problemas de drenaje se presentan en las zonas sur y sur-oriente, en donde, además de haber una incidencia muy alta de inundaciones y encharcamientos, existen 1.4 millones de habitantes sin servicio de alcantarillado; otra gran concentración de personas desprovistas de este servicio, 1.2 millones se localiza en la delegación Gustavo A. Madero.

En la zona Norte de la ciudad, actualmente solo el 76 por ciento de la población desaloja sus aguas residuales a través del alcantarillado.

Recientemente se han implementado importantes acciones designadas a reforzar y ampliar la cobertura del sistema de drenaje con objeto de proporcionar el servicio a varias zonas de la ciudad que carecen de el, tales como la construcción de plantas de bombeo de mayor capacidad, lagunas de regulación, colectores de diámetros mayores entre otras obras.

EFFECTO DEL ASENTAMIENTO DEL SUBSUELO EN EL SISTEMA DE DRENAJE

CROQUIS 1-4



CAPITULO II

RED PRIMARIA Y SECUNDARIA

II.1. DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA DE DRENAJE.

El desarrollo del Distrito Federal y especialmente de la Ciudad de México, ha requerido de condiciones sociales cada vez mayores, por lo que fue necesario enturbar los cauces más importantes de la ciudad, tales como: el Río de la Piedad, Río Churubusco, Río Mixcoac, Río Consulado; con lo que se ha reducido los focos de infección y el peligro de inundaciones.

Las aguas residuales generadas en la Ciudad de México, y en el área metropolitana, se recolectan por el sistema de drenaje y se desalojan fuera de la cuenca a través del gran canal y los emisores Poniente y Central. Parte de los caudales son aprovechados dentro del área metropolitana por medio de las plantas de tratamiento, en reñsos municipales e industriales; en tanto que el resto se descarga en la cuenca del Río Tula, donde sus volúmenes son utilizados en el Distrito de Riego 03 "TULA".

En el Distrito Federal, el sistema de drenaje está compuesto por Red Secundaria, Red Primaria y la Red de Drena

je Profundo, y tiene como objetivos fundamentales captar, -- conducir y desalojar de manera oportuna y eficiente las aguas residuales generadas dentro del Distrito Federal, es de tipo combinado, lo cual significa que se utilizan los mismos con-- ductos para desalojar tanto las aguas negras como las pluvia-- les y lo conforman conductos que escurren de Poniente a Orien-- te y de Sur a Norte.

El drenaje profundo, que opera únicamente en época de lluvias, cuya primera etapa se concluyo en el año de 1975, -- convirtiendose en uno de los componentes más importantes del sistema de drenaje de la ciudad; el cual consta en la actuali-- dad de 93 kilómetros de túnel con diámetros entre 5.00 y 6.50 metros.

II.1.1. SISTEMA GENERAL DE DESAGUE

El sistema general de desague tiene tres grandes con-- ductos que desalojan las aguas residuales fuera de la cuenca: El Gran Canal, El Emisor del Poninete y el Emisor Central, - (croquis II.1).

El Gran Canal de 47.7 kilómetros de longitud, drena la parte baja de la Ciudad con el auxilio de once Plantas de Bom-- beo, situadas a lo largo de su recorrido y recibe además el - agua del río de los Remedios y del Ex-Lago de Texcoco; este -

último funciona a su vez como estructura reguladora de las --
aportaciones de los Ríos del Oriente y del Río Churubusco, el
cual constituye la estructura más importante para drenar el -
Sur y buena parte del Oriente del Distrito Federal; el Gran
Canal conduce más de 100 metros cúbicos por segundo, descarga
sus aguas a través de los túneles de Tequisquiác, hacia la --
cuenca del Río Tula.

El emisor del Poniente descarga sus aguas fuera del Va
lle a través del atajo de Nochistongo hacia el Río el Salto,
además de recibir aguas de diversos Ríos, conduce las aporta-
ciones del Interceptor del Poniente, el cual drena la Zona Oc
cidental de la Ciudad.

El emisor Central, con una capacidad de 200 metros cú-
bicos por segundo, es el tramo que desaloja las aguas conduci-
das por el Drenaje Profundo y también descarga en el Río el -
Salto.

II.2. RED PRIMARIA Y SECUNDARIA.

La evolución del sistema de drenaje ha estado condicio-
nada, más que por la necesidad de disponer las aguas residua-
les, por la de controlar y desajolar las aguas de lluvia, --
por lo tanto, la mayor parte de los recursos disponibles se -
encauzaron a completar el sistema general de desague, princi-

palmente el drenaje profundo, en consecuencia, el incremento de las longitudes de redes Primarias y Secundarias ha sido - muy pequeño (del 7 y 5 por ciento aproximadamente respectivamente).

II.2.1. RED PRIMARIA

La Red Primaria está constituida principalmente por colectores con diámetro entre 0.60 a 3.15 metros, con una longitud aproximada de 1.212 kilómetros; constituyendo la liga entre la red secundaria y el sistema general de desague y se distribuye en cada Delegación como se muestra en la tabla II.1.

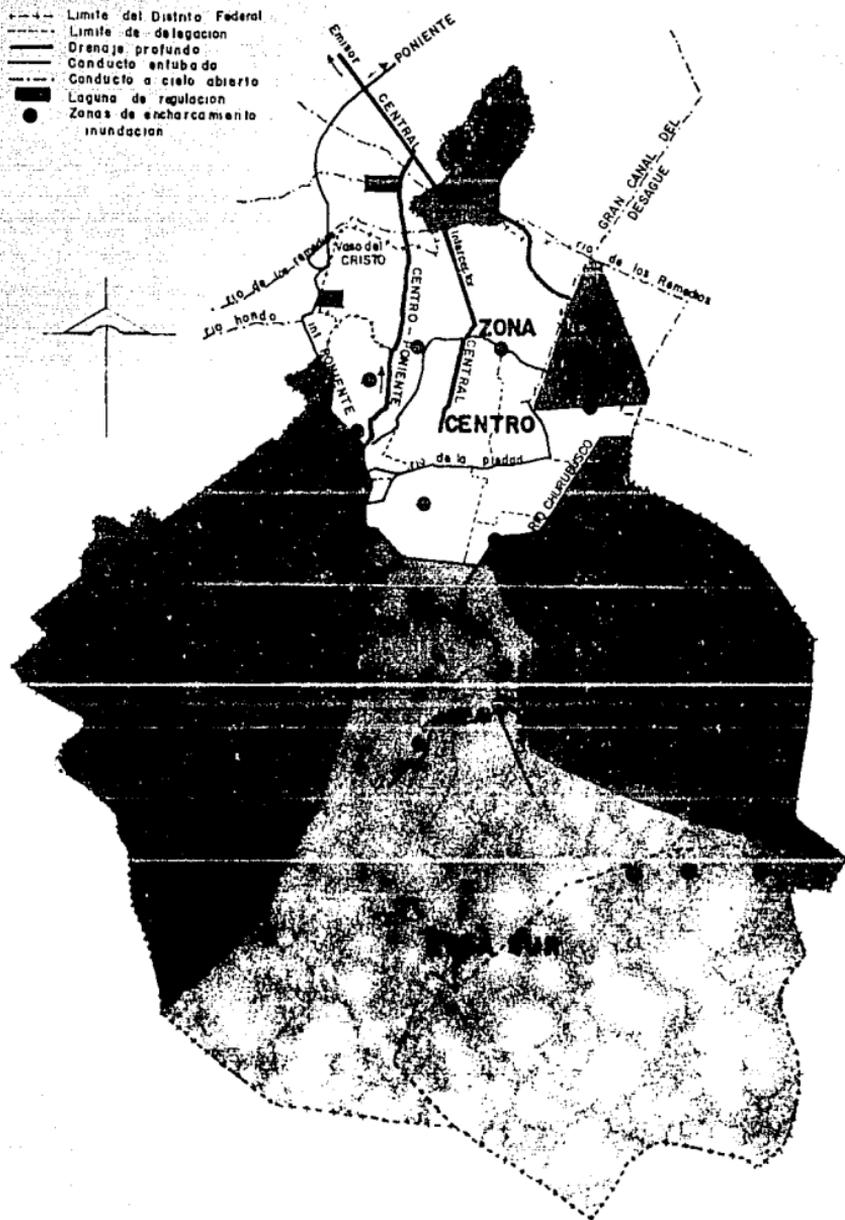
En el desarrollo de esta red, se ha aprovechado la infraestructura realizada a principios de siglo por el Ingeniero Roberto Gayol.

Sobre el sistema original que escurre de Poniente a oriente, se ha superpuesto en la parte central de la Ciudad, un sistema que escurre de Sur a Norte y que descarga en varios puntos sobre los conductos instalados de Poniente a oriente. El diseño de la red es compleja por que ha tenido que adecuarse al crecimiento anárquico de la Ciudad. Esa complejidad se ha gravado por el hecho de que el tren metropolitano "Metro", se construye a las mismas profundidades en donde se ubican los principales colectores, entre 4 y 8 metros de

MAPA GENERAL DE LA RED

CROQUIS II-1

- Limite del Distrito Federal
- - - Limite de delegacion
- Drenaje profundo
- Conducto entubado
- - - Conducto a cielo abierto
- Laguna de regulacion
- Zonas de encharcamiento inundacion



profundidad. En la parte Sur de la Ciudad, la red no tiene un sentido definido, aun cuando la tendencia es similar a la del resto de la red.

Las interferencias se han resuelto mediante estructuras tipo sifón invertido y cajas de conexión múltiple, las cuales disminuyen la eficiencia en la operación de la red -- Primaria. Una solución al problema es sustituir dichos Colectores por otros nuevos que se instalen entre los 12 y 18 metros de profundidad. El problema se agudiza en la medida que se construyen más líneas del Metro, porque la Red Primaria tiene que ubicarse a profundidades cada vez mayores.

Dentro del trayecto de la red, es muy común que existan cambios de pendiente, en algunas calles se alojan varios asentamientos del subsuelo, y el problema de azolvamiento provocado por la erosión del suelo y el arrastre de basura a los conductos, ocasionan una reducción en la capacidad original de conducción.

II.2.1.1. SERVICIO

El sistema de drenaje del Distrito Federal es de tipo combinado, es decir, se utilizan los mismos conductos para desalojar las aguas residuales con las de lluvia. Esta situación, es la que ha contribuido a que el 24 por ciento a--

proximadamente de la población no cuenta con el servicio de alcantarillado, ya que los problemas más apremiantes del drenaje y que generan una mayor presión Política, son las inundaciones y encharcamientos y no por la falta de drenaje sanitario; otra causa es que en la ciudad de México, las personas que carecen de servicios.

RED PRIMARIA		
DELEGACION	AREA (KM ²)	RED PRIMARIA (KM.)
ALVARO OBREGON	94.50	68
AZCAPOTZALCO	33.28	117
BENITO JUAREZ	26.63	67
COYOACAN	53.89	138
CUAJIMALPA	77.00	1
CUAUHTEMOC	32.44	85
GUSTAVO A. MADERO	87.00	163
IZTACALCO	22.90	91
IZTAPALAPA	115.00	183
MAGDALENA CONTRERAS	68.00	13
MIGUEL HIDALGO	47.97	137
MILPA ALTA	283.75	1
TLAHUAC	91.78	9
TLALPAN	302.49	37
VENUSTIANO CARRANZA	33.42	77
XOCHIMILCO	122.00	25
TOTALES	<u>1,494.05</u>	<u>1,212</u>

TABLA 11.1

Hidráulicos demandan prioritariamente el abastecimiento de agua y en esa dirección responde el sistema Político, si bien, las condiciones de vida de los habitantes del Distrito Federal han mejorado al tener agua potable el 87 por ciento - de la población, aproximadamente el aumento en el nivel de este servicio sin introducir el drenaje correspondiente, ha incrementado tanto el riesgo de contaminar acuíferos y ríos con aguas residuales crudas, como el peligro de que los habitantes contraigan enfermedades por estar en contacto con esas aguas totalmente insalubres. Es necesario considerar en forma integral ambos servicios, al abastecer de agua a determinada zona, es indispensable introducir la red de drenaje paralelamente con el objeto de captar y desalojar las aguas residuales generadas por los usuarios.

Sin embargo, no tendría sentido instalar redes de drenaje a las cuales se conectasen los usuarios, pero sin tener donde descargar, por lo tanto, la mayor parte de los recursos disponibles se utilizan a complementar el sistema general de desagüe, principalmente el drenaje profundo.

Actualmente, el drenaje profundo constituye la columna vertebral del sistema, de su área de influencia depende en buena medida la infraestructura de drenaje que se requiere construir en cada zona. Mientras más se atrase su terminación, habrá que buscar alternativas de solución al corto y me

diano plazo en diferentes puntos de la Ciudad. Estas soluciones son muy costosas y a causa del hundimiento del suelo pierden eficiencia rápidamente y llegan a hacerse obsoletas antes de lo que podrá esperarse en condiciones normales. Sin embargo, aún terminándose el drenaje profundo, se seguirán necesitando Plantas de Bombeo y estructuras de control y regularización, integrada a la red de Drenaje.

En la Zona Centro, que incluye las Delegaciones: Benito Juárez, Cuauhtemoc, Azcapotzalco y parte de las Delegaciones Miguel Hidalgo, Gustavo A. Madero, Iztacalco y Venustiano Carranza, cuyas áreas están totalmente urbanizadas cuenta con el servicio, a excepción de la Gustavo A. Madero que presenta un déficit debido en gran parte a la falta de Red Primaria en las áreas que en los últimos años han registrado un alto crecimiento demográfico. Una parte de las aguas son llevadas al Río San Javier y otra es descargada a los afluentes del Río - Cuauhtemoc y en la lumbrera 13 del interceptor Oriente, El área que se ubica al Oriente del Gran Canal de desague cuenta con servicio de drenaje.

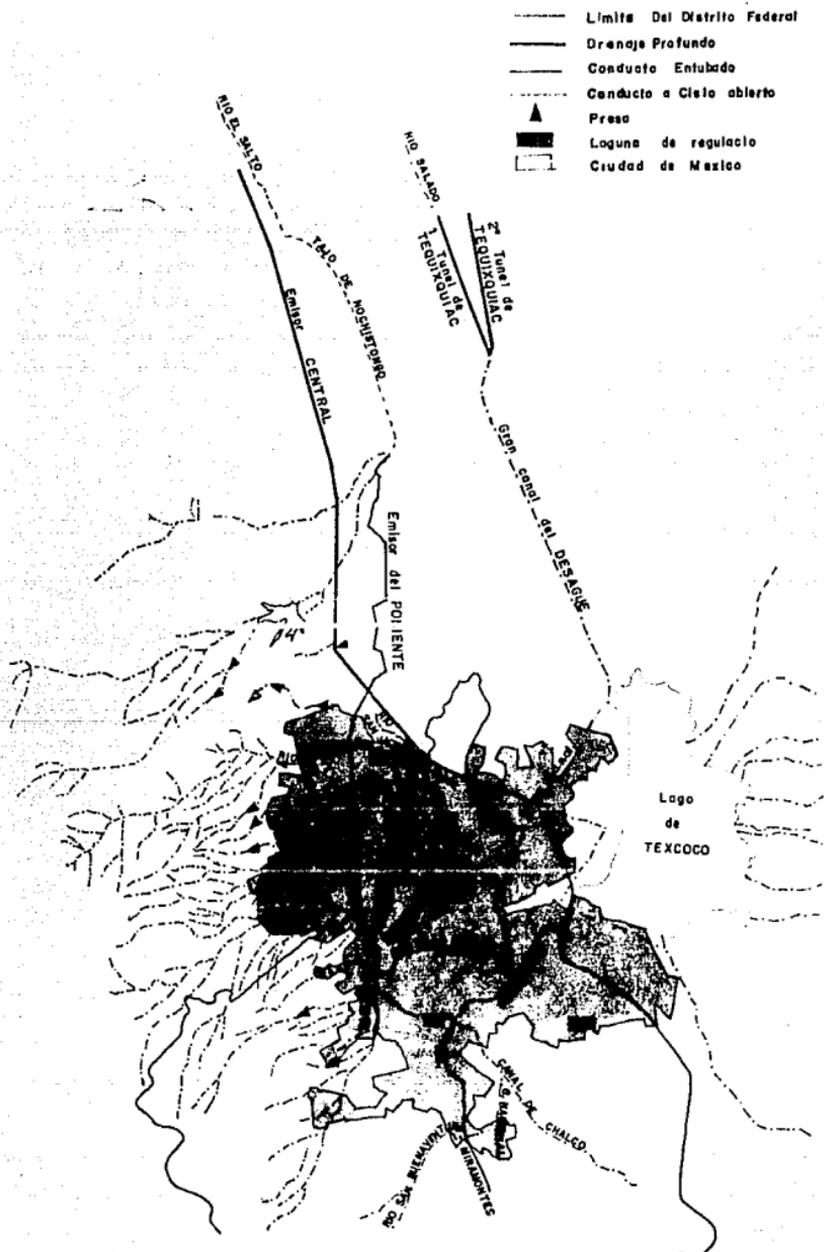
La zona Sur-Oriente, ubicada al Oriente del Río Churubusco, es plana y baja, tiene poca infraestructura de drenaje por lo que los nuevos desarrollos urbanos carecen del servicio, las delegaciones que forman la zona, son las de menor nivel - del servicio, sobresaliendo el caso de la Delegación Tláhuac,

ya que se ubica fuera del sistema de drenaje del Distrito Federal, aunque ya existen proyectos de Drenaje Semiprofundo para incorporar esta área al sistema general de desagüe. Actualmente, las soluciones que se han dado se han limitado a la construcción de sistema de alcantarillado con descarga en fosas sépticas ó pozos de absorción con el riesgo de contaminación del acuífero.

Existen diversos asentamientos humanos al Sur del Distrito Federal que como el caso de la Zona Sur-Oriente, se encuentra alejados de la Red Primaria de drenaje, a excepción de la Delegación Coyoacán, la cual es un caso especial para el suministro del servicio, por estar en zona de basalto, en esta área; los habitantes tienen fosas sépticas ó pozos de absorción e inclusive aprovechan las grietas que existen en el basalto fracturado para descargar las aguas residuales, como es el caso de las Colonias Pedregal de Santo Domingo y Ajusco entre otras. Las Delegaciones Milpa Alta, Tlalpan, Xochimilco y Magdalena Contreras resuelven en parte los problemas del servicio, descargando sus aguas hacia barrancas y cauces. Esto provoca contaminación del medio ambiente y áreas insalubres.

En la Zona Poniente, especialmente en las Zonas altas, no existe Red Primaria. Las Colonias y pueblos que tienen sistemas de alcantarillado descargan sus aguas pluviales y resi--

RED DE TRANSPORTE ACTUAL



duales a barrancas. Debido a que los habitantes se ubican en áreas con pendientes muy pronunciadas, se incrementa la problemática para el suministro del servicio, (croquis II.2).

La Red Primaria en su desarrollo cuenta con 66 plantas de Bombeo con una capacidad conjunta de 506 metros cúbicos -- por segundo y 93 plantas adicionales en pasos a desnivel tanto vehiculares como peatonales con capacidad de 14.3 metros cúbicos por segundo. Descarga en el sistema general de desagüe, cuya función consiste en regular y desalojar las aguas residuales y pluviales a través del tajo de Nochistongo, los túneles de Tequixquiác y del portal de salida del drenaje profundo.

II.2.2. PROBLEMATICA

Debido a que se han reducido las áreas de infiltración como consecuencia de la expansión de la mancha urbana, lo que incrementa los caudales a desalojar y al hundimiento del subsuelo se han detectado problemas de insuficiencia en la Red de Drenaje existente. Las áreas servidas por los Colectores Primarios se han incrementado y los movimientos del subsuelo se han traducido en una disminución de las pendientes hidráulicas de los Colectores y por tanto de su capacidad de conducción.

Otro problema es la acumulación de azolve en los colectores, el cual es resultado de acarreo de material sólido producto de la erosión de los suelos, así como la basura y desperdicios arrojados por los usuarios, agudizándose en temporada pluvial.

Asimismo, la construcción de infraestructura para proporcionar otros servicios a los habitantes de la Ciudad, como es el caso del sistema de Transporte Colectivo "Metro", ha obligado a construir sifones invertidos para librar las estructuras del mismo, teniendo problemas de azolvamiento en los sifones y una disminución de la capacidad de conducción.

II.3. RED SECUNDARIA

La Red Secundaria esta formada por conductos de diámetro inferior a 61 centímetros, se trata de un sistema de alcantarillado que descarga las aguas residuales y pluviales en la Red Primaria. Se desconoce con exactitud la longitud real de atarjeas en cada Delegación, ya que existen dos programas de ampliación de la red: uno que lleva a cabo la D.G. C.O.H. y otro que realiza la Delegación respectiva, sin embargo la longitud estimada de atarjeas es de 12,366 kilómetros no es posible ampliar la Red de Atarjeas a las áreas que no cuentan con el servicio, mientras no existan Colectores a donde descarguen y componentes del sistema general de desague que desalojen las aguas fuera del Valle de México.

Las Delegaciones Benito Juárez, Cuauhtemoc, Azcapotzalco y gran parte de las Delegaciones Miguel Hidalgo, Venustiano Carranza, Iztapalapa e Iztacalco cuenta con el servicio.

La Delegación Gustavo A. Madero es la que presenta mayor déficit debido al alto desarrollo demográfico de la Zona del Río Cuauhtepac.

En las Delegaciones Milpa Alta, Xochimilco y parte de Tlalpan, resuelven parcialmente el problema del servicio, descargando sus aguas negras a barrancas y cauces provocando con

esta contaminación del medio ambiente y efectos de insalubridad.

La Delegación Tláhuac se ubica fuera del sistema de drenaje del Distrito Federal, por lo que las aguas residuales son descargadas en fosas sépticas ó pozos de absorción, con el peligro de contaminar el acuífero, en una situación parecida se encuentra parte de la Delegación Coyoacán, cuyo asentamiento urbano descansa en basaltos, donde son aprovechadas las grietas para descargar las aguas residuales.

Finalmente, las Delegaciones que presentan el mayor problema para dotar de una red de Alcantarillado son la Alvaro Obregón, Cuajimalpa de Morelos y Magdalena Contreras, ya que están asentadas en área con pendientes muy pronunciadas.

II.3.1. SERVICIO

Se estima que un 76% de la población cuenta con el servicio, esto se debe principalmente a la falta de Red Primaria en las áreas urbanas que en los últimos años se han desarrollado.

II.3.2. PROBLEMÁTICA

El principal problema que presenta la Red Secundaria para su buen funcionamiento es el taponamiento de los acceso-

rios hidráulicos de captación de escurrimientos superficiales por la basura sobre las calles, los desperdicios sólidos que muchos usuarios arrojan por los albañales de sus casas y acarreo de material producto de la erosión de los suelos que provocan azolvamiento en las Zonas donde las atarjeas tienen poca pendiente y fallas de junteo de la tubería, por asentamientos, que socavan el terreno donde ésta se aloja hasta -- producir la fractura total del conducto, año con año se limpia gran parte de las redes Primarias y Secundarias del sistema de Drenaje del Distrito Federal pero aún se siguen detectando problemas de insuficiencia en varias ubicaciones debido a bloqueos parciales o totales.

Cuando el azolve permanece por periodos largos en los conductos, tiende a endurecerse y presenta un mayor grado de dificultad para retirarlo.

CAPITULO III

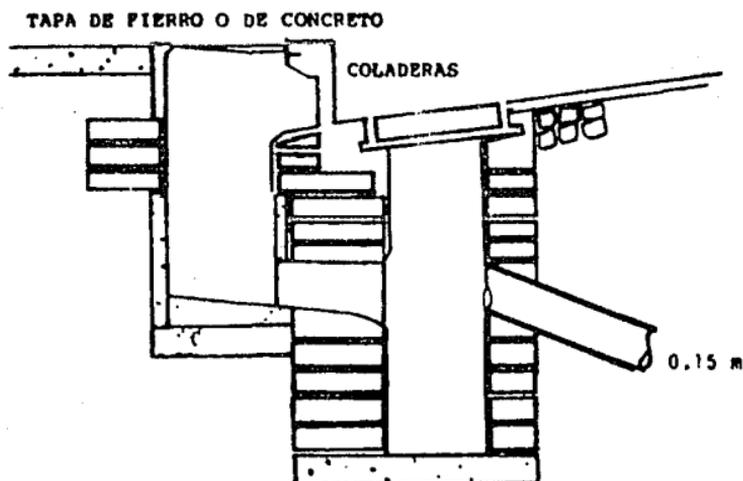
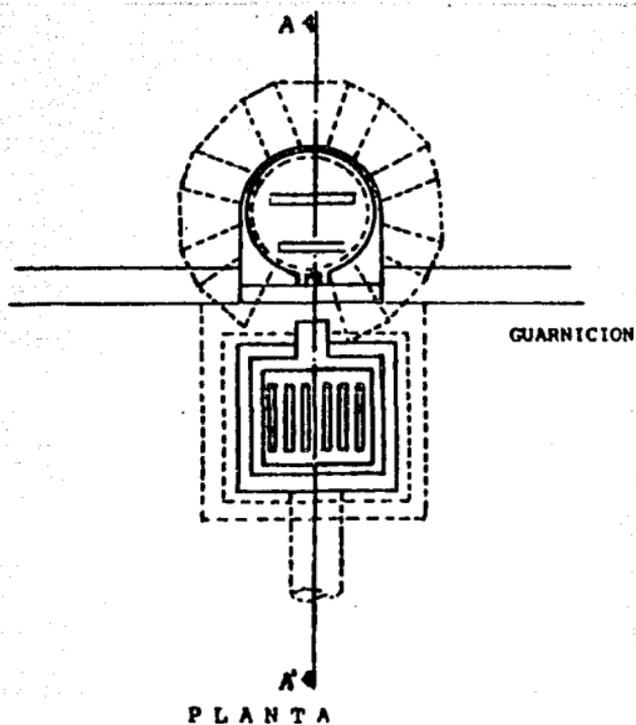
ACCESORIOS DE DRENAJE

Los accesorios de drenaje tienen dos objetivos fundamentales: captar el agua de lluvia que cae sobre la Ciudad y conducirla al sistema de alcantarillado para su desalojo; así como, permitir el acceso del personal encargado de la operación y mantenimiento para supervisar el estado físico del sistema; siendo sus tipos y funciones los que a continuación se indican:

III.1. COLADERAS PLUVIALES.

Las coladeras pluviales existen de dos tipos siendo -- las siguientes: de piso y de banqueta, aunque también es común construirlas en forma combinada (ver fig. III.1), su finalidad es captar el agua de lluvia que escurre sobre arroyos y banquetas de las calles y conducir las hasta la red de alcantarillado por medio de un albañal pluvial que generalmente es un tubo de concreto simple de 15 centímetros de diámetro conectado a la atarjea.

El agua, al escurrir por las calles arrastra toda la basura y el material sólido que encuentra a su paso, provocando obstrucciones parciales y totales en las áreas de captación de las coladeras pluviales, así como en el albañal, te--



CORTE - A - A'

COLADERAS PLUVIALES DE PISO Y BASQUETA (Fig. III.1.)

niendo como consecuencia un nulo funcionamiento y la aparición de encharcamientos sobre las vialidades.

Las coladeras pluviales se azolvan y obstruyen frecuentemente debido a las causas que a continuación se enumeran:

- 1.- El habitante de la Ciudad, en general tiene la costumbre de arrojar toda clase de desperdicios sobre la vía pública, tales como papel, bolsas de plástico, diversos envases de desecho, pelotas, productos de unicel, etc., que al no ser recolectados en su oportunidad van a parar a los accesorios hidráulicos del drenaje, afectando su funcionamiento.
- 2.- El pasto que se corta en las áreas verdes y las hojas secas de los árboles al caer, al no ser recolectadas, obstruyen fácilmente las coladeras pluviales.
- 3.- Las coladeras instaladas en las calles que no están pavimentadas, se azolvan fácilmente por el arrastre de piedras y tierra al interior de estas.
- 4.- El paso de vehículos cargados con material sólido como cascajo, basura o tierra, lo van tirando en su recorrido, depositándose posteriormente en estos accesorios.

- 5.- En el proceso constructivo de las diferentes obras en la Ciudad, se desechan desperdicios de material, cascajo y concreto sin fraguar que van al interior de las coladeras así como el concreto residual resultante del lavado de las revolventoras que transportan el concreto a las obras en construcción.
- 6.- Los puestos ambulantes que existen en toda la Ciudad, arrojan todos sus desperdicios sólidos a estos accesorios.
- 7.- En los mercados públicos se agudiza el problema -- del azolvamiento de las coladeras pluviales, por todos los desperdicios que se arrojan a la vía pública.
- 8.- Las lluvias precedidas de granizo provocan graves problemas de encharcamiento.
- 9.- Se ha observado que en algunas zonas de la Ciudad, se roban las tapas de las coladeras pluviales de banqueta y de piso, provocando que estos accesorios funcionen como receptores de basura.

De esta manera se podría seguir ennumerando las causas de azolvamiento de estos accesorios, generando volúmenes con-

siderables de azolve en los conductos, lo cual provoca deficiencias de operación en el sistema de drenaje.

III.2. POZOS DE VISITA.

Son estructuras construídas sobre las tuberías del sistema de alcantarillado, cuya función es: reducir la velocidad del escurrimiento en terrenos con pendiente alta, cambios de dirección, aeración y permitir el acceso para revisar el estado físico del sistema.

La forma estructural de los pozos de visita en general son de forma troncocónica, con espacio suficiente para permitir maniobrar en su interior. El piso lo forma una plataforma circular de mampostería de piedra braza de 0.30 mt. de espesor así como una plantilla de concreto simple de 0.10 mt. - Se pasa corrido el tubo de concreto, para formar la media caña; para el ascenso y descenso del personal que se encarga del mantenimiento y operación, se colocan escalones de fierro fundido a cada 0.40 mt. perpendicular al escurrimiento, esto se hace con el fin de no obstruir las maniobras que realizan en su limpieza.

Estas estructuras por lo general están expuestas a las cargas que genera el tráfico vehicular, por lo cual, son protegidas con brocales y tapas perforadas de fierro o de concreto, que cubren la parte superior del pozo de visita.

Por lo general, a una profundidad de 1.50 mt o menores, los pozos de visita, en su forma se asemeja a una botella y - a profundidades mayores de 1.50 m se construirá la parte cilíndrica con el diámetro interior necesario, de acuerdo con - los diámetros de las tuberías que a él concurren y la parte - troncocónica con paredes inclinadas a 60 grados que rematarán con otra cilíndrica de 0.60 m de diámetro interior con una al tura aproximada de 0.25 m la cual recibirá al brocal y su ta pa quedando toda la estructura nivelada en su parte superior con la carpeta asfáltica, o en su caso al nivel de piso termi nado.

III.2.1. POZOS DE VISITA COMUNES Y ESPECIALES.

Los pozos de visita, los podemos clasificar en comunes y especiales, en atención al diámetro de las tuberías que con curren a ellos.

Los comunes se construyen para tuberías de 0.30 m. a - 0.61 m. y el diámetro interior de su base no debe ser menor a 1.20 m, para permitir el manejo de las herramientas de limpie za y desazolve. Ver fig. III.2.1.

El diámetro interior de la base en los pozos de visi-- tas especiales es de 1.50 m, que se construye para recibir tu berías de 0.76 a 1.07 de diámetro interior respectivamente. -

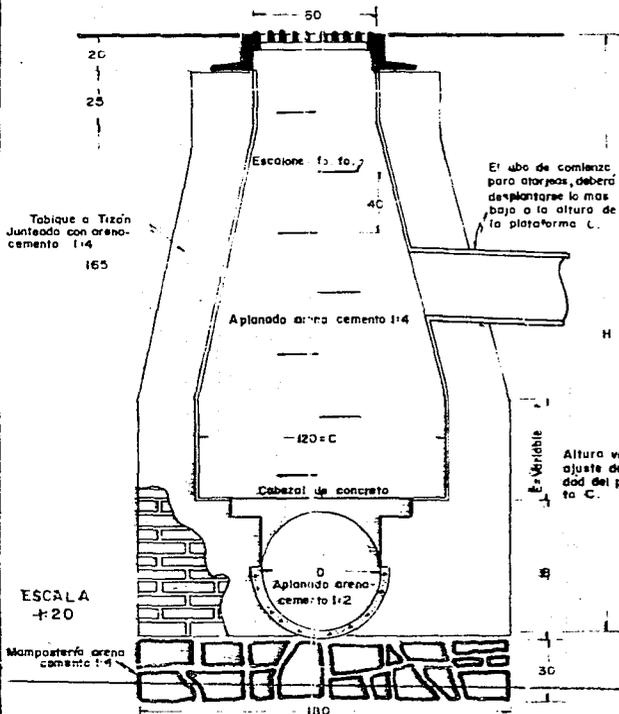
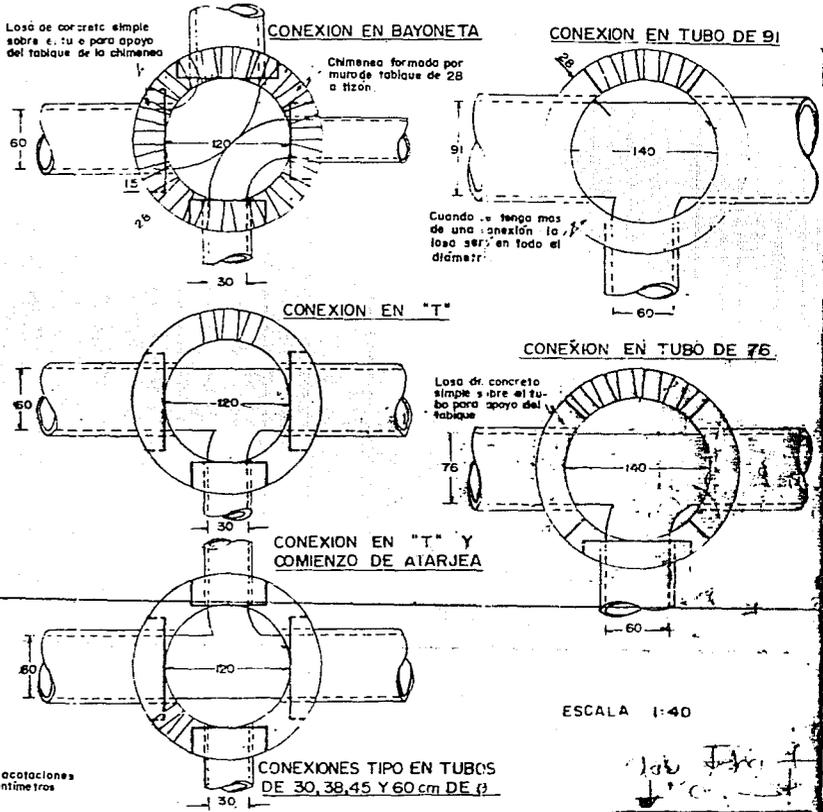


fig. III.2.1



POZOS DE VISITA PARA PROFUNDIDADES MAYORES DE 2,50

CUADRO DE DATOS PARA CONSTRUIR LOS POZOS DE VISITA

H	D	A	B	E	H	D	A	B	E	H	D	A	B	E
150	30	65	40	-	200	30	115	40	-	250	30	165	40	-
	38	57	48	-		38	107	48	-		38	157	48	-
	45	40	55	-		45	100	55	-		45	150	55	-
	60	70	-	-		60	85	70	-		60	135	70	-
	76	86	-	-		76	96	-	-		76	117	89	-
	91	105	-	-		91	105	-	-		91	160	105	-

H	D	A	B	E	H	D	A	B	E	H	D	A	B	E
300	30	165	40	150	350	30	165	40	100	400	30	165	40	150
	38	165	48	42		38	165	48	92		38	165	48	142
	45	165	55	35		45	165	55	85		45	165	55	135
	60	165	70	20		60	165	70	70		60	165	70	120
	76	165	80	-		76	165	80	52		76	165	80	102
	91	150	105	-		91	165	105	35		91	165	105	85

NOTA. Los acotaciones están en centímetros

MARZO DE 1955
FECHA: MAYO DE 1976.

DPF DIRECCION GENERAL DE OBRAS HIDRAULICAS
ALCANTARILLADO
PROYECTO TIPO

Y podrán recibir entronques de conductos de 0.20 a 0.61 m, de diámetro, ver fig. III.2.2.

. La base superior de todos los pozos de visita será de 0.60 m, de diámetro interior.

III.2.2. POZOS CAJA.

Los pozos caja se construyen para unir dos o más conductos o para cambios de dirección de tuberías que funcionan como subcolectores, colectores y emisores con diámetro de 0.76 m, y mayores; ver fig. 3.

POZO DE VISITA ESPECIAL

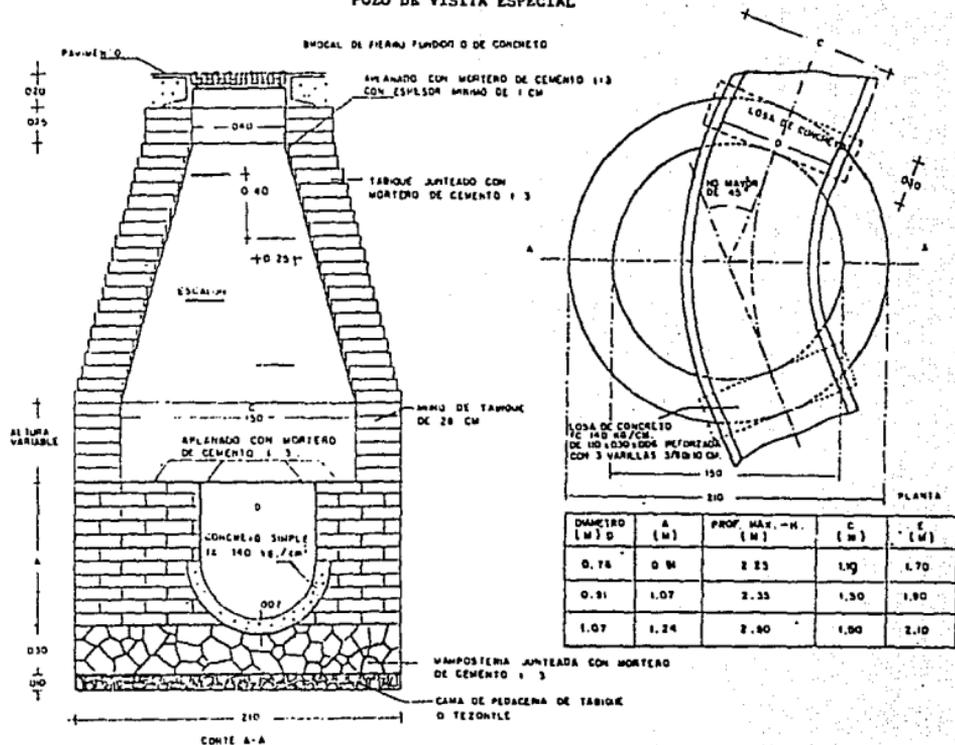
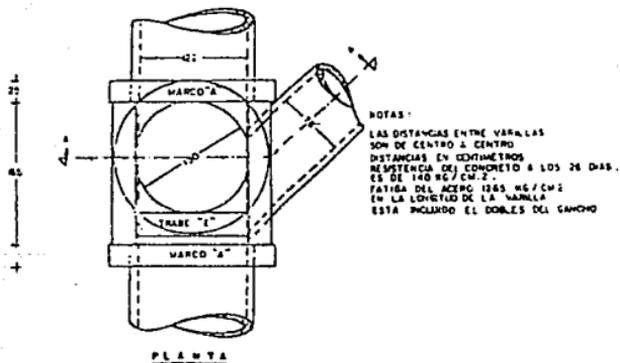
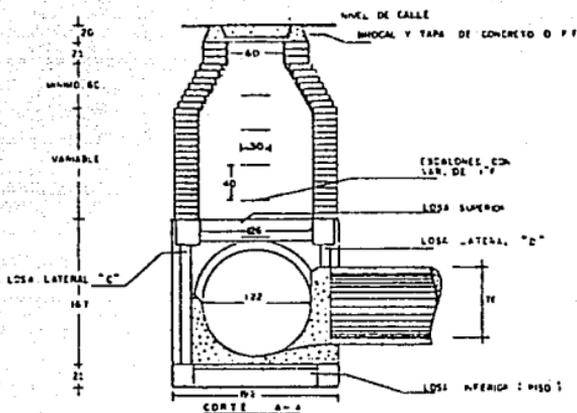


fig. III.2.2



POZO CAJA CON DIAMETRO DE 0.76 A 1.22 m.

A estas estructuras las constituye una caja de concreto reforzado y una chimenea de tabique idéntica a las de los pozos de visita comunes, su sección transversal horizontal -- puede tener forma rectangular o la de un polígono irregular, sus muros, losa inferior y superior son de concreto reforzado; en la losa superior inicia la chimenea que se corona con un brocal y tapa correspondiente de concreto o fierro fundido, quedando nivelado con la carpeta asfáltica ó nivel de piso -- terminado.

Los pozos caja se emplean generalmente en las uniones de dos o más conductos y cambios de dirección horizontal de las tuberías que conocemos como subcolectores y emisores con diámetro de 0.76 m, y mayores. Estos pozos, cuya sección -- horizontal es rectangular se les llama simplemente pozos caja; a los pozos caja de sección rectangular en forma de polígono irregular se conocen como pozos caja de unión, y a los pozos caja a los que concurre una tubería de entrada y tiene solo -- una tubería de salida con un ángulo diferente a 180 grados, -- se les llama pozos de caja de deflexión. Ver fig. 4.

III.2.3. POZOS CAJA CON CAIDA ADOSADA.

Son estructuras que incluyen una chimenea como las ya descritas y una caja construída de concreto armado, para lo cual en el interior de esta se construye una pantalla que fun

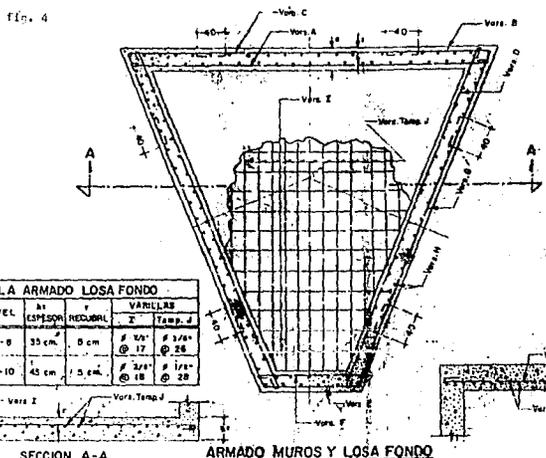
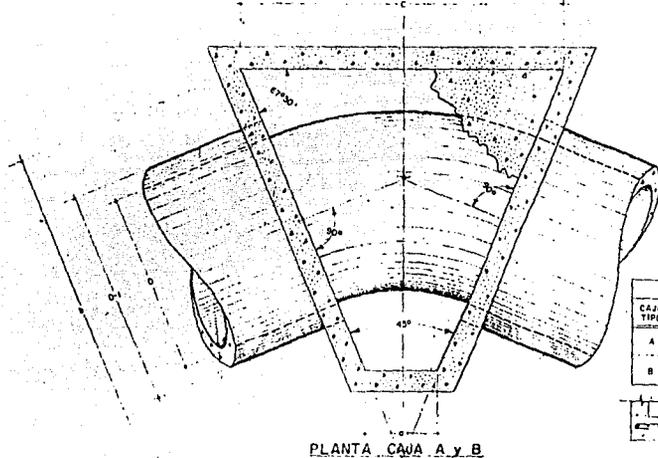


TABLA ARMADO LOSA FONDO

CAJA TIPO	NIVEL	A ESPESES	B REQUIER	C	D	E	F	G	H	TEMP.
A	0-0	35 cm	5 cm	1/2" @ 20	1/2" @ 20	1/2" @ 20	1/2" @ 20	1/2" @ 20	1/2" @ 20	17
B	0-10	45 cm	7.5 cm	1/2" @ 20	1/2" @ 20	1/2" @ 20	1/2" @ 20	1/2" @ 20	1/2" @ 20	18

PLANTA CAJA A y B

SECCION A-A

ARMADO MUROS Y LOSA FONDO

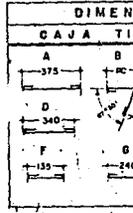
- NOTAS:**
1. Todas las medidas en centímetros.
 2. Niveles en metros.
 3. Hierro de $f_y = 2520 \text{ Kg/cm}^2$.
 4. Concreto de $f_c = 220 \text{ Kg/cm}^2$.
5. Las metaloplas tendrán una inclinación mínima de 30° y se usarán ganchos estándar.

TABLA DE DIMENSIONES

CAJA TIPO	D	D-I	a	b	c
A	107	125	100	300	330
	122	142			
	151	172			
	183	217			
B	211	248	100	450	440
	244	285			
	250	300			
	300	360			

TABLA ARMADO DE MUROS

CAJA TIPO	NIVEL	ESPESES	REQUIER	A	B	C	D	E	F	G	H	TEMP.
A	0-2	25 cm	5 cm	1/2" @ 40	1/2" @ 25	1/2" @ 30	1/2" @ 40	1/2" @ 25	1/2" @ 40	1/2" @ 30	1/2" @ 50	
	2-4			1/2" @ 20	1/2" @ 20	1/2" @ 30	1/2" @ 28	1/2" @ 25	1/2" @ 28	1/2" @ 25	1/2" @ 30	
	4-6			1/2" @ 25	1/2" @ 25	1/2" @ 30	1/2" @ 25	1/2" @ 25	1/2" @ 25	1/2" @ 25	1/2" @ 30	
	6-8			1/2" @ 20	1/2" @ 20	1/2" @ 30	1/2" @ 25	1/2" @ 25	1/2" @ 25	1/2" @ 25	1/2" @ 30	
B	0-2	30 cm	5 cm	1/2" @ 28	1/2" @ 18	1/2" @ 36	1/2" @ 28	1/2" @ 28	1/2" @ 28	1/2" @ 28	1/2" @ 36	
	2-4			1/2" @ 40	1/2" @ 25	1/2" @ 30	1/2" @ 40	1/2" @ 25	1/2" @ 40	1/2" @ 25	1/2" @ 36	
	4-6			1/2" @ 35	1/2" @ 20	1/2" @ 40	1/2" @ 30	1/2" @ 20	1/2" @ 20	1/2" @ 20	1/2" @ 36	
	6-8			1/2" @ 30	1/2" @ 14	1/2" @ 36	1/2" @ 25	1/2" @ 14	1/2" @ 20	1/2" @ 20	1/2" @ 36	
	8-10			1/2" @ 25	1/2" @ 14	1/2" @ 28	1/2" @ 20	1/2" @ 14	1/2" @ 20	1/2" @ 20	1/2" @ 28	



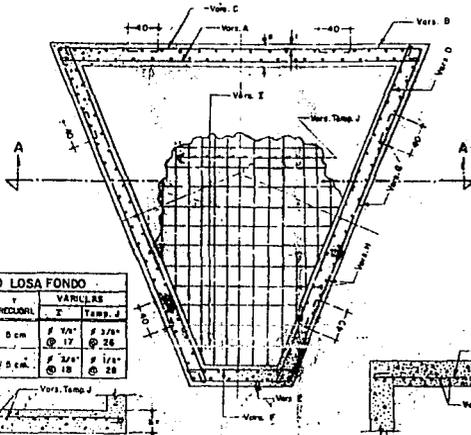
PROYECTO: REVISO

CALCULO: DIBUJO

Ings & Gracía R y J. Rubio Z P. Arguero R
JEFE SECCION ALCANTARILLADO

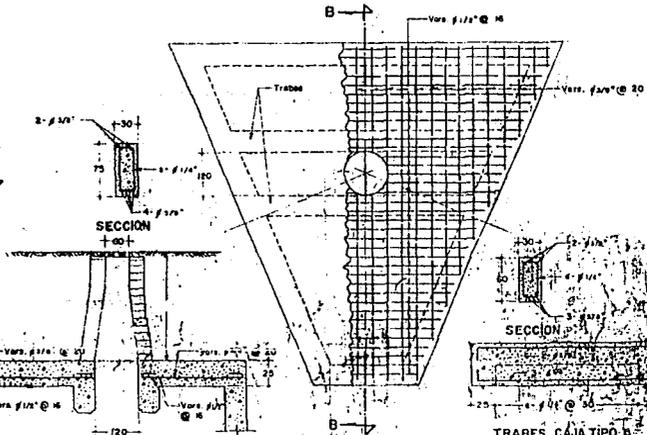
Inq Guillermo Hernández Muñoz

Fig. 4



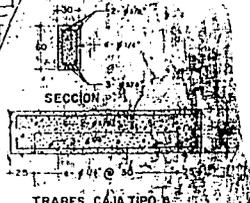
SECCION A-A

ARMADO MUROS Y LOSA FONDO



SECCION B-B

ARMADO LOSA TAPA



TRABES CAJA TIPO

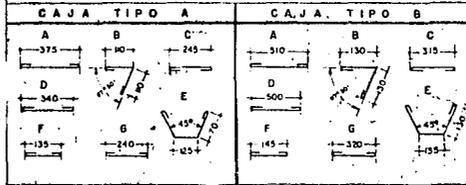
TABLA ARMADO LOSA FONDO

NIVEL	h ₁ ESPESOR	Y REDONDI	VARILLAS	
			I	Temp. J
a-8	35 cm.	8 cm.	# 1/2" @ 17	# 3/8" @ 26
a-10	45 cm.	15 cm.	# 3/8" @ 18	# 1/2" @ 28

TABLA ARMADO DE MUROS

REQURRI	VARILLAS								TEMP.
	A	B	C	D	E	F	G	H	
5 cm.	# 3/8" @ 40	# 1/2" @ 25	# 3/8" @ 30	# 3/8" @ 40	# 3/8" @ 25	# 3/8" @ 40	# 3/8" @ 30	# 3/8" @ 30	# 3/8" @ 30
	# 1/2" @ 25	# 1/2" @ 25	# 1/2" @ 25	# 1/2" @ 25	# 1/2" @ 25	# 1/2" @ 25	# 1/2" @ 25	# 1/2" @ 25	
	# 1/2" @ 25	# 1/2" @ 25	# 1/2" @ 25	# 1/2" @ 25	# 1/2" @ 25	# 1/2" @ 25	# 1/2" @ 25	# 1/2" @ 25	
5 cm.	# 3/8" @ 28	# 3/8" @ 18	# 3/8" @ 36	# 3/8" @ 28	# 3/8" @ 28	# 3/8" @ 28	# 3/8" @ 36	# 3/8" @ 36	# 3/8" @ 25
	# 1/2" @ 40	# 1/2" @ 20	# 3/8" @ 40	# 1/2" @ 40	# 1/2" @ 25	# 3/8" @ 40	# 3/8" @ 40	# 3/8" @ 40	
	# 1/2" @ 35	# 1/2" @ 20	# 3/8" @ 40	# 1/2" @ 35	# 1/2" @ 20	# 3/8" @ 30	# 3/8" @ 40	# 3/8" @ 40	
5 cm.	# 1/2" @ 20	# 1/2" @ 14	# 1/2" @ 28	# 1/2" @ 20	# 1/2" @ 14	# 1/2" @ 20	# 1/2" @ 28	# 1/2" @ 28	# 3/8" @ 25
	# 3/8" @ 25	# 3/8" @ 14	# 3/8" @ 28	# 3/8" @ 20	# 3/8" @ 14	# 3/8" @ 20	# 3/8" @ 28	# 3/8" @ 28	
	# 3/8" @ 25	# 3/8" @ 14	# 3/8" @ 28	# 3/8" @ 20	# 3/8" @ 14	# 3/8" @ 20	# 3/8" @ 28	# 3/8" @ 28	

DIMENSIONES DE VARILLAS



SECRETARIA DE OBRAS Y SERVICIOS
 DIRECCION GENERAL DE OBRAS HIDRAULICAS
 UNIDAD DE PLANEACION, ESTUDIOS Y PROYECTOS
 OFICINA DE ALCAANTARILLADO

CAJAS DE CONEXION a 45° TIPO
 PLANO ESTRUCTURAL

JEFFERSON DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
 PROYECTO: PLAN DE ALCAANTARILLADO

ESTRUCTURA DE OBRAS Y SERVICIOS DIRECTOR GENERAL
 JEFE DE OFICINA DE ALCAANTARILLADO JEFE DE OFICINA DE ALCAANTARILLADO
 JEFE DE OFICINA DE ALCAANTARILLADO JEFE DE OFICINA DE ALCAANTARILLADO

AV-16-3319

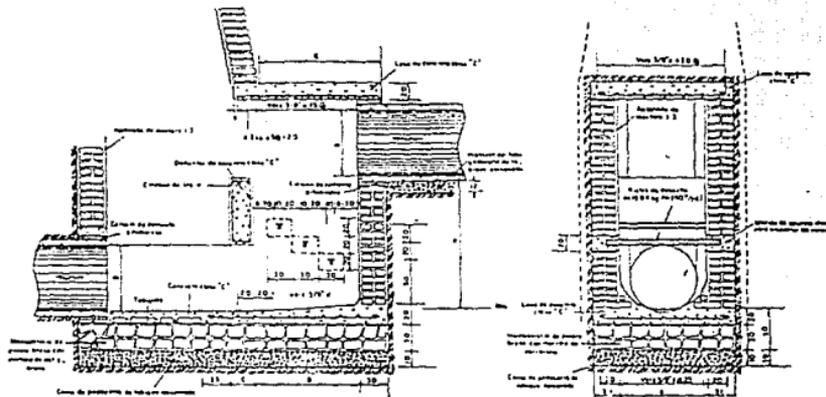
ciona como deflector del caudal que cae del tubo más elevado, disminuyendo la velocidad del agua y se utilizan para tuberías de 0.30 a 0.76 m, de diámetro con un desnivel de 1.50 m, Ver fig. 5.

III.2.4. ESTRUCTURAS DE CAIDA ESCALONADA

Por razones de carácter topográfico o por tenerse determinadas elevaciones fijas para las plantillas de algunas tuberías de acuerdo a un determinado proyecto, suele presentarse la necesidad de construir estructuras que permitan en su interior los cambios bruscos de la pendiente del escurrimiento para tal efecto, puede ser a través de una caída libre o entubada, en esta última se construirá una caja adosada a un pozo de visita común o a un pozo caja de acuerdo a las necesidades, y estará constituida por una estructura en caída escalonada.

Estas se harán de la siguiente manera: por medio de una estructura de caída escalonada, cuya variación es de 50 en 50 cm., hasta llegar a 2.50 m, como máximo. Estará provista de una chimenea a la entrada de la tubería de mayor elevación. Se emplea en tuberías de 0.91 a 2.44 m, de diámetro. Ver fig. 6.

POZO CON CAIDA
 TUBERIA DE 0.30 A 0.76 m. DE DIAMETRO



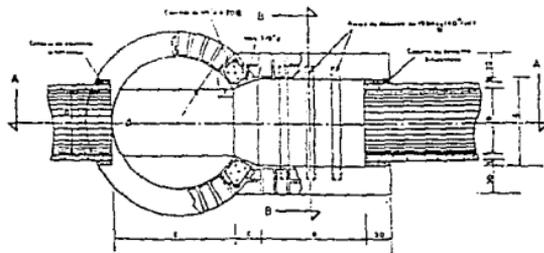
CORTE A-A

CORTE B-B

CARACTERISTICAS									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

NOTAS.-

Se permite un solo orificio de perforación. No debe haber tubería de 0.30 m. a 0.76 m. de diámetro ni un grupo de 100 metros. No se permite más de un grupo de 100 metros. No se permite más de un grupo de 100 metros.



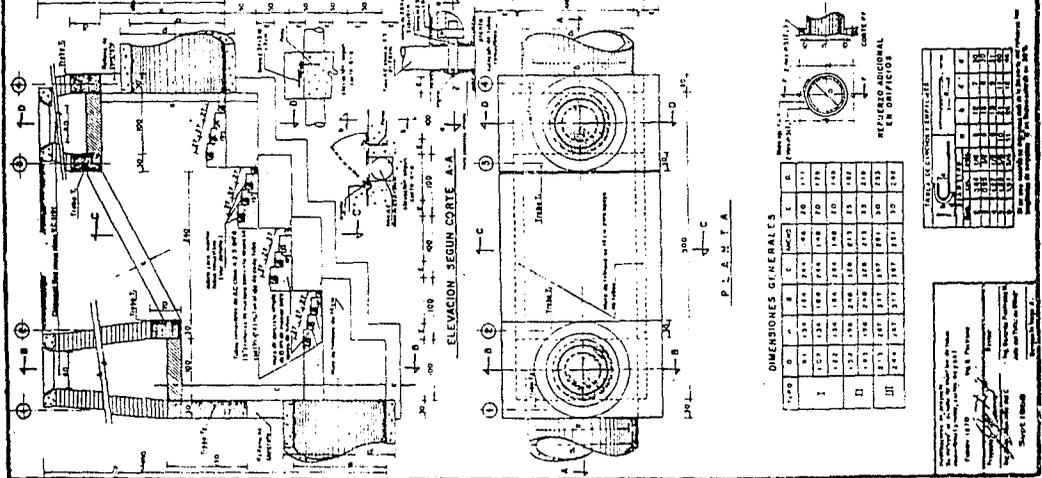
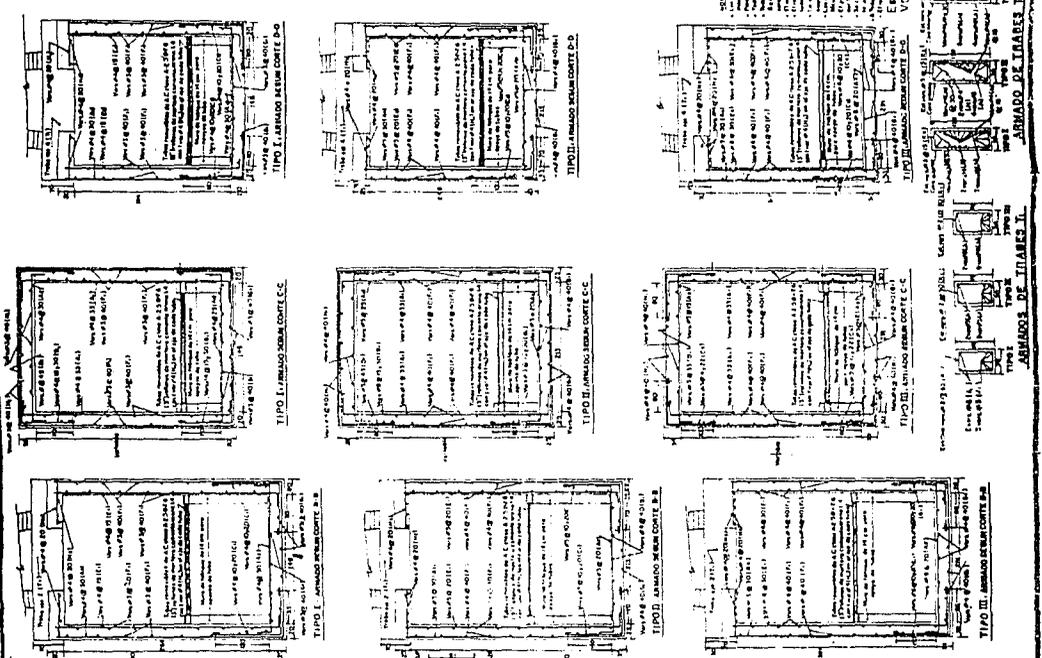
PLANTA

ESCALA GRAFICA

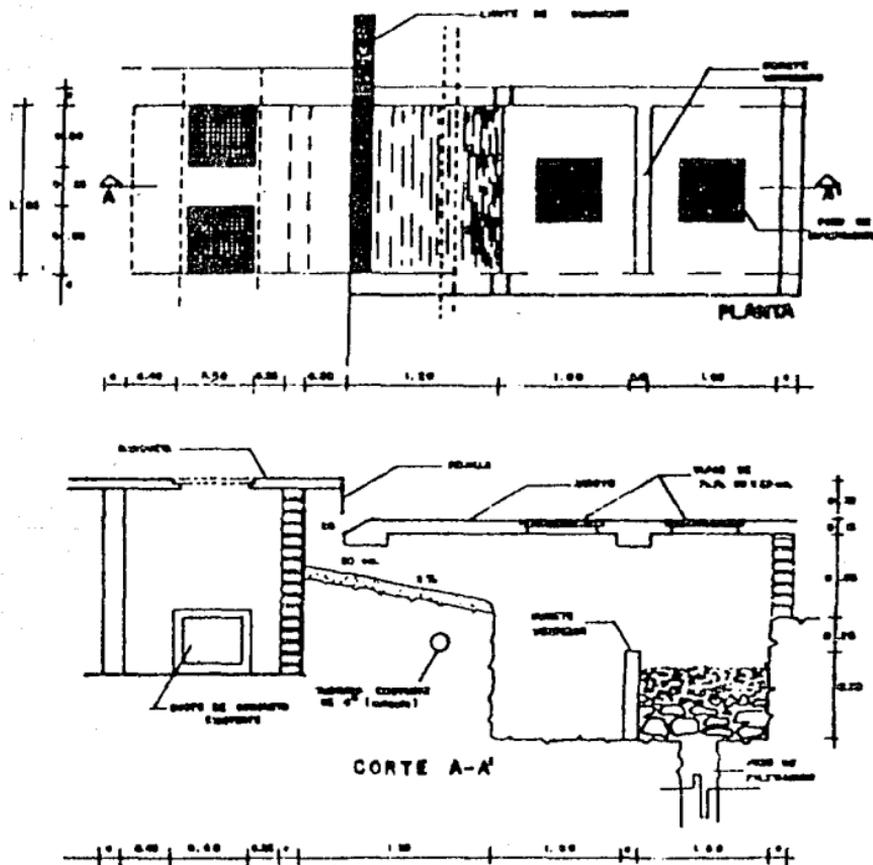


LISTA DE VENTILAS		CROQUIS	
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72
73	73	73	73
74	74	74	74
75	75	75	75
76	76	76	76
77	77	77	77
78	78	78	78
79	79	79	79
80	80	80	80
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100

SUPERDIRECCION DE PROYECTOS
ATA LAZAR LAGO
ESTRUCTURA DE MARRASOMAR
DE OROQUE-SUR DE OROQUE
REF. PROYECTO N.º 10000
SUPERDIRECCION DE PROYECTOS
V.C. 1974



POZO DE ABSORCION



(Fig. 111.6.)

III.2.5. POZOS DE ABSORCION.

En los sitios donde aún no existe alcantarillado y por tanto no es posible desalojar las aguas negras con la facilidad y sencillez que permite el sistema de drenaje, se ha adoptado como un medio de solución la construcción de pozos de absorción, siendo una obra accesoria que con el debido mantenimiento, resuelve de forma satisfactoria el problema de la acumulación de pequeños volúmenes de aguas negras capatandolas - e infiltrándolas al subsuelo a través de paredes y pisos permeables.

Estos pozos se diseñarán de acuerdo a las características de permeabilidad e infiltración del terreno, es recomendable que el fondo este a una distancia vertical mínima de 1.50m. sobre el nivel freático. Ver fig. 7.

CAPITULO IV O P E R A C I O N

IV.1. ALCANTARILLADO

Los problemas asociados a la concepción, diseño, construcción y operación de un sistema de eliminación de aguas residuales son muy diversos. Respecto a la concepción y el diseño debe estudiarse si el sistema debe ser separado ó combinado, considerando características topográficas y geológicas locales. En la Ciudad de México, se ha convertido en una necesidad, de que aparte de considerar las condiciones topográficas y geológicas del lugar, se considere prioritariamente el tratamiento y reúso de las aguas residuales. Con respecto a la construcción de sistema de alcantarillado es necesario tener, para cada caso, toda la información disponible sobre las condiciones del terreno, interferencias como otras redes de servicio existentes o en proyecto, especificaciones y proyectos constructivos, así como aplicar un control de calidad estricto de los materiales y acabados, a fin de disminuir en lo posible los problemas de operación y mantenimiento, entre otros aspectos.

Las actividades de operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado, que en general son obras enterradas, se ven afectadas seriamente por la falta de personal y

presupuesto sumado al grave problema de la acumulación de basura y azolve en las estructuras de los sistemas de eliminación de agua residual que dañan las partes constitutivas de los sistemas que se deterioran irremediablemente hasta hacer fallar la operación, con lo cual resultan más costosas las reparaciones por tener que efectuarse frecuentemente ante emergencias.

IV.1.1. DEMANDA DE SERVICIO

A pesar de que en los tres últimos años se ha dado un gran impulso a la construcción de obras de alcantarillado aún existe una demanda insatisfecha del servicio en la Ciudad de México, debido a que el incremento demográfico ha sido mayor que el de las inversiones presupuestales destinadas a la ampliación de los sistemas de alcantarillado, esta problemática se observa también en los grandes centros urbanos del país, pues a más aglomeración humana mayor cantidad de agua residual; además, como efecto de la urbanización, las aguas pluviales generan caudales de escurrimiento que en ocasiones rebasan la capacidad de los sistemas de alcantarillado pluvial, con lo que se producen inundaciones, no siempre graves pero sí molestas.

Considerando, que el abastecimiento de agua potable a los centros urbanos y la creciente demanda del líquido para -

usos industriales ocasiona la necesidad de importar el recurso de sitios cada vez más distantes, (ver croquis IV.1). Lo que inside en costos de inversión, operación y administración, por ello, es necesario apoyar el uso de aguas residuales tratadas y construir líneas alimentadoras hacia las zonas de mayor demanda tales como: riego de áreas verdes, uso industrial, riego de ciertos cultivos agrícolas y la posibilidad de exportarla a los municipios con urbanos del Distrito Federal.

Por ejemplo y en relación al proyecto Cutzamala, para traer cada metro cúbico por segundo a la Ciudad de México y a precio de principios del año de 1983, fue estimado en 5,000 millones de pesos, en tanto, la inversión que requería el tratamiento de cada metro cúbico sobre segundo de agua residual en el mismo año representaría unos 1,000 millones de pesos. La diferencia de costos indica la necesidad de impulsar las políticas de tratamiento de agua residual para reemplazar el agua potable en los usos en que esta no sea estrictamente indispensable asimismo, en el año de 1991 y como antecedentes, al programa del P.U.E.D.A., (Programa de Uso Eficiente del Agua), hubo una declaración oficial en el cual se afirmaba que el costo por cada metro cúbico por segundo ascendía a 150,000 millones de pesos, por lo cual era prioritario establecer programas de ahorro de agua, captación y reúso de aguas pluviales y negras, con el consiguiente alivio al sistemas de drenaje.

IV.1.2. ASPECTOS TOPOGRAFICOS

El diseño, construcción y operación de las redes de alcantarillado dependen en gran medida de las condiciones topográficas del lugar. En terrenos con pendientes máximas permitidas por las normas, en ocasiones obliga a alcanzar los desniveles exigidos por el terreno a base de pozos de caída adosada ó escalonada.

Por otra parte, las fuertes pendientes, concentran los volúmenes de agua en tiempos cortos, con lo cual el gasto máximo de diseño de una red de alcantarillado pluvial resulta alto; en este caso se plantea un problema económico para elegir entre obras de regulación y tamaño de los diámetros de la red. Cuando la pendiente del terreno es suave, la problemática es diferente, ya que, además de requerirse diámetros grandes y volúmenes de excavación mayores, se presentan dificultades en los cruces yaumentan los problemas de operación en el sistema. Para este tipo de terrenos la solución puede ser, - construir redes de diámetros grandes y velocidades bajas del agua ó bien, diámetros menores con velocidades mayores, pero instalando plantas de rebombeo.

Estos diseños alternativos no dependen únicamente del aspecto económico, sino también de la disponibilidad de predios y de equipo, personal calificado y de las propias características generales del proyecto.

Por estas causas, en general, es poco conveniente construir alcantarillado separado en zonas de baja pendiente, --- pues los mismos factores insiden en los dos sistemas, pluvial y sanitario; duplicandose la problemática.

Por lo tanto, se hace necesario revisar las normas de diseño, sobre todo en lo que se refiere a pendientes máximas y mínimas, considerando los aspectos económicos y constructivos, y no solamente los aspectos operativos de la red.

IV.1.3. ASPECTOS GEOLOGICOS

En términos generales, los suelos duros dificultan encarecen el proceso de tendido de tubería; en algunos casos, - el costo es tan elevado que se recurre a la construcción de fosas sépticas en cada predio; los suelos blandos en cambio, - son fáciles de excavar pero presentan problemas de estabilidad.

Los suelos blandos y compresibles, como los de la Ciudad de México, provocan problemas de dislocación y fracturamiento de las redes, modifican el funcionamiento hidráulico del sistema y propician la contaminación de las aguas subterráneas.

IV.1.4. ASPECTOS AMBIENTALES

Los parámetros ambientales más importantes que influyen en el diseño y operación de una red de alcantarillado -- pluvial son la frecuencia, intensidad, duración de las lluvias y la forma como escurren en las zonas urbanas.

Por otra parte, la carencia de sistemas de alcantarillado sanitario provoca condiciones insalubres de graves consecuencias para la población, y la falta de tratamiento de las descargas de aguas residuales contamina el medio ambiente y altera el equilibrio ecológico, por esto es necesario que los nuevos desarrollos urbanos contemplen la posibilidad de construir alcantarillado separado, pues de esta manera se podrán obtener aguas menos contaminadas facilitando su tratamiento para ser reutilizadas.

IV.1.5. DISTRIBUCION DE LA POBLACION

La distribución de la población condiciona la geometría de las redes de drenaje sanitario, ya que los tendidos de tubería se proyectan en función de las concentraciones humanas. En zonas con poca densidad de población no es conveniente instalar redes de alcantarillado porque resulta muy desfavorable la relación área servida contra costos, en este caso, es más conveniente proyectar y operar con sistemas sa-

nitarios por predio, como fosas sépticas, campos y pozos de absorción.

El uso de aguas residuales se justifica en zonas urbanas altamente pobladas, lo que asegura la disponibilidad de volúmenes importantes de agua para ser tratadas y de esta manera poder satisfacer la demanda para usos agrícolas, municipales e industriales.

IV.2. SISTEMAS DE ELIMINACION O DESALOJO DE AGUAS RESIDUALES

IV.2.1. ELIMINACION "IN SITU" DE DESECHOS

Cuando se determina que no es posible instalar tuberías para desalojar los desechos, por las características propias de una zona en particular, se utilizan tanques o fosas sépticas; estos son los dispositivos más antiguos que se han utilizado para eliminar aguas negras y también aplicar un tratamiento primario, donde las aguas negras se mantienen a bajas velocidades y en continuos movimiento, hasta lograr que los sólidos sean arrastrados hacia la salida por la corriente, cuyo efluente se envía por lo general a alguna grieta o resumiadero para infiltrarse al subsuelo, existiendo la posibilidad de que en la zona se localicen mantos acuíferos expuestos a la contaminación.

Los períodos de retención y mezcla con los sólidos en descomposición producen aguas negras, lo cual dificulta en gran manera un tratamiento a nivel secundario, es necesario que la construcción de este sistema se realice con materiales impermeables y resistentes a la corrosión, sin olvidar que se debe ventilar adecuadamente. Es importante dejar registros suficientes para su inspección y mantenimiento.

IV.2.2. ALCANTARILLADO SANITARIO

Respecto a sus dimensiones de diseño hidráulico, se conocen los volúmenes de descarga, ya que están en función de la dotación de agua; para manejarlos se requieren tuberías con diámetros pequeños.

Es necesario, que al alcantarillado sanitario, no se conecte ninguna descarga pluvial que provocaría, aunque fuera de reducida magnitud, que las tuberías trabajen a presión y el agua brote por las coladeras arrastrando material fecal y desechos industriales.

IV.2.3. ALCANTARILLADO PLUVIAL

El diseño de estos conductos contempla, por lo general, diámetros grandes y en muchos casos no se justifican los costos tan altos que ello implica, por lo que, en la mayoría de

las ocasiones se deja que el agua pluvial escurra por la superficie, pero localizando los puntos más convenientes para construir accesorios hidráulicos que capturen el flujo, evitándose el problema de las inundaciones; este tipo de alcantarillado opera con estructuras que trabajan por gravedad, tales como bocas de tormenta, coladeras pluviales, rejillas de piso, etc., como las atarjeas pluviales no tienen un funcionamiento continuo, pues sólo trabajan durante la época de lluvias, los sólidos arrastrados se sedimentan en su interior y obligan a establecer programas periódicos de desazolve.

IV.2.4. ALCANTARILLADO COMBINADO

Requiere de un diseño preciso; y es precisamente el sistema más utilizado en la zona urbana de la Ciudad de México; generalmente son conductos de grandes diámetros, por lo que su construcción es costosa y requiere mantenimiento permanente. Cuando se trata de núcleos poblacionales pequeños, es relativamente fácil diseñar y operar los sistemas combinados, pero, cuando las concentraciones humanas son considerables, es necesario utilizar métodos de cálculo más complejos.

IV.3. CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL

El tremendo crecimiento de la mancha urbana e industrial de la ciudad, ha propiciado que los problemas relacionados

dos con el manejo y disposición de aguas residuales resultantes de las actividades propias de la población (domésticas, - municipales ó industriales), sean cada vez más complejos, --- viéndose agravados estos por los escurrimientos superficiales generados en la época pluvial.

Por lo anterior, el manejo de agua de desecho requiere de esfuerzos muy serios, a fin de preservar la salud pública, dada la alteración que sufre la calidad del agua como consecuencia de su uso, cuya calidad originalmente es apta para el consumo humano o para usos específicos es transformada en gran medida, ya que después de ser utilizada contiene materia orgánica putrecible, detergentes, microorganismos, sustancias químicas, metales pesados, grasas, aceites, basura en general, - sedimentos, etc., esta degradación produce un riesgo potencial para la salud de los habitantes, de ahí la necesidad de establecer elementos de control, mediante una reglamentación tendiente a reducir a un mínimo ese riesgo.

IV.3.1. CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL EN LAS OBRAS DE CONDUCCION O ELIMINACION

En función del contenido de materia orgánica y mineral en las aguas residuales, se presentan problemas en los conductos destinados a su manejo, en la zona urbana de la ciudad -- son muy frecuentes los problemas en la red de drenaje causa--

dos por el azolvamiento y taponamiento parcial y/o total que impiden el libre flujo de las aguas residuales, disminuyendo la funcionalidad del sistema y ocasionando molestias en -- las zonas circundantes.

Otro problema detectado en los sistemas de elimina--- ción, que afortunadamente no es muy frecuente, es el deterio ro y en algunos casos, la destrucción de tuberías por la ac--- ción de los gases y ácidos que se producen a raíz de diferen tes reacciones químicas; estos gases generan otro efecto más grave dado que la concentración de ellos por falta de venti--- lación en ciertos tramos de tuberías llegan a producir vio--- lentas explosiones.

La erosión generada en los conductos por materias --- abrasivas transportadas en suspensión dentro del flujo y - - a grandes velocidades dentro de las tuberías, es un fenómeno observado principalmente en zonas de fuerte pendiente. En - el caso de conducción a cielo abierto y con un mantenimiento deficiente, provoca la destrucción de estructuras, acumula--- ción de basura y desperdicios, mermando la capacidad de con--- ducción.

Muchos de los problemas detectados en la operación -- del drenaje, podrían ser minimizados mediante un mantenimien to constante, a fin de conservar el sistema en buenas condi-

ciones de operación. Por otra parte, es necesario revisar -- las normas de diseño para adecuar las velocidades máximas en los con ductos, asimismo, las normas de construcción de estos y propo ner especificaciones más rigurosas para lograr conductos más-resistentes a la abrasión y corrosión, fenómeno este último - que se ha tratado de corregir con cementos resistentes al ata que de los gases de aguas negras.

IV.4. REGULACION Y CONTROL DE ESCURRIMIENTOS Y AVENIDAS

En la Ciudad, los escurrimientos pluviales se producen por tormentas de corta duración que generan volúmenes de agua considerables imposibles de almacenar para su posterior aprovechamiento. El diseño de estructuras para manejar estos escurrimientos implican un análisis a fin de evaluar riesgos y costos.

La falta de áreas abiertas disponibles para almacenar escurrimientos es muy común en la mayoría de las zonas urbanas, en ese caso se aplican comúnmente métodos de retención - como la regulación de flujo por medio de tanques de tormenta subterráneos, válvulas, compuertas, vertedores o dispositivos autoactuantes que limitan el flujo cuando se alcanza una carga hidráulica determinada, de esta manera, el flujo retenido-se descarga cuando las condiciones y capacidades del sistema lo permiten.

IV.4.1. CONTROL DEL USO DE ALCANTARILLADO

Por lo general, los proyectos de instalaciones sanitarias de las edificaciones y de los distintos establecimientos industriales, comerciales y de servicios, requieren satisfacer especificaciones de conexión con el alcantarillado municipal, sin considerar la calidad de las aguas residuales por descargar. Aunque es importante el desarrollo industrial de la Ciudad, esto ha provocado una gran cantidad de descargas de aguas residuales con sustancias volátiles, materiales sólidos, sustancias tóxicas, solventes, metales pesados, etc., dañando conductos y estructuras accesorias del sistema, obstruyendo e interfiriendo el flujo, amenazando la salud pública y la del personal que opera el sistema, alterando e inhibiendo los procesos de tratamiento de aguas residuales, provocando explosiones tan graves como la suscitada en el año de 1991 en la Ciudad de Guadalajara en la que las pérdidas materiales y en vidas humanas difícilmente se pudieron cuantificar y que incluso tuvo consecuencias de tipo político.

Por lo anterior, es necesario que el servicio público de alcantarillado se opere bajo un control estricto de descargas de aguas residuales para mejorar su vida útil y funcionamiento, evitando la contaminación ambiental, así mismo, se deben implementar programas de monitoreo de la calidad de las aguas residuales en puntos estratégicos, a fin de mejorar la-

operación de las plantas de tratamiento y controlar la descarga de las aguas residuales industriales que contienen sustancias tóxicas que son resistentes al tratamiento biológico.

Así mismo en los desarrollos habitacionales, comerciales e industriales con superficie de terreno considerable, se podrían construir pozos de infiltración de agua pluvial, para que de esta manera, únicamente las aguas negras sean descargadas a la red de drenaje.

IV.5. MANEJO DEL SISTEMA

El sistema de drenaje de la ciudad es casi en su totalidad de tipo combinado, en un principio se proyectó para que trabajará por gravedad, pero el hundimiento del terreno en el centro del Distrito Federal hicieron que el sistema requiriera de plantas de bombeo para elevar las aguas hasta el nivel del Gran Canal, ya que, a través del tiempo, se han venido detectando columpios y contrapendientes en los conductos, viéndose agravada esta situación por el sismo ocurrido el 19 de septiembre de 1985, actualmente, el drenaje de la Ciudad opera con tuberías cuyos diámetros varían de 0.15 m. (albañal domiciliario) hasta 6.50 m., como es el caso de los conductos del drenaje profundo, se utilizan vasos reguladores como las presas ubicadas en la zona poniente de la Ciudad y de lagunas de regulación ubicadas en las delegaciones Xochimilco y Tla-

huac, que embalsan las aguas del río San Buenaventura y Canal Nacional entre otros. Se utilizan plantas de bombeo para elevar el nivel de las aguas residuales en los puntos en que se requiere, se bombea hacia colectores de diámetros grandes, -- cauces del ríos entubados y algunos cauces a cielo abierto, -- para posteriormente ser desalojadas del valle a través del -- Sistema General de Desague.

La operación del sistema se realiza en dos fases las cuales están, determinadas por la temporada de estiaje y la temporada de lluvias.

En estiaje, por lo general, las tuberías conducen únicamente aguas negras o sanitarias, cuyo volumen es mínimo en relación al generado en lluvias, en esta fase, se hacen revisiones de todos los elementos del sistema, incluyendo los conductos del drenaje profundo, realizándose los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo correspondientes, este período comprende del 15 de octubre al 15 de mayo aproximadamente.

En época pluvial, las actividades que se realizan están orientadas al desalojo de las aguas residuales que incluyen las sanitarias y pluviales generadas en la zona urbana, -- entre otras actividades, se recorre la Ciudad con vehículos -- dotados de equipo de radiotransmisión con el objeto de detec-

tar y reportar lluvias cuya intensidad varía de fuertes a ligeras, información que es concentrada y retransmitida a las áreas responsables para manejar con oportunidad los escurrimientos superficiales, poniendo en operación compuertas, equipo de bombeo, estructuras derivadoras, vertedores, etc.

En esta fase pueden presentarse emergencias por fallas en el sistema tales como: Insuficiencia de conducción en las tuberías, fallas electromecánicas en los dispositivos, taponamiento parcial o total de las tuberías por arrastre de sólidos, áreas de captación de accesorios hidráulicos obstruidas por basura, una tormenta extraordinaria, granizadas, etc., que pueden ocasionar graves inundaciones.

IV.5.1. REGIONALIZACION DEL SISTEMA Y FUNCIONES

Dada la creciente complejidad de los problemas para proporcionar el servicio de alcantarillado a la población, adquiere cada vez mayor importancia la regionalización de la operación del sistema, actualmente la operación y mantenimiento del sistema lo realiza el Departamento del Distrito Federal a través de cuatro entidades regionalizadas cuyas funciones principales son las siguientes:

A) DESAZOLVE

La función de esta unidad es la de mantener y operar -

los conductos de la red primaria y secundaria evitando encharcamientos sobre vialidades, evitar que los pasos a desnivel - tanto vehiculares como peatonales se inunden, mantener la capacidad de conducción de cauces a cielo abierto ubicados dentro del área del Distrito Federal. Se ha regionalizado en -- cinco zonas geográficas que conjuntan las 16 delegaciones políticas y cuyas bases de operación se encuentran estratégicamente ubicados con la finalidad de atender pronta y eficientemente cualquier emergencia en conductos primarios y secundarios, así como a las diversas instalaciones y estructuras que conforman la red.

B) BOMBEO SUR

Desde el punto de vista operativo, la zona de bombeo - sur comprende los siguientes límites: Al norte, el Río de la Piedad, al sur el límite de las delegaciones Tlalpan y Xochimilco; al oriente el límite del Distrito Federal y el Estado de México; y al poniente con el interceptor poniente.

Las delegaciones ubicadas en ésta zona son: Tlalpan, Xochimilco, Coyoacán, Magdalena Contreras, Iztapalapa, Alvaro Obregón, Tláhuac, Benito Juárez, Iztacalco y Cuajimalpa.

Para drenar el área se cuenta con dos grandes sistemas, los cuales concentran y desalojan los volúmenes de aguas resisi

duales y pluviales que conducen los colectores, que descargan en el sistema Río Churubusco así como en el sistema Río de la Piedad que constituyen Bombeo Sur.

En esta zona, se localizan 22 plantas de bombeo con una capacidad conjunta de $196\text{m}^3/\text{s}$. Se cuenta con cauces importantes para el manejo de grandes volúmenes de agua, como son: Canal Nacional, Canal de Chalco, Río San Buenaventura y Canal de Miramontes.

B.1. SISTEMA CHURUBUSCO

El colector Río Churubusco, de donde toma nombre el sistema, inicia en la confluencia del colector Río Mixcoac y el Interceptor del Poniente, a la altura de la avenida Molinos, cerca del Anillo Periférico, cruza la Ciudad en dirección oriente por la Av. Río Churubusco, donde posteriormente y a la altura de la intersección de la Av. Río Churubusco y Plutarco Elías Calles, se desvía hacia el norte por la misma Av. cruzando Ignacio Zaragoza, continuando por la Calle 7 e interponiéndose en la Alameda del Oriente hasta llegar a la planta de Bombeo "Lago" para ser descargado en el Lago de Texcoco.

B.1.1. CARACTERISTICAS

De una longitud aproximada de 22.1 kilómetros, los primeros 3.1 kilómetros, se caracterizan por fuertes pendientes de terreno con diámetros de 2.13 metros y 2.44 metros, los siguientes 5 kilómetros, es una sección tipo herradura de 5.74 por 3.53 metros, otra sección de herradura de 10 kilómetros de longitud de 7.5 por 5.4 metros, más una sección de doble cajón de 4 kilómetros de longitud de 6.5 por 6.0 metros, que poseen pendientes suaves, por lo que a partir de la caja de caída cercana a los viveros de Coyoacán cerca de la planta de bombeo municipio libre tiene una pendiente promedio de 0.0024, continúa en algunos tramos a en contrapendiente debido a los hundimientos del terreno, y en el tramo final, descarga hacia el Lago de Texcoco a través de la planta de bombeo "lago". En el lago de Texcoco los escurrimientos se regulan y posteriormente se envían al Gran Canal de Desague. El Río Churubusco, en la actualidad, constituye una de las principales estructuras evacuadoras de aguas negras y pluviales, puesto que drena gran parte de la Zona Sur y Oriente de la Ciudad, (Ver croquis IV.1).

El sistema cuenta con once plantas de bombeo con las siguientes capacidades.

PLANTA DE BOMBEO	CAPACIDAD (M ³ /S)
- Churubusco	10
- Municipio libre	6
- Aculco	40
- Central de Abastos	16
- KM. 6 1/2	9
- López Mateos	4
- Ejército de Oriente	16
- Arenal	0.8
- Lago	30
- Unidad Ejército de Oriente	2.19
- Ermita Zaragoza	<u>5</u>
T o t a l	138.99

En tiempo de estiaje, el Sistema Churubusco opera eficientemente, recibiendo y conduciendo la aportación de las -- plantas de bombeo, sin embargo, en época de lluvias el funcionamiento se vuelven críticos, ya que el río debe conducir las aguas pluviales ocasionando que algunas plantas de bombeo tengan que ponerse en comunicación para determinar el gasto que debe inyectarse al río.

En lo que refiere a la planta "Aculco", por medio de - movimiento de compuertas distribuye su bombeo a la planta 2 - del Gran Canal y al Río Churubusco o a ambos lados a la vez, - (Ver croquis IV.2.).

B.2. SISTEMA VIADUCTO

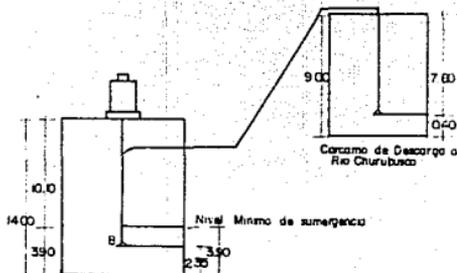
La columna vertebral de éste sistema es el colector -- Viaducto Piedad, cuya sección es un cajón de 5.03 por 3.63 metros, localizando en la Zona Central de la Ciudad; su escu---rrimiento es de Poniente a Oriente, el inicio de este colector es en Avenida San Antonio y Anillo Periférico en la colonia - Sacramento, continúa por el Viaducto Río de la Piedad hasta - descargar en el Colector Churubusco, ubicado sobre la Avenida Churubusco cerca de la Ciudad Deportiva de la Magdalena Mixu- ca, (Ver croquis IV.3.).

B.2.1. CARACTERISTICAS

Este conducto recibe los derrames del Interceptor Po-- niente y capta los colectores de Nicolás San Juan, Tonalá y - Colector 12 mediante las plantas de bombeo Nicolás San Juan y Tonalá de 3.25 y 10.0 m³/seg., de capacidad respectivamente, - cuyo gasto se incorpora al conducto. Para efectos de organi- zación, se le cedió al Sistema Viaducto nueve plantas más pa- ra que opere con mayor eficiencia, cuya infraestructura queda constituida por un total de once plantas de bombeo con las -- siguientes capacidades:

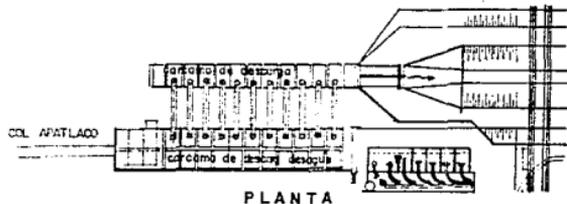
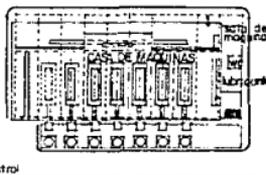


LOCALIZACION



PERFIL

CARCAMO DE SUCCION



SIMBOLOGIA

- Line de conductor
- A Arrancadores
- B Bombas
- ca Tubo de descarga
- Acceso a la planta
- T Transformador
- C Compresor
- M Motor de combustion interna
- G Generador
- V Ventilador
- TSP Transformador de servicio particular

NOMENCLATURA

- 1- Lineas de alimentacion
- 2- Interruptores
- 3- Tablero de control
- 4- Reglas y propasto
- 5- Rotor
- 6- Cajeta de reglas
- 7- Cable del bucal al tuc
- 8- Campana de succion

CARACTERISTICAS GENERALES

LOCALIZACION Av Rio Churubusco No 1285 col Aculco
 CAP. TOTAL DE BOMBEO 40 m³/seg
 No TOTAL DE BAS 11 Pags
 9 BOMBAS CON CAPACIDAD DE 4 m³/seg
 2 BOMBAS CON CAPACIDAD DE 2 m³/seg
 CAPACIDAD TOTAL DE GENERACION 11250 Kw
 6 GENERADORAS CON CALEDO DE 1875 KVA c/u
 CAPACIDAD SUBSTACION 9200 KVA
 4 TRANSFORMADORES CON CAP DE 2300 KVA c/u
 SUPERFICIE TOTAL DEL TERRENO 5117.40m²
 Esta planta por medio de movimiento de compuertas distribuye su bombeo a la planta 2 del gran canal al Rio Churubusco o a ambas todas a la vez.

P.B. ACULCO
 CROQUIS IV-2

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

PLANTAS DE BOMBEO	CAPACIDAD (M ³ /SEG.)
- Tonalá	10.0
- Nicolás San Juan	3.25
- Escuadrón 201	3.50
- Zoquipa	16.0
- Chimalpopoca	2.0
- San Antonio Periferico	2.0
- Sindicalismo	2.0
- Pegregal San Francisco	0.30
- Villa Coapa	8.0
- Tesorería	0.01
- Iztlaxihuatl	<u>11.0</u>
T o t a l	59.06

En tiempo de estiaje, el Río de la Piedad opera eficientemente conduciendo las aguas residuales que recibe de las plantas de Bombeo Tonalá y Nicolás San Juan, (Ver croquis IV.4. y IV.4a.).

El escurrimiento en este conducto, llega por gravedad hasta el Colector Churubusco, el cual conduce estas aguas hasta la planta número 2 del Sistema Gran Canal.

El Sistema Viaducto, es aliviado por el Interceptor Central del Drenaje Profundo, por medio de la lumbrera uno del drenaje semiprofundo "Obrero Mundial".

C) BOMBEO NORTE

Desde el punto de vista operativo, se considera a la zona norte, comprendida entre los siguientes límites: Al norte, el Río de los Remedios, al Sur el Río de la Piedad, al -- Oriente el límite del Distrito Federal con el Estado de México, al Poniente con el Interceptor Poniente.

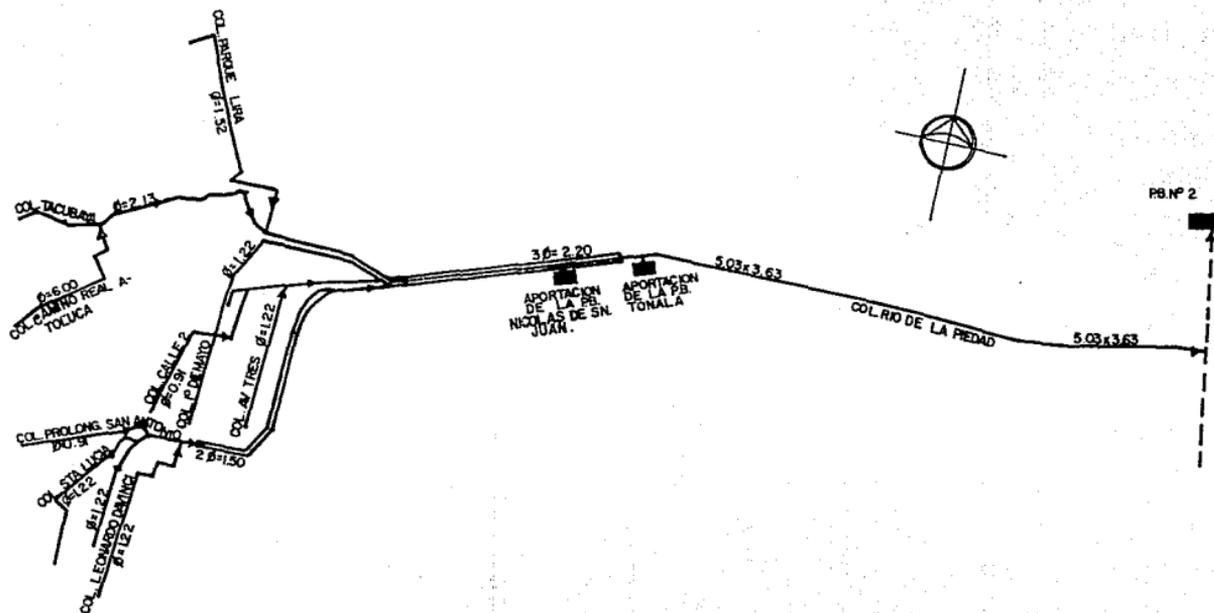
Las delegaciones políticas que se ubican en esta zona son: Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Miguel Hidalgo, Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, y parte de las delegaciones Cuajimalpa y Alvaro Obregón.

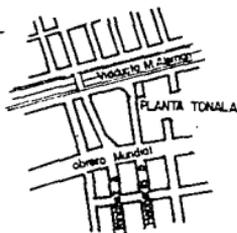
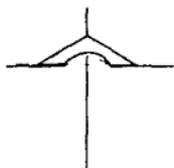
En la zona norte se localizan 25 plantas de bombeo, 2-pasos a desnivel, y 2 generadoras. La capacidad de bombeo de las plantas y pasos a desnivel es de $280 \text{ m}^3/\text{seg}$, y 908 l.p.s. respectivamente; las generadoras tienen una capacidad de 48.3 kilovolts.

Los principales cauces o conductos que se localizan en esta zona son el Gran Canal del Desague, Río Consulado, -- Río de los Remedios y los Interceptores Oriente, Central y -- Emisor Central.

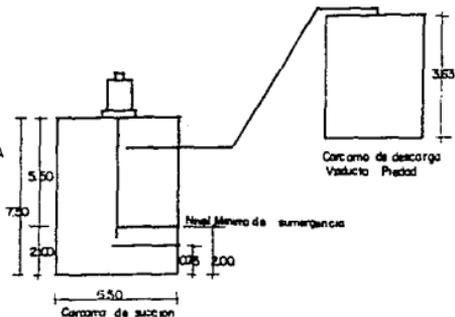
Esta unidad se encarga del cuidado y manejo de las -- instalaciones y equipos que se ubican en el Gran Canal y Río Consulado.

COLECTORES TRIBUTARIOS P.C RIO VIADUCTO PIEDAD

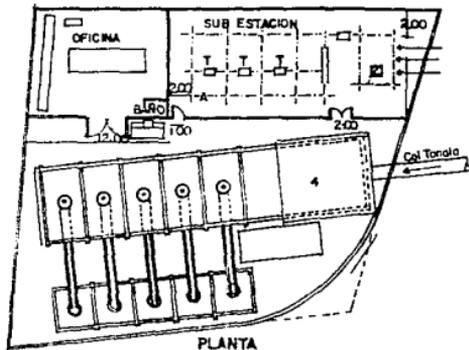




LOCALIZACION



PERFIL



PLANTA

SIMBOLOGIA

- Línea de conducción
- A Arranques
- B Bombas
- Tubos de descarga
- † Acceso a la planta
- T Transformador
- C Compresor
- M Motor de combustión int.
- G Generador
- V Ventilador

NOMENCLATURA

- Línea de alimentación
- 2- Interruptores
- 3- Tablero del control
- 4- Rejas y Polipasto
- 5- Rotor
- 6- Caseta de rejas
- 7- Cable del bazo al bu
- 8- Campana de succión

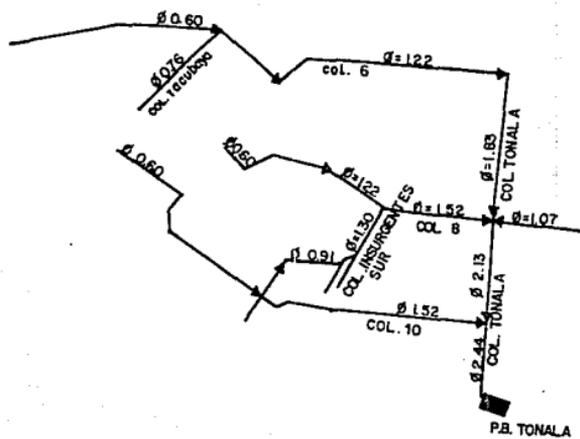
TPS Transformador de servicio particular.

LOCALIZACION: Tonala enq Viaducto M. Alemán Col. Roma sur Del. Cu.

CAPACIDAD TOTAL DE BOMBEO	10	m ³ /seg
Nº TOTAL DE EDIFICIOS	5	pisos
4 BOMBAS CON CAPACIDAD DE	2	m ³ /seg c/u
CAPACIDAD TOTAL DE GENERAC.	1483	KVA
1 GENERADORA CON CAP. DE	1483	KVA
CAP. DE SUB ESTACION	1200	KVA
3 TRANSFORMADORES CAP. DE	400	KVA c/u
SUPERFICIE TOT. DEL TERRENO	912	m ²

PB TONALA DEL SISTEMA
VIADUCTO IV-4

COLECTORES TRIBUTARIOS P.B. TONALA

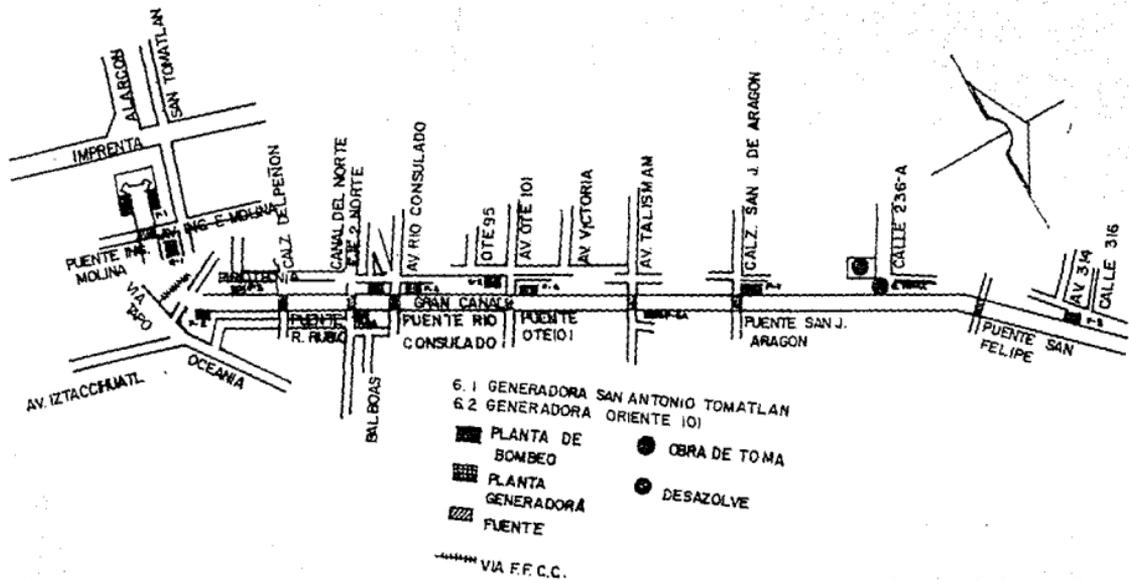


C.1. SISTEMA GRAN CANAL.

El Gran Canal del Desague, con una longitud de 47.4 -- km., que drena la parte baja de la ciudad, es el elemento estructural que se encarga de almacenar, conducir y desalojar -- la mayor parte de las aguas negras y pluviales del Distrito -- Federal. Cuenta con once plantas de bombeo con una capaci--- dad conjunta de 211,7 m³/seg. (Ver croquis IV.5., IV.5a. y -- IV.5b.), las plantas de bombeo son:

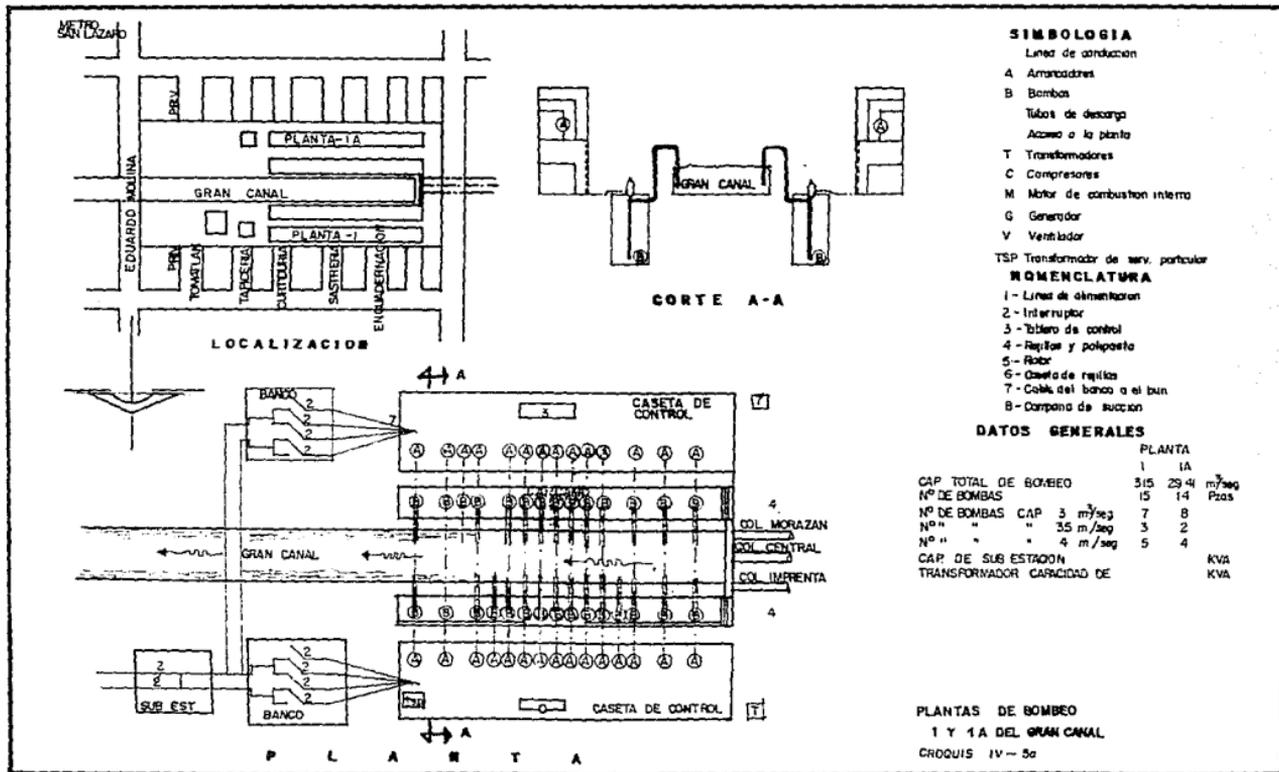
PLANTA DE BOMBEO	CAPACIDAD (m ³ /seg.).
1	31.5
1a	29.4
2	49.6
3	3.7
4a	8.0
5	9.5
5a	22.0
6	19.0
6a	12.0
7	8.0
8	<u>9.0</u>
T o t a l	211.7

El Gran Canal se localiza en las delegaciones Venustiañ no Carraza y Gustavo A. Madero. Su escurrimiento es de sur a



LOCALIZACION DEL GRAN CANAL.

CROQUIS IV 5.



norte, iniciándose aproximadamente en el cruce de las calles de Alarcón e Imprenta, continuando por las Colonias Penitenciaría, Progresista, Michoacana, Felipe Angeles, Malinche, -- Nueva Tenochtitlán, Gertrudis Sánchez y Nueva Atzacolco.

C.1.1. CARACTERISTICAS PRINCIPALES.

En el km. 6 + 985 del cauce del Gran Canal, existe una obra de toma hacia el Interceptor Oriente, que es parte del sistema de drenaje profundo; la capacidad de la obra de toma es de $100 \text{ m}^3/\text{seg.}$, con lo cual, parte del agua que se conduce al gran canal puede derivarse hacia el Interceptor Oriente. La obra de toma consiste en 3 compuertas radiales de 5.0 m. de altura por 6.0 m., de ancho, las cuales dejan pasar el agua a un cajón de 4.70 x 6.50 m., que posteriormente llega a la lumbrera 8A del Interceptor mencionado.

Además el Gran Canal cuenta con dos generadoras para el abastecimiento eléctrico de sus plantas en casos de emergencia, éstas se denominan San Antonio Tomatlán, ubicada entre San Antonio Tomatlán y Eje 1 Norte, y Generadora Oriente 101 ubicada en Eje 3 Norte y Norte 92, las cuales, ante la falta de fluido eléctrico en determinados momentos, protege y abastece de energía a las plantas de bombeo que lo requieran con el fin de evitar encharcamientos o problemas más graves en sus áreas de influencia.

El sistema Gran Canal lo constituye 47.4 km. de canal y descarga su gasto hasta los túneles de Tequisquiac.

A nivel general, la operación del sistema es mínima, dado que, toda la infraestructura tiene capacidad para almacenar las aguas negras y pluviales bombeadas por las plantas, aunque estas estén trabajando a un máximo de bombeo.

La única información a nivel de operación, son los gastos bombeados cada hora de todas las plantas, para la obra de toma del Gran Canal.

Por lo anterior, la toma de decisiones, normalmente surge cuando hay algo imprevisto o alguna emergencia, ya que la mayoría de actividades de operación están completamente definidas, pero si se justifica una supervisión estricta al funcionamiento de este sistema.

C.2. SISTEMA CONSULADO

El sistema cuenta con 14 plantas de bombeo, con una capacidad conjunta de bombeo de $61.2 \text{ m}^3/\text{s.}$, habiendo plantas que no descargan al colector Consulado, pero pertenecen al sistema. La mayoría de las aguas bombeadas, finalmente son descargadas al Gran Canal del Desague, (Ver croquis IV.6).

PLANTAS DE BOMBEO	CAPACIDAD (m ³ /s.).
- San Cosme	14.0
- Politecnico	4.0
- La raza	8.0
- Lindavista	2.0
- C.T.M.	6.5
- Santa María	3.5
- Tizoc	5.5
- Mecánicos	9.0
- Ex-penitenciaria	0.5
- Distribuidor Chapultepec	4.5
- Patronato del Maguey	1.375
- Jesus Teran	0.8
- Pinacoteca Virreyenal	0.1
- Motolinia	<u>1.4</u>
T o t a l	61.175

El Colector Consulado, tiene un sentido de escurri-
 miento de Poniente a Oriente, iniciándose aproximadamente en
 el cruce de las calles Constituyentes y General L. León, con-
 tinúa hacia el oriente por las colonias Chapultepec, Anzures,
 Santa María la Rivera, entre otras, para tomar la Av. Río Con-
 sulado, por las Colonias Tlatilco, Santa María Insurgentes, -
 Héroes de Nacozari, Peralvillo, Valle Gómez, Zapata, La Joya
 y la Malinche, para finalmente descargar en el Gran Canal de

Desague a la altura del Circuito Interior y Av. Gran Canal, - así mismo, éste colector es aliviado por el Interceptor Central del Drenaje Profundo a la altura de la lumbrera 9. La mayor parte del recorrido del colector coincide con el Circuito Interior.

C.2.1. CARACTERISTICAS

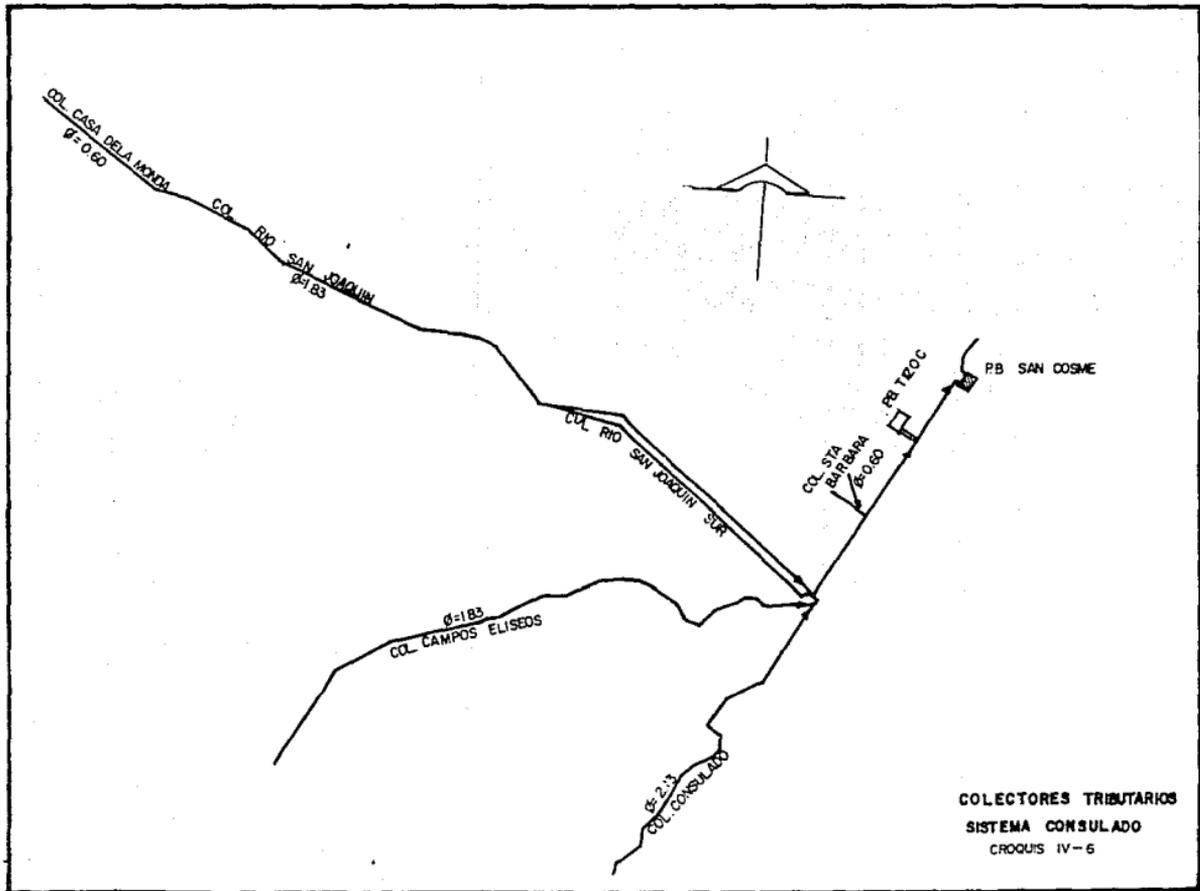
El Sistema Consulado cuenta con generadores de energía en cada planta más la generadora "Chapultepec" cuya función es abastecer de corriente eléctrica a las plantas más importantes ante una emergencia.

Todas las aguas negras que conduce este sistema lo hace a través de estructuras entubadas.

La generadora Chapultepec, se localiza entre paseo de la Reforma y Melchor Ocampo (Circuito Interior), delegación Miguel Hidalgo; proporciona una potencia de 2.3 kilovolts.

La operación en las plantas de bombeo depende del nivel de agua con el cual se trabaje para evitar inundaciones en el área de influencia respectiva.

El nivel mínimo de operación, generalmente se refiere al nivel de agua para el cual la bomba puede funcionar sin --



COLECTORES TRIBUTARIOS
SISTEMA CONSULADO
CROQUIS IV-6

producir cavitaciones, lo anterior se establece, fijando éste nivel mínimo de acuerdo al tubo de succión de la bomba que sea más corto.

Debido a la similitud de equipos, sistemas y problemática, la operación en todas las plantas es muy similar.

La toma de decisiones, normalmente surge ante un imprevisto o una emergencia, dado que la mayoría de actividades de operación, al igual que sistema de Gran Canal, están completamente definidas, así mismo la infraestructura que conforma el Sistema Consulado tiene capacidad suficiente para conducir y desalojar las aguas residuales y pluviales que entran al sistema, descargandolas en Gran Canal o derivándolas hacia el Interceptor Central a través de la Lumbrera 9.

D) DRENAJE PROFUNDO

El objetivo del sistema de Drenaje Profundo es librar a la Ciudad de una inundación catastrófica, en el supuesto de una falla en el cauce del Gran Canal, más específicamente, en los primeros 9 kilómetros de su recorrido.

Por otra parte, y con la ampliación del sistema, éste se ha convertido en uno de los componentes más importantes - del sistema de desagüe.

Por lo que respecta a operación, existen cuatro factores de primordial importancia para un funcionamiento óptimo del drenaje profundo que en general son:

1. Mantener un margen de seguridad apropiado para -- evitar desbordamientos o derrames en caso de ocurrir lluvias intensas y/o de larga duración.
2. Localización e intensidad de lluvias, esta información, producto de estimaciones no instrumentadas es proporcionada por el personal que vigila -- las instalaciones y tienen equipo de radio.
3. Los cambios bruscos de pendientes en las partes -- altas de algunos colectores, propicia derrames -- en la superficie.
4. Acumulación de sólidos que obstruyen los túneles -- en cierto grado.

D.1. INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA

Consta de varios interceptores que fluyen hacia un mismo conducto (ver croquis IV.7.), para evacuar las aguas. Por sus características de construcción y por la profundidad a -- que se encuentra, no es afectado por el hundimiento y opera -- por gravedad, por lo que es una obra durable y económica a -- largo plazo.

Actualmente el Drenaje Profundo, está compuesto por -- las estructuras que se describen a continuación, con una longitud en operación de 93 kilómetros de túneles de diferentes diámetros, al año 1991, continuando su ampliación, (ver cro--quis IV.1.).

D.1.1. EL EMISOR CENTRAL

Inicia en Cuahutepec, D.F., atravieza la autpista México Querétaro a la altura del pueblo de Cuautitlan Mex., y -- continúa paralelamente a la autopista hasta el puente de Jorobas, donde la vuelve a atravesar, ahí se dividen las cuencas del Valle de México y del Río el Salto; descarga en éste último Río a través del portal de salida y las aguas se conducen hasta la Presa Requena o al canal el Salto-Tlamaco y poste--riormente al Río Tula y a la Presa Endó, que satisface las demandas de riego de la zona. El Río Tula es influente del Río

Moctezuma y este, a su vez, del Río Pánuco, que descarga en el Golfo de México.

La función más importante del Emisor Central es conducir fuera de la cuenca del Valle de México las aguas de los Interceptores Centro-Poniente, Central y Oriente.

D.1.2. INTERCEPTOR CENTRO-CENTRO

Este Interceptor une los Interceptores Oriente y Central, se inicia en la lumbrera número 1, ubicada en la esquina de las calles Dr. Durán y Dr. J. M. Vértiz y termina en la lumbrera número 4 en Agiabampo y Francisco del Paso y Troncoso.

En el corto plazo, beneficiará a algunas colonias de la zona centro del Distrito Federal, para esto, se construyó una estructura de captación para el colector número 10 en la lumbrera 2. En el mediano plazo conducirá las aguas del Interceptor Oriente, que a su vez aliviara al Río Churubusco y al túnel semiprofundo Canal Nacional-Canal de Chalco.

D.1.3. EL INTERCEPTOR CENTRAL

Este conducto inicia desde la lumbrera número 4, en el cruce de las avenidas Dr. Vértiz y Obrero Mundial, hasta la -

lumbreira 0 (cero) del Emisor Central en el barrio de Cuautepec, en Gustavo A. Madero. Alivia al Río de la Piedad y capta los colectores Tabasco, 5 de Mayo, Héroes, Río Consulado, Cuitláhuac, Fortuna y Moyobamba. También cuenta con obras de toma en los ríos de los Remedios, Tlalnepantla, San Javier y Cuautepec; beneficia a las delegaciones Gustavo A. Madero, Azcapotzalco, Cuauhtémoc y parte de la Benito Juárez.

D.1.4. EL INTERCEPTOR ORIENTE

Principia en el kilómetro 6 + 985 del cauce del Gran Canal, donde existe una obra de toma que drena hacia el Interceptor Oriente, regulándose este gasto a través de 3 compuertas radiales de 5.0 por 6.0 m., tipo CM-C-74, cuya operación es accionada por motores eléctricos. Su sección es rectangular hasta la lumbrera 8c ubicada en la colonia Salvador Díaz Mirón y termina en la lumbrera 0 del Emisor Central en Cuautepec.

La función principal de este túnel es aliviar al Gran Canal del Desague, del cual depende gran parte del centro y norte del Distrito Federal, así mismo cuenta con una obra de captación en la lumbrera 13 para desfogar la laguna de regulación "El Arbolillo", con lo que se beneficia una parte de la Delegación Gustavo A. Madero, en el área del barrio de Cuautepec.

D.1.5. EL INTERCEPTOR CENTRO-PONIENTE

Se inicia en la lumbrera 14 del Interceptor del Poniente, cerca del museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad, en la segunda sección del Bosque de Chapultepec y termina en la lumbrera 1 del Emisor Central, en el cerro del Tenayo. Posee estructuras de captación en 5 lumbreras, que captan a los colectores Rubén Darío, Río San Joaquín, Refinería Trujillo, Salomón Lerdo de Tejada y al colector 15 y benefician a gran parte de las delegaciones Miguel Hidalgo y Azcapotzalco. Además alivia al Interceptor del Poniente a través de la lumbrera 14.

D.1.6. INTERCEPTOR ORIENTE-SUR

Actualmente en proyecto, iniciará en la lumbrera 1 ubicada en Ex-Hacienda San Nicolás y Av. de las Torres, Colonia Iztapalapa, para hacer concluir en una primera etapa en la lumbrera 4, en Francisco del Paso y Troncoso esquina Calzada Zaragoza. Su finalidad será captar los escurrimientos residuales y pluviales de gran parte de la delegación Iztapalapa. En una segunda etapa, este Interceptor se interconectará con el Interceptor del Oriente-Oriente. Contará con once estructuras de captación, que beneficiará además a las delegaciones Iztacalco y Venustiano Carranza.

D.1.7. INTERCEPTOR ORIENTE-ORIENTE

Su trazo se inicia en la esquina norponiente de la laguna de regulación "El Salado", ubicada en el cruce de las -- avenidas Texcoco y Kennedy, para concluir en la lumbrera 6 -- del Interceptor Oriente-Sur en la esquina de Canal de San -- Juan e Ignacio Zaragoza.

Por medio de 4 lumbreras captará los colectores que -- drenan la zona nor-oriental de la delegación Iztapalapa, la laguna de regulación "El Salado" que a su vez recibe la aportación de los colectores Kennedy y Zaragoza norte, y los colectores Las Torres, Santa Martha, Ejercito de Oriente, entre -- otros.

D.1.8. INTERCEPTOR PONIENTE Y SISTEMA DE PRESAS DE REGULACION DEL PONIENTE

El interceptor Poniente, se inicia en el Jardín del Ar te de San Angel y vá hacia el norte con un trazo semiparalelo al Periférico, en su recorrido descarga en el Río Hondo, Vaso del Cristo, Río Cuautitlán, y laguna de Zumpango, donde parte se deriva al Interceptor Central o al Gran Canal del Desague., el inicio de operación de este Interceptor fué en el año de -- 1960, con la finalidad de captar los escurrimientos de la zona poniente de la ciudad.

La parte alta del Interceptor consiste en una tuberfa de 4.0 m., de diámetro con una pendiente de 0.0005, y una longitud de 16 kilómetros con una capacidad de conducción de - - 25 m³/seg., este Interceptor capta los principales escurrimientos del poniente de la ciudad; en su trayectoria se le incorporan los ríos Magdalena, San Angel y Barranca del Muerto.

A partir del Río Mixcoac, existe un sistema interconectado de regulación compuesto por las presas Mixcoac, Becerra a, Becerra b, Becerra c, Tacubaya, Dolores, Tecamachalco, San Joaquín y el Tornillo.

Respector a la parte baja, a partir del Vaso del Cristo hasta el kilómetro 12 + 300 está formado por un conducto circular con capacidad de 80 m³/seg. A partir del kilómetro 12 + 300 continúa una sección abierta formada por tres tramos distintos. El primero con 23.5 kilómetros y pendiente media de 0.002, el segundo de 5.5 kilómetros con pendiente de 0.0008 y finalmente al entrar al tajo de Nochistongo la pendiente se incrementa a 0.0013.

Este interceptor cuenta con estructuras especiales tales como la estructura de descarga del río Tlalnepantla y del río San Javier, así como la obra de salida al Tajo de Nochistongo y obras de captación.

D.2. COLECTOR SEMIPROFUNDO

D.2.1. COLECTOR SEMIPROFUNDO CANAL NACIONAL-CANAL DE - CHALCO

Con 5.9., km., de longitud y un diámetro de 3.10 m., - este colector actualmente en construcción, desfogará a la laguna de regulación "Ciénega Grande". Su caudal será conducido hacia el Interceptor Oriente o al Río Churubusco mediante la planta de Bombeo Miramontes. Con esta obra se beneficiará principalmente a los habitantes de las Delegaciones Coyoacán, Iztapalapa y una parte de la Delegación Xochimilco.

D.2.2. COLECTOR SEMIPROFUNDO IZTAPALAPA

Tiene una longitud de 5.5 km., ya construido, capta -- gran parte de las aguas residuales y pluviales de la Delegación Iztapalapa y las conduce hasta la planta de Bombeo Central de Abasto II, que las incorpora al río Churubusco. También recibe los desfuegos de las lagunas mayor y menor de Iztapalapa, que benefician la parte noroeste de Iztapalapa.

D.2.3. COLECTOR SEMIPROFUNDO OBRERO MUNDIAL

Tiene una longitud de 800 m., diámetro de 3.20 m., ya construido, cuenta con dos lumbreras; su trazo es paralelo al río de la Piedad, capta a este último en la lumbrera 2 por me

dio del colector Xochimilco, y así mismo captara los escurrimientos de la Zona Poniente de la Delegación Benito Juárez a través del colector Pestalozzi, para descargarlos posteriormente en la lumbrera 4 del Interceptor Central.

D.3. OPERACION

En general, durante la fase de mantenimiento, que es época de estiaje, las compuertas de las Obras de Captación permanecen cerradas, y en época de lluvias totalmente abiertas, esto es, el Drenaje Profundo solamente opera en época pluvial para que en época de estiaje se le de el mantenimiento preventivo y correctivo necesario tal como revisión de mecanismos, compuertas y fundamentalmente se inspeccionan interiormente los túneles para evaluar el nivel de azolvamiento - posibles filtraciones e incluso detectar fallas estructurales que pudieron colapsar el sistema, y proceder a su reparación.

ESTRUCTURAS DE CAPTACION DE LAS AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES

Para lograr el desalojo de las aguas residuales y pluviales son necesarias estructuras que permitan conducir y controlar los caudales generados desde la red secundaria y primaria, colector de alivio, cajas de control, cámaras en espiral cimacios, lumbreras odosadas y vertederos.

DRENAJE PROFUNDO

Y

SEMIPROFUNDO

OBRA TERMINADA

OBRA	LONGITUD (KM)	DIAMETRO (M)	CAPACIDAD (M ³ /S)	PENDIENTE (M/KM)	PROFUNDIDAD (M)	
					MINIMA	MAXIMA
EMISOR	50	6.50	220	2	48	217
INTERCEPTOR CENTRAL	16	5	90	0.5	22	41
INTERCEPTOR CENTRO - CENTRO	3.7	5	90	0.2	25	26
INTERCEPTOR ORIENTE	15	5	85	0.5	37	55
INTERCEPTOR CENTRO - PONIENTE	16.5	4	40	1.3	22	51
COLECTOR SEMIPROFUNDO IZTAPALAPA	5.5	3.20	20	0.0	11.5	15.5
COLECTOR SEMIPROFUNDO OBRERO MUNDIAL	0.8	3.20	20	1.5	10	16
COLECTOR SEMIPROFUNDO CANAL NACIONAL CANAL CHALCO	3.2	3.10	20	0.15	15	17

TABLA IV.1

D.4. ACCIONES EN PROCESO Y A CORTO PLAZO

El Interceptor Oriente en su tramo sur, con una longitud de 4.8 km., y diámetro de 5.0 m., será construido a corto plazo desde la confluencia con el Interceptor Centro-Centro - hasta la lumbrera 1 en el Río Churubusco, contando con cuatro lumbreras y tres captaciones de los Colectores Plutarco Elías Calles, Apatlaco y Río Churubusco.

El Interceptor Oriente-Sur, con una longitud de 14 kms. y un diámetro de 5.0 m., se inicia en la Av. de las Torres y Canal de Garay y continua hacia el Norte por las avenidas - Luis M. y Canal de San Juan, hasta la avenida Ignacio Zaragoza, por donde continua para beneficiar a gran parte de las Delegaciones Iztapalapa e Iztacalco. Este conducto será evacuado en una primera etapa, mediante una planta de Bombeo hacia el Río Churubusco y posteriormente se incorporará al Interceptor Oriente .

En relación a la construcción de Túneles Semiprofundos se continúa la excavación del colector semiprofundo Canal Nacional, Canal de Chalco, en el tramo comprendido entre Río Churubusco y Canal de Chalco con un diámetro de 3.10 m. Este conducto beneficiará en forma directa a parte de las Delegaciones Coyoacán, Tlalpan, Iztapalapa, Xochimilco y Tlahuac,

D.5. ACCIONES A LARGO PLAZO

Para incrementar la capacidad del sistema de drenaje de la ciudad será necesaria la realización de otras obras como el Interceptor Oriente en su tramo norte, desde el Interceptor Centro-Centro hasta la lumbrera 8 C, del Interceptor Oriente donde descarga la obra de toma del Gran Canal del Desague. Con este conducto se dará flexibilidad al manejo de las aguas que conducen este túnel. Una vez terminado su longitud será de 9 kilómetros y su diámetro de 5 metros.

Por otra parte, se construirá el Interceptor Oriente-Oriente, que beneficiará principalmente a la delegación Izta-palapa y al Estado de México.

Así mismo se contempla la construcción de un interceptor paralelo al Poniente, que ayudará al actual para servir como parteaguas entre esa zona y la parte plana del Distrito Federal.

Se construirá el Túnel Semiprofundo Indios Verdes, de más de 2 kilómetros y medio, que mejorará el drenaje de una zona de la delegación Gustavo A. Madero; el Túnel Semiprofundo Anzaldo-San Buenaventura, que beneficiará la zona sur-poniente de la capital e intercomunicará las cuencas del río Magdalena y Eslava con el río San Buenaventura, con longitud

aproximada de 13 kilómetros y 5 metros de diámetro; la prolongación del Semiprofundo Canal Nacional-Canal de Chalco hasta la laguna de regulación de Tláhuac, en proyecto, con una longitud de 6 kilómetros; el Semiprofundo Cuauhtepac, de casi 2 - kilómetros, para captar a los ríos Cuauhtepac y Temoluc, al norte de la Ciudad, y un túnel semiprofundo con trazo paralelo al Gran Canal del Desague, de 9 kilómetros y con 5 metros de diámetro. Este descargará al Gran Canal mediante una planta de bombeo en la confluencia con el río de los Remedios.

El colector semiprofundo Revolución Guillermo Prieto - tendrá una longitud de 7 kilómetros y aliviará el sistema de canales de la zona centro de Tláhuac, el cual desembocará su caudal en la Planta de Bombeo de San Lorenzo Tezonco.

Con esta obra se beneficiará al 80 por ciento de los habitantes de la Delegación Tláhuac, principalmente en las colonias: Agrícola Metropolitana, Del Mar, La Conchita, La Nopalera, Miguel Hidalgo y La Turba.

7.5 kilómetros será la longitud del túnel semiprofundo Ermita Iztapalapa, que descargará su caudal en la lumbrera 2 del Interceptor Oriente Sur. Además aliviará el caudal de los colectores: Pozos, Justo Sierra I y II, Cañas Quetzalcóatl, Paraje San Juan y el Luis Manuel Rojas. El beneficio será para el 40 por ciento de la Delegación Iztapalapa.

Con una longitud de 3 km., el colector Renovación construido con métodos tradicionales, aliviará a los colectores: Quetzalcóatl, Cañas, Justo Sierra I, Iztapalapa II, Las Torres. El 30% de los habitantes de la Delegación Iztapalapa obtendrá el beneficio de esta obra.

Además se ampliará el interceptor Central desde la lumbrera 4a. hasta la 0, con una longitud de 6 kilómetros y diámetro de 5 metros, aliviando parte de la zona sur del Distrito Federal.

Cuando esté en operación toda la infraestructura mencionada, será necesario construir un nuevo emisor paralelo al actual y con características similares y un tercer túnel en Tequisquiác, que ayudará al desalojo de las aguas del gran Canal del Desague.

Estas nuevas obras harán cada vez más compleja la operación del Sistema de Drenaje Profundo, requiriendo más plantas de bombeo, lagunas de regulación, colectores semiprofundos, red primaria, infraestructura complementaria y sistemas de control de crecimiento de la mancha urbana en zonas de alta permeabilidad, evitando el incremento de los volúmenes de escurrimiento. Así se podrá asegurar la eficiencia futura del Sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México.

IV.6. SISTEMA DE INFORMACION

IV.6.1. MEDICION DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE

La medición oportuna y adecuada de los Fenómenos Meteorológicos que afecta la operación del Sistema de Drenaje, es necesaria para que, por una parte, se tomen decisiones adecuadas de Operación, y por otra, se disponga de información para mejorar y ampliar el sistema, asimismo, la medición de caudales en el sistema es necesaria para monitorear las condiciones de Operación y detectar posibles fallas como líneas azoladas, fracturadas o colocadas, impactos en cuerpos receptores por las descargas, cambios en los parámetros de Operación y de Diseño, etc.

IV.6.2. LLUVIAS

Actualmente, en época de lluvia, personal calificado realiza Patrullajes en toda la Ciudad con Vehículos dotados con equipo de Radiocomunicación, con el objeto de detectar y reportar las diferentes intensidades de lluvias que caen sobre la ciudad con el objeto de prever problemas de inundación, así mismo, en diferentes instalaciones y por toda la ciudad se encuentra instalado Equipos Pluviométricos, los cuales permiten obtener una gráfica con una exactitud de 0.25 mm., de lluvia y una aproximación de 5 minutos.

La obtención y proceso de información Meteorológicas - (SARH), y pluviométrica (D.G.C.O.H.), es una actividad fundamental, ya que se requiere del conocimiento oportuno de la situación en todos los puntos del sistema de Drenaje para tomar decisiones adecuadas.

IV.7. DESCRIPCION DE OPERACION EN PLANTAS DE BOMBEO

El agua, antes de llegar al cárcamo de bombeo, es cribada por un sistema de rejillas que impide el paso de sólidos mayores de 20 centímetros. Este sistema está compuesto de -- dos secciones paralelas de rejillas, las primeras realizan la acción principal de cribado, mientras que la segunda es de -- apoyo, en especial cuando la rejilla de la segunda sección es elevada para su limpieza.

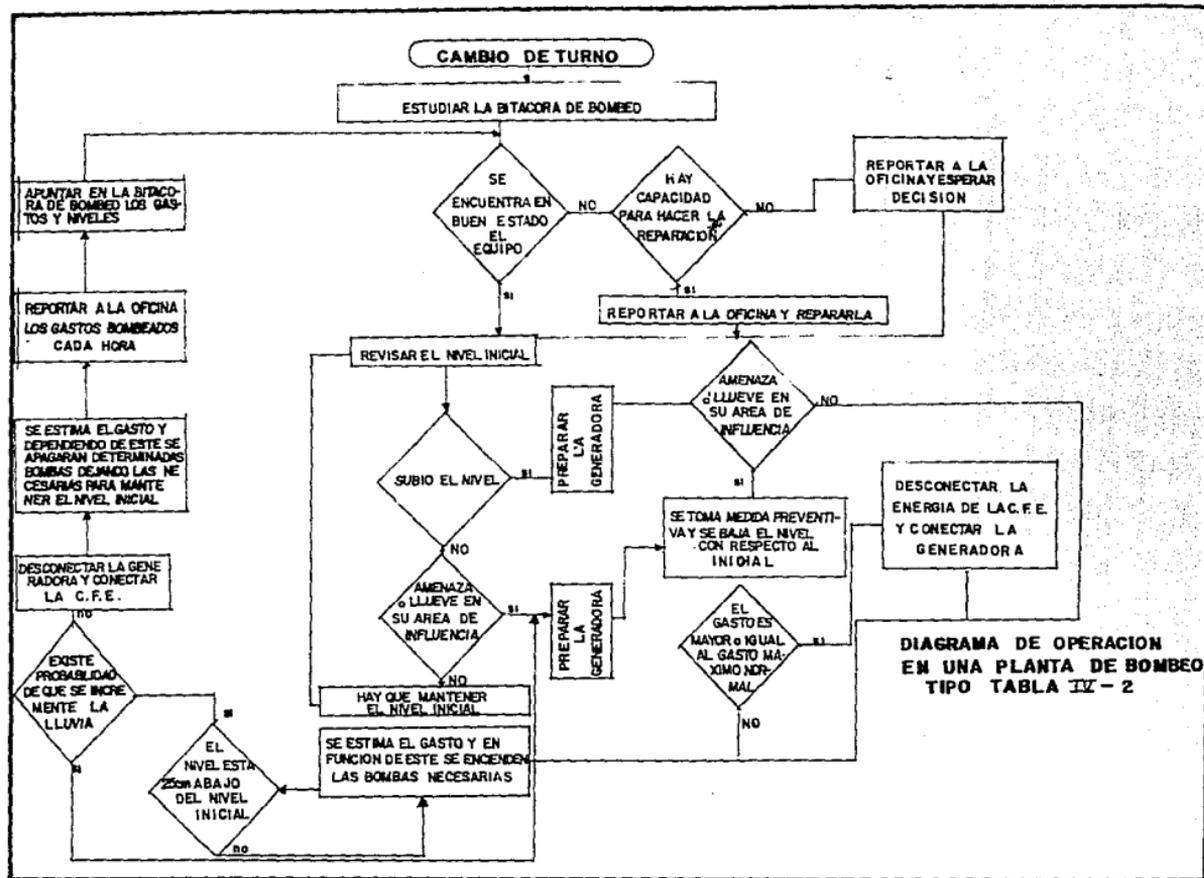
Estas rejillas son operadas con mecanismos elevadores de acción eléctrica. El cárcamo de bombeo tiene instalado un indicador de nivel el cual es utilizado por el operador de la planta para accionar las bombas de acuerdo con un plan de ope-- ración preestablecido, (ver tabla IV.2).

Con el fin de lograr que las bombas sean utilizadas -- uniformemente y evitar así que unas trabajen continuamente -- mientras que otras no se utilicen, el operador de la planta -- lleva un registro de tiempos de funcionamiento, en el cual se

basa para ir alternando la operación del equipo. En la planta se recibe también información sobre detección de lluvias, la que se utiliza en combinación con el conocimiento de las zonas tributarias que corresponden a la planta para decidir estrategias especiales de operación en caso de lluvias intensas o de larga duración. En general, una vez establecido el gasto por bombear y el nivel de Operación, el operador decide cuantas y cuales bombas pone a funcionar, tomando en cuenta el nivel mínimo de operación de cada una de ellas, la bitácora de tiempos y las bombas en reparación.

Existen dos controladores de la operación, el de la subestación de abastecimiento de la corriente eléctrica y el que se encarga de operar las bombas siguiendo como instrucción el operar dependiendo del nivel de agua que tenga, en caso de que se cuente con regleta de lectura de nivel y en época de estiaje, se sigue como criterio que a cada 25 centímetros que suba o baje el nivel de agua se encienda o apague respectivamente el bombeo, en lluvias es de acuerdo al nivel de agua en el cárcamo.

Existen tolerancias y medidas preventivas, las cuales dependerán de la temporada; si es estiaje, el nivel se puede mantener a 25 centímetros sobre el nivel cero, y en lluvias, se prevee teniendo el nivel de agua hasta 35 centímetros como máximo abajo del nivel cero, porque si baja mas el nivel, la campana de la bomba tomaría aire y ocasionaría problemas de cavitación en los impulsores.



CAPITULO V

PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RECARGA ARTIFICIAL DE ACUIFEROS

V.1. PROCESO DE LODOS ACTIVADOS

La demanda de agua en el Distrito Federal, durante las últimas décadas se ha incrementado de tal manera que resulta necesario establecer ciertos planes para optimizar su manejo, distribución y aprovechamiento; entre ellos se encuentra el enfocado al tratamiento y rehúso de las aguas residuales generadas en la Ciudad de México, cuyo objetivo principal es rescatar volúmenes apreciables de aguas de primer uso sustituyéndolas por aguas residuales tratadas en aplicaciones tales como el riego de áreas verdes, llenado de lagos recreativos, suministros a industrias, recarga del acuífero y a largo plazo para consumo humano.

Para lograr estas metas se ha previsto la ejecución en forma progresiva, de acciones definidas y concretas que permitirán optimizar el aprovechamiento de las aguas residuales, entre estas acciones se tiene el programa de optimización del sistema de tratamiento y rehúso de aguas residuales, cuya primera fase involucra la rehabilitación física del sistema y el mejoramiento de las políticas y técnicas de operación usadas en la actualidad.

Para la Ciudad de México es válido definir como aguas residuales al conjunto de descargas líquidas introducidas al sistema de drenaje y que pueden provenir tanto de las precipitaciones pluviales, como de las aguas de abastecimiento que tras de haber sido utilizadas en casas habitación, comercios, industrias o servicios públicos, perdiendo así sus características que las hacían potables, que tiene como consecuencia -- que su tratamiento se vuelve más complejo, para facilitar su comprensión se ha agrupado, en los siguientes niveles de tratamiento:

- a) Tratamiento Preliminar.
- b) Tratamiento Primario.
- c) Tratamiento Secundario.
- d) Tratamiento Avanzado.

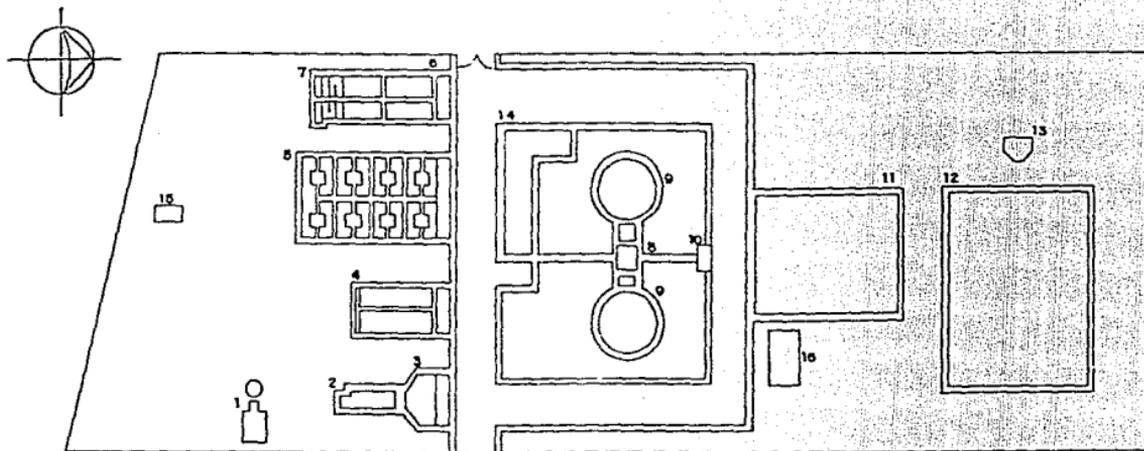
V.1.1. DEGRADACION DE LA MATERIA ORGANICA

El proposito de aplicar a las aguas residuales niveles de tratamiento secundarios es remover, principalmente, la mayor cantidad posible de materia orgánica la cual es utilizada por ciertos microorganismos como alimento y así poder desarrollar su ciclo de vida. Dicha materia, constituida por compuestos organicos complejos, es transformada a bióxido de carbono y agua como productos finales de las reacciones bioquímicas que tienen lugar.

Esto es el principio básico de lodos activados ya que al poner en contacto una cantidad de microorganismos adaptados a este propósito (biomasa), con agua residual, en presencia de oxígeno y nutrientes en cantidades adecuadas la materia orgánica y muchos compuestos son transformados a otros -- más simples con lo que las aguas se depuran parcialmente.

De tal forma, se puede decir que el mecanismo de depuración de las aguas residuales mediante el proceso de lodos - activados consiste en la biodegradación de una parte de la - materia orgánica contenida en ellas, realizada por microorganismos que se han adaptado a utilizarla como alimento y produciendo, a partir de ella compuestos estables.

Como puede comprenderse, una planta de tratamiento de aguas residuales no se compone solamente de los tanques donde se lleva a cabo el proceso sino que también influyen las instalaciones del edificio central, laboratorio de control, talleres, almacén, subestación, etc., además de los equipos, -- dispositivos y aditamentos necesarios para el suministro de - - energía bombeo, medición y control para facilitar la descripción de todos estos componentes se ha dividido en seis clasificaciones generales y una séptima que engloba a todos aquellos equipos cuya relación con el proceso es indirecta, a continuación se hace una breve descripción de su funcionamiento, y algunas de sus características principales. Ver fig. 3.2.



- 1- OBRA DE TOMA
- 2- DESMENUZADOR Y DESARENADOR
- 3- CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS CRUDAS
- 4- SEDIMENTADOR PRIMARIO
- 5- TANQUE AERADOR
- 6- SEDIMENTADOR SECUNDARIO
- 7- TANQUE DE CONTACTO DE CLORO
- 8- SALA DE BOMBEO
- 9- DIGESTORES DE LODO
- 10- CENTRIFUGA

- 11- LECHOS DE SECADO DE LODOS
- 12- TANQUE DE ALMACENAMIENTO
- 13- CARCAMO DE BOMBEO DE AGUA TRATADA
- 14- EDIFICIO CENTRAL (oficinas, laboratorio, sala de control, galeria de retroalimentación de agua, sala de electricidad y almacenaje)
- 15- SUBESTACION ELECTRICA
- 16- BODEGA

PLANTA GENERAL

FIG. 3.2

V.2. ALIMENTACION Y CONDUCCION DE AGUA CRUDA

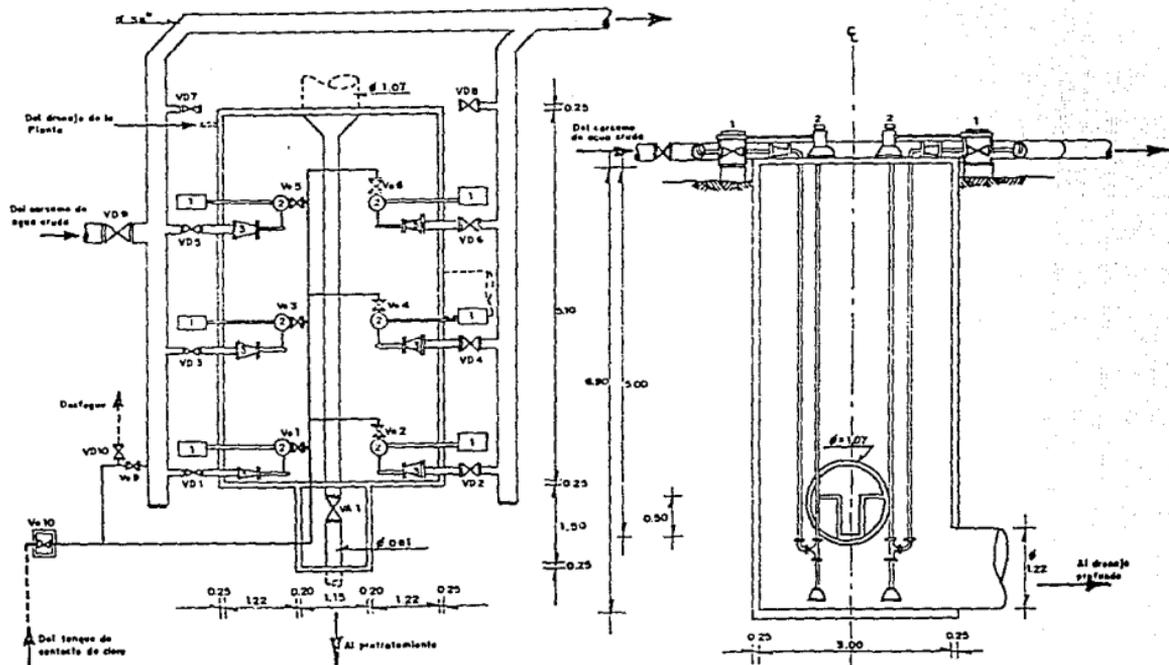
El influente a la planta llega por gravedad directamente a la obra de toma y es controlado por medio de una válvula de compuerta. La obra de toma consta de un cajón de concreto en el fondo del cual se aloja una canal que esta conectado al colector de llegada mediante una transición de sección circular a sección rectangular. Dicho canal tiene como función, - permitir el desborde del caudal excedente por sus costados.

El agua recorre dicho canal y al final de este se comunica con una tubería de asbesto cemento, que la conduce al -- tratamiento preliminar. El control del gasto se realiza por medio de una válvula que se localiza en el fondo del registro adyacente a la obra de toma. Ver fig. 3.4.

En la misma obra de toma existen cuatro equipos de combustión interna y dos electricas, cuya finalidad es vaciar el tanque cuando el tirante del agua rebasa el límite máximo permisible.

V.3. TRATAMIENTO PRELIMINAR

El propósito del tratamiento preliminar consiste en separar de las aguas negras, los sólidos grandes y arenas que -



NOMENCLATURA:

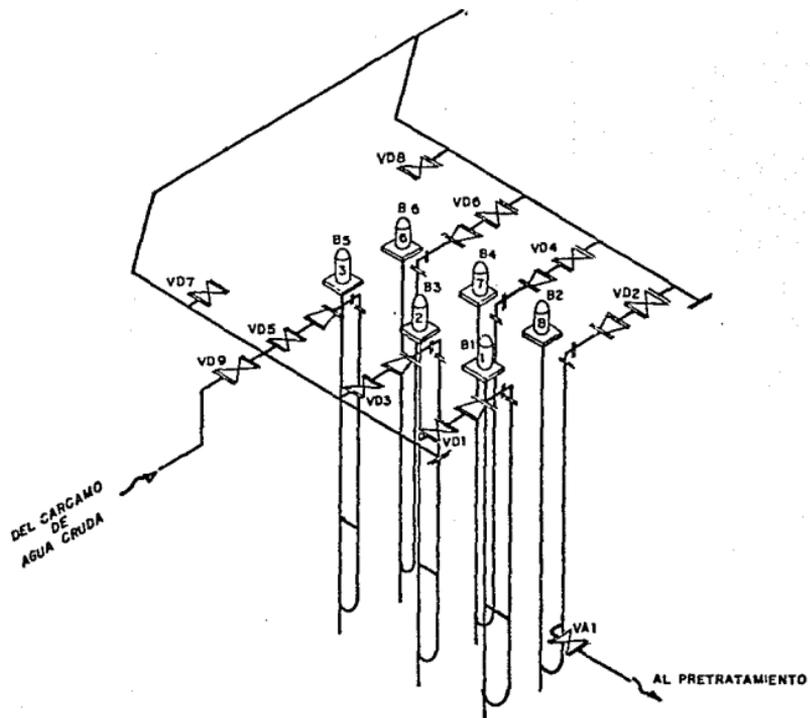
- 1- Motor diesel
- 2- Bomba Vertical
- 3- Reducción de fa. fo.

PLANTA

PERFIL

OBRA DE TOMA

FIG. 3.4



OBRA DE TOMA
FIG. 3.6

podieran obstruir o dañar los equipos de bombeo o afectar de alguna manera el tren de tratamiento.

Este tratamiento consta de un canal abierto, una rejilla cuya inclinación con respecto al piso es de 45° con separación entre barras de 3 cm, un equipo de trituración y dos canales desarenadores.

El agua proveniente de la obra de toma es descargada al canal abierto y el flujo pasa a través de las rejillas con el objeto de retener los sólidos de mayores dimensiones, la inclinación de las rejillas es para facilitar su limpieza y evitar pérdidas de carga por obstrucción. Posterior a esta operación el agua llega al triturador el cual trabaja con la acción combinada de un perno dentado y un cilindro, siendo su función la de triturar los sólidos que no fueron retenidos en las rejillas.

Una vez triturados estos sólidos son incorporados nuevamente al proceso para la eliminación de arenas, se tienen dos desarenadores cuyo funcionamiento es alternado, a fin de facilitar su limpieza periódica. Al aumentar la sección transversal del canal correspondiente, la velocidad del agua disminuye hasta un valor máximo de 30 cm/seg, lo que permite que las arenas y material triturado sedimenten por gravedad.

Al final del desarenador, hay una convergencia de los dos canales hacia un medidor tipo Parshall donde se puede medir el valor del gasto. Finalmente el agua es conducida al cárcamo de bombeo de agua cruda. Ver fig. 3.7

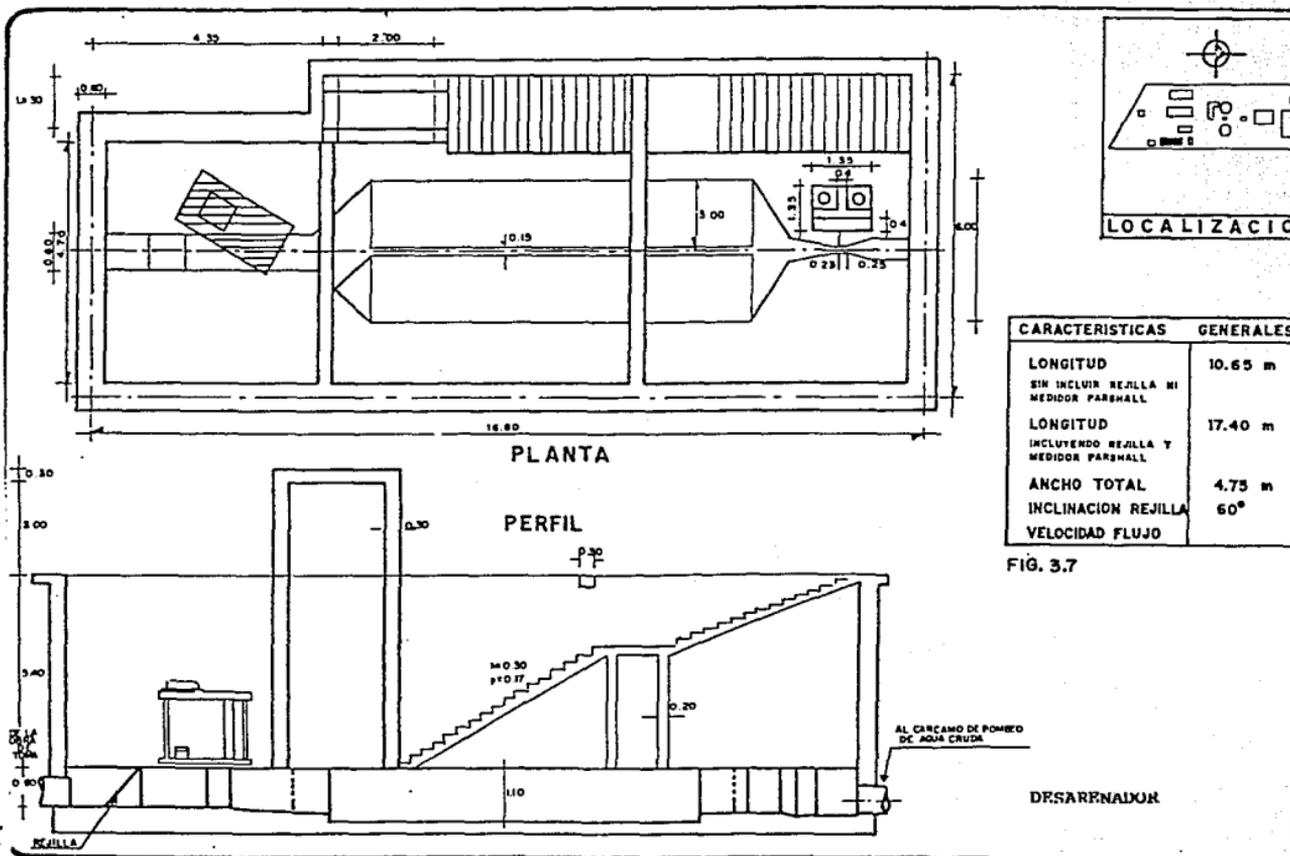
V.4 CARCAMO DE BOMBEO DE AGUA CRUDA

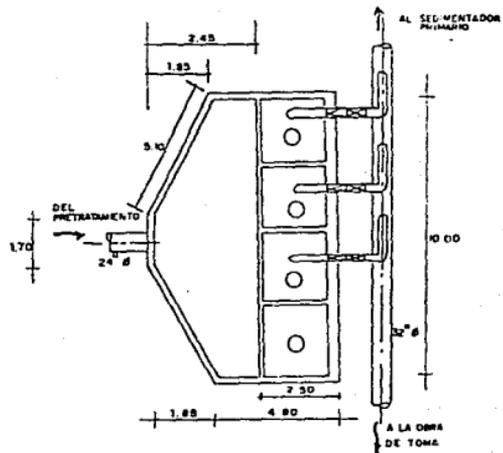
El propósito de este cárcamo es almacenar y enviar el agua proveniente del tratamiento preliminar, hacia el tanque de sedimentación primaria, por medio de bombeo y a través de un múltiple el cual puede enviar el agua directamente al tanque de contacto de cloro, o bien regresarla a la obra de toma en el caso que se requiera dar mantenimiento a algún equipo que integra la planta. Ver fig. 3.9 y 3.11

V.5. TRATAMIENTO PRIMARIO

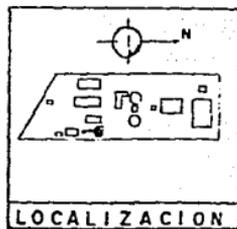
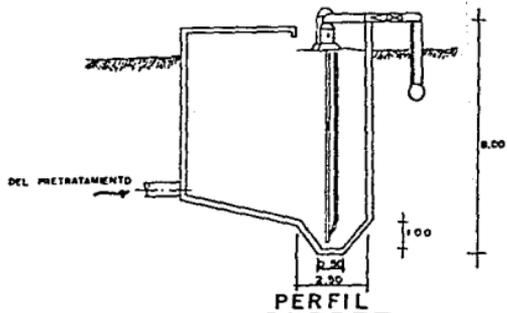
Su propósito, es superar o eliminar la mayor cantidad de sólidos en suspensión, así como grasas y aceites. Esto se logra reduciendo la velocidad del agua a la entrada del tanque de sedimentación primaria mediante una pantalla deflectora y dando al tiempo de retención necesaria para que los sólidos suspendidos sedimenten por gravedad.

El tratamiento primario consta de un tanque de sedimentación de forma rectangular, dividido en dos módulos con ali-

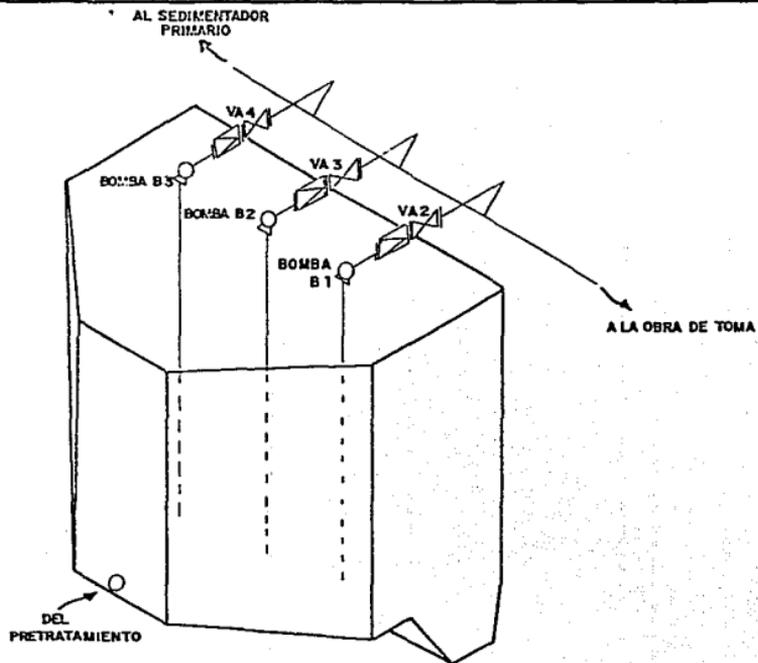




PLANTA



CARCAMO DE AGUAS NEGRAS
FIG. 3-9



CARCAMO DE BOMBEO DE AGUA
CRUDA
FIG. 3.11

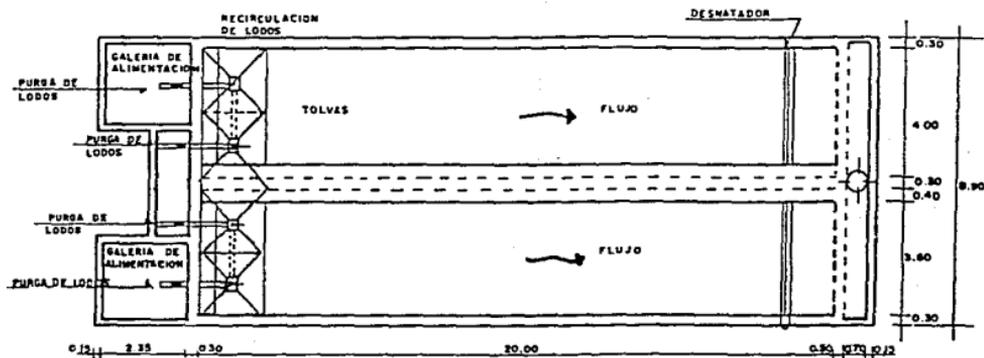
mentación independiente, flujo horizontal y remoción mecánica de lodos, pero con vertedero y canaleta de recolección de - - efluente común.

La recolección de los lodos sedimentados y la eliminación de natas se realiza mediante el movimiento horizontal de un sistema de rastras, accionadas por un interruptor, circulan lenta y parcialmente sumergidas en la superficie, de tal manera que arrastran las natas, grasas y sólidos flotantes, - hasta la canaleta que la conducirá posteriormente al drenaje. De igual forma, las rastras que están pasando por el fondo -- del tanque, arrastran los lodos sedimentados hacia las cuatro tolvas que se localizan debajo de los tubos de alimentación - y de ahí son conducidos al drenaje por medio de las cuatro -- válvulas correspondientes.

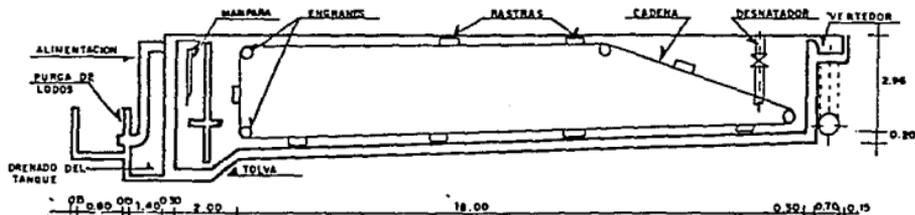
El efluente del sedimentador primario, pasa por gravedad al tanque de aeración. Ver fig. 3.12 y 3.14.

V.6. TRATAMIENTO SECUNDARIO

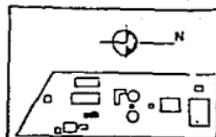
Su propósito es proveer los requerimientos de oxígeno, nutrientes, mezclado y otras condiciones ambientales más para que los microorganismos existentes en el agua degraden la materia orgánica en ella contenida y posteriormente efectuar la separación de los lodos activados del licor mezclado, produ--



PLANTA



PERFIL



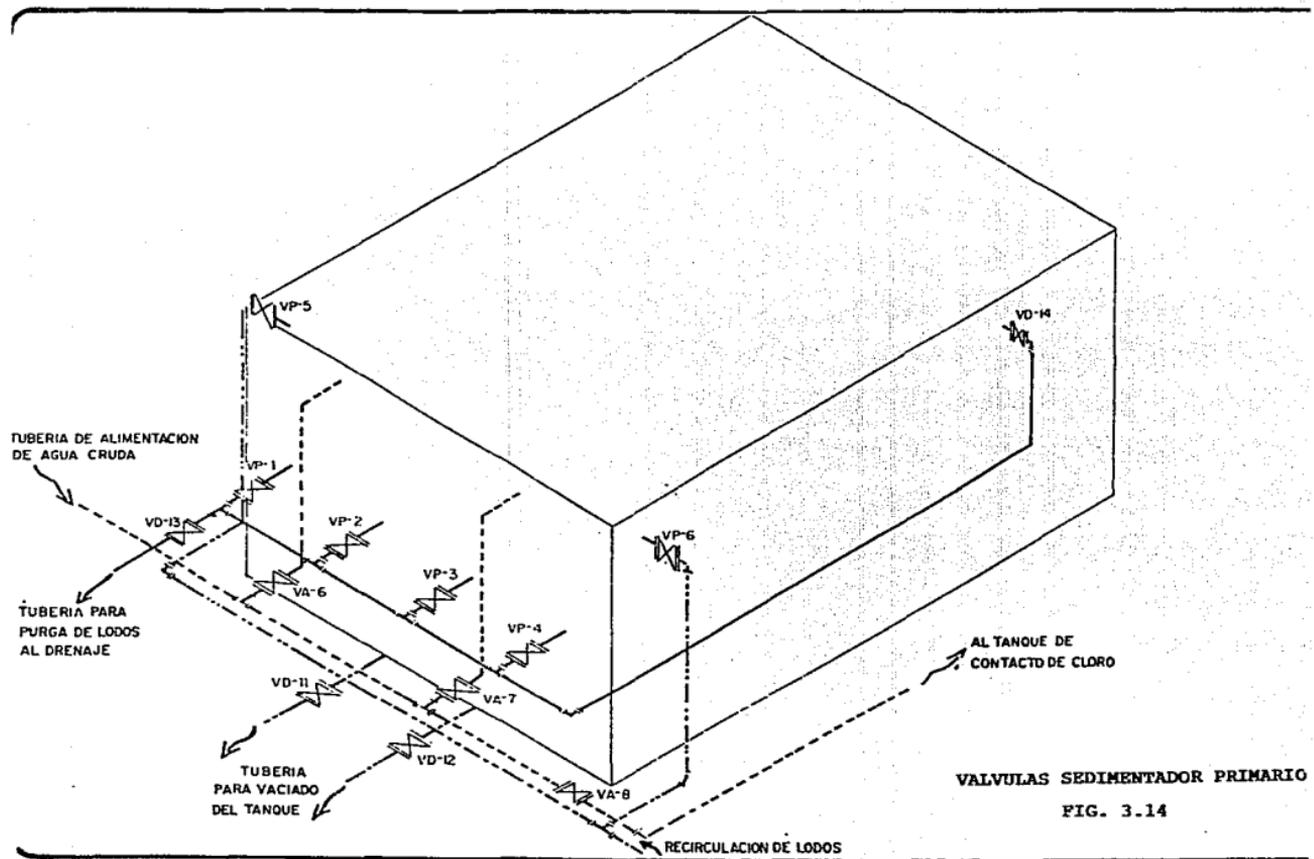
LOCALIZACION

CARACTERISTICAS GENERALES

Volumen Total	416.0 m ³
Longitud de vertedores	8.0 m
Carga superficial *	43.2 m ³ /m ² /c
Carga en vertedores *	864.0 m ³ /m/d
Tiempo de retención *	1.44 hr.
* para un gasto de 80 lps.	

SEDIMENTADOR PRIMARIO

FIG. 3.12



VALVULAS SEDIMENTADOR PRIMARIO
FIG. 3.14

ciendo un efluente clarificado, para ello se dispone de cuatro equipos principales: sistema de aeración, aspersión para rompimiento de espuma, tanque de sedimentación secundaria y sistema de recirculación de lodos por bombeo.

V.6.1. SISTEMA DE AERACION

Consta de un tanque de forma rectangular dividido en dos módulos comunicados entre sí por medio de dos accesos - - practicados en el muro divisorio en un extremo del tanque, de tal forma que el licor mezclado recorre el módulo No. 1 y se transfiere al módulo No. 2, para fluir en él hasta una canal~~e~~ta de recolección que lo conduce hasta la tubería que descarga en el tanque de sedimentación secundaria.

Su función es la de proporcionar el oxígeno requerido y mantener en suspensión el licor mezclado en todo el volumen del tanque.

V.6.2. SISTEMA DE ROMPIMIENTO DE ESPUMA

La presencia de agentes surfactantes y la turbulencia creada por los equipos de aeración, generan espuma en el tanque, esta situación se considera indeseable por lo que, para su control, cada módulo cuenta con una serie de boquillas de aspersión montadas en la parte superior del tanque, en todo -

su perímetro, dichas boquillas rocian agua proveniente del -- tanque de contacto de cloro, extinguiendo la espuma a medida que se forma. Ver figs., 3.15 y 3.17.

V.6.3. SEDIMENTADOR SECUNDARIO

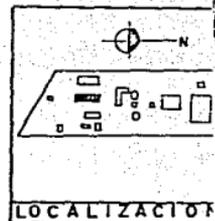
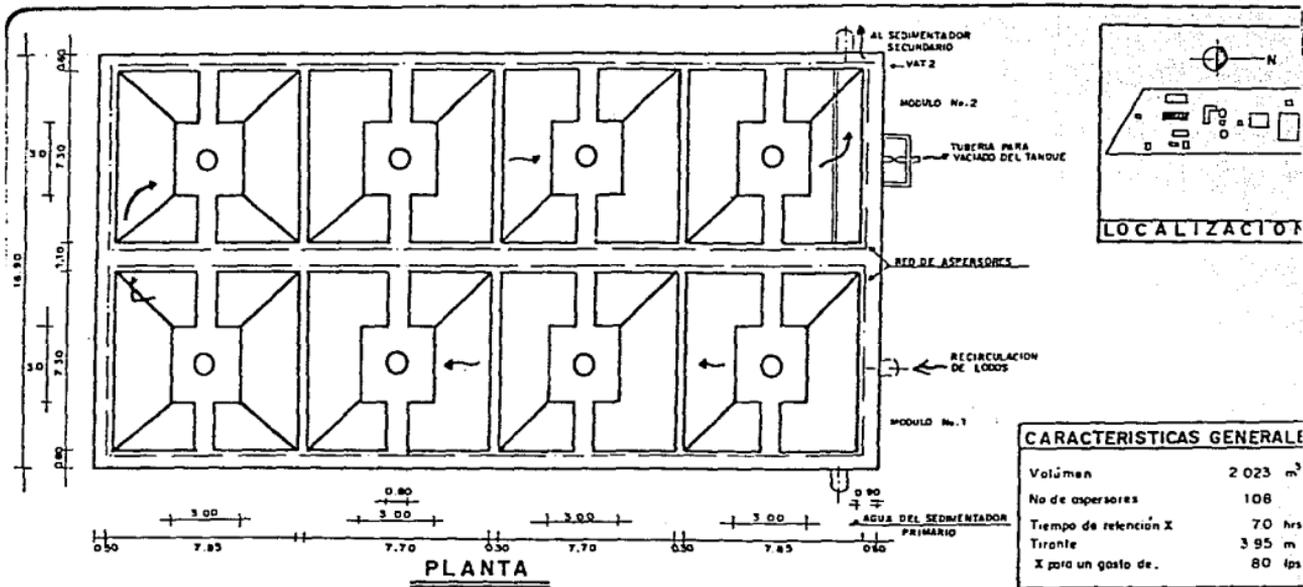
Su propósito es efectuar la separación de los lodos ac tivados presentes en el licor mezclado, produciendo un efluen te clarificado.

Para lograr este propósito se cuenta con un tanque se- dimentador de forma rectangular, dividido en dos módulos con alimentación independiente, flujo horizontal y remoción mecá- nica e hidráulica de lodos.

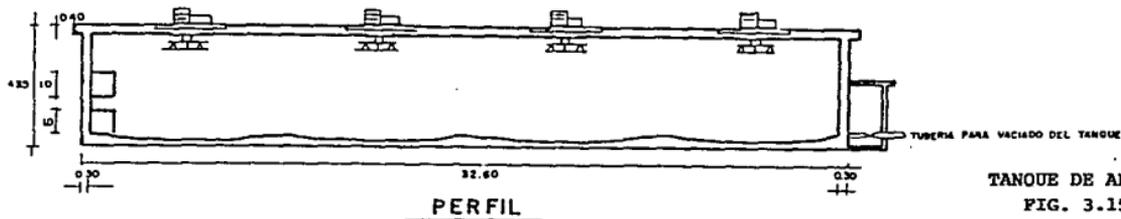
Los lodos son recolectados por medio del sistema de -- rastras, sin fin accionada por un motor.

Las rastras, al pasar lentamente rozando el fondo del tanque, van arrastrando los lodos hacia 4 tolvas, localizadas en la parte inferior del extremo por bombeo, para ser recircu lados al tanque de aeración.

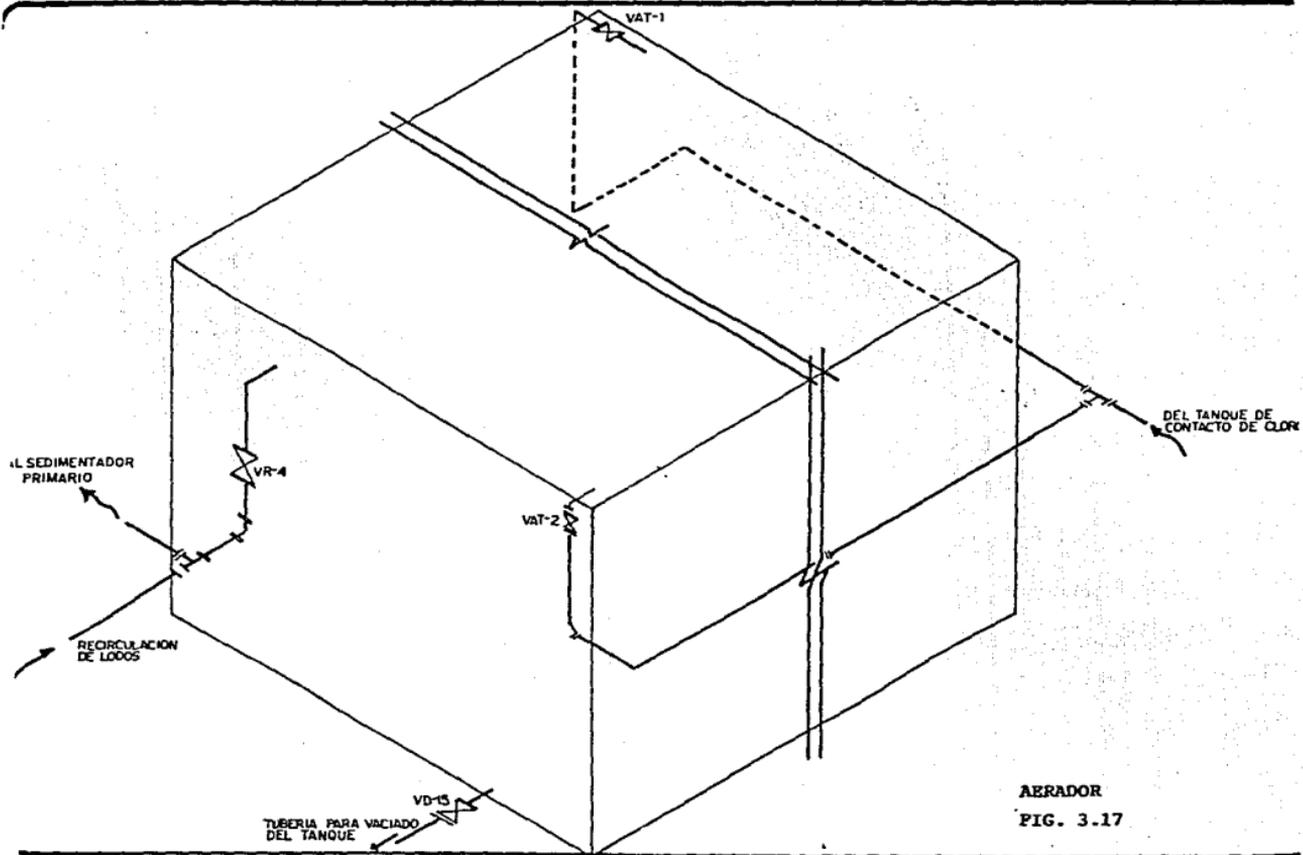
Al final del tanque están los vertedores, los cuales - tienen una longitud mayor que la de los del sedimentador pri- mario por lo que operan a bajas cargas en vertedor, lo cual -



CARACTERISTICAS GENERALES	
Volúmen	2 023 m ³
No de aspersores	108
Tiempo de retención X	70 hrs
Tirante	3.95 m
X para un gasto de.	80 lps



TANQUE DE AERACION
FIG. 3.15



AERADOR
FIG. 3.17

ayuda a que no sean arrastrados los lodos contenidos en el -- efluente bajo dichos vertedores se encuentran instalados unos módulos formados con banda de pvc plegada, los cuales contribuyen a la sedimentación de los lodos, contenidos en el licor mezclado, cuando al pasar éste a través de ellos, los flocu-- los chocan con sus paredes y se precipitan al fondo del tan-- que ver figs., 3.18 y 3.20.

Finalmente, el efluente clarificado del tratamiento se cundario es conducido hacia el tanque del contacto de cloro,

V.6.4. RECIRCULACION DE LODOS ACTIVADOS

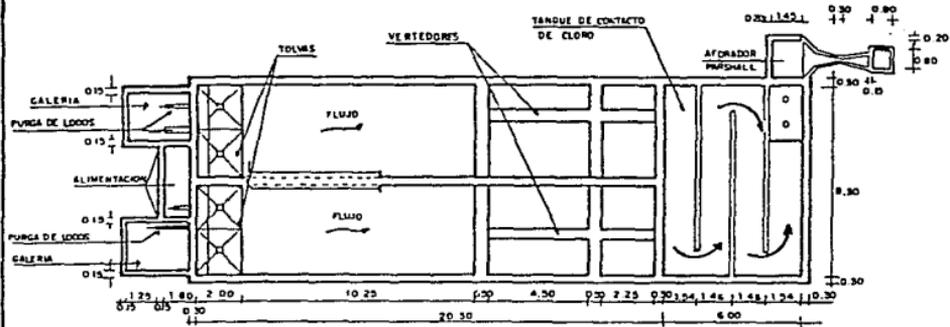
Los lodos activados recolectados en las tolvas del se-- dimentador secundario son extraídos por medio de dos equipos de bombeo; uno para ser enviado una parte al tanque de aera-- ción con objeto de mantener la cantidad de microorganismos ne cesaria por degradar la materia organica presente en el agua, y la parte restante, al tanque de sedimentación primaria en -- donde son purgados junto con los lodos primarios. Ver fig. - 3.21.

V.7. DESINFECCION

Su propósito es la eliminación de la mayor cantidad po sible de bacterias patógenas, la cual se realiza adicionando



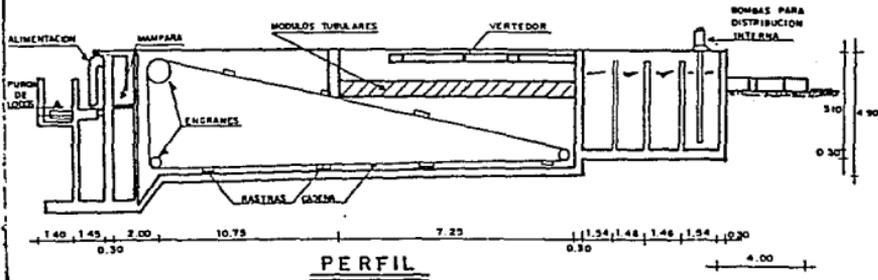
LOCALIZACION



PLANTA

CARACTERISTICAS GENERALES

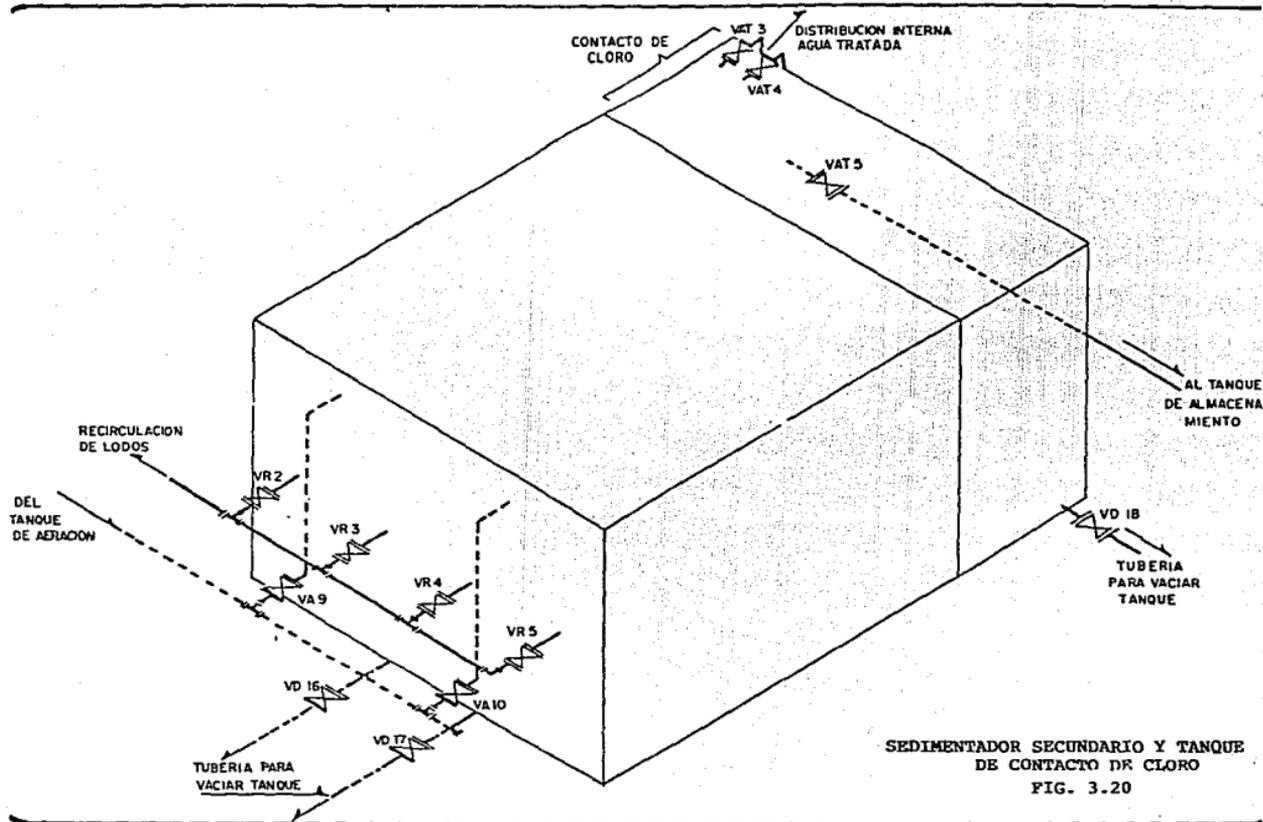
Volumen	560 m ³
Longitud de vertedores	43 m
Carga superficial	432 m ³ /2d
Carga en vertedores	160.7 m ³ /d
Tiempo de retención	1.94 h
para un gasto de 60 lps	

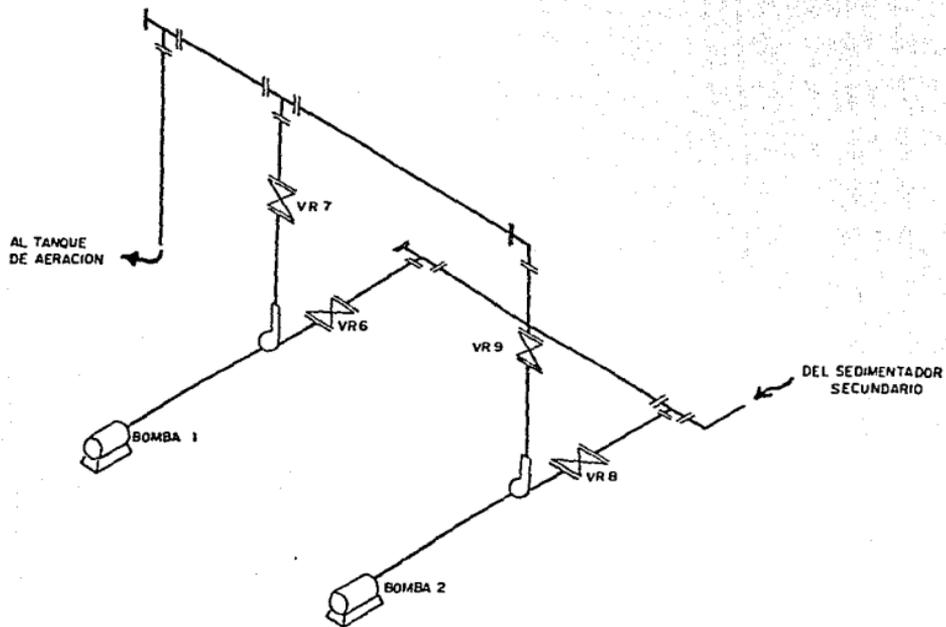


PERFIL

SEDIMENTADOR SECUNDARIO

FIG. 3.18





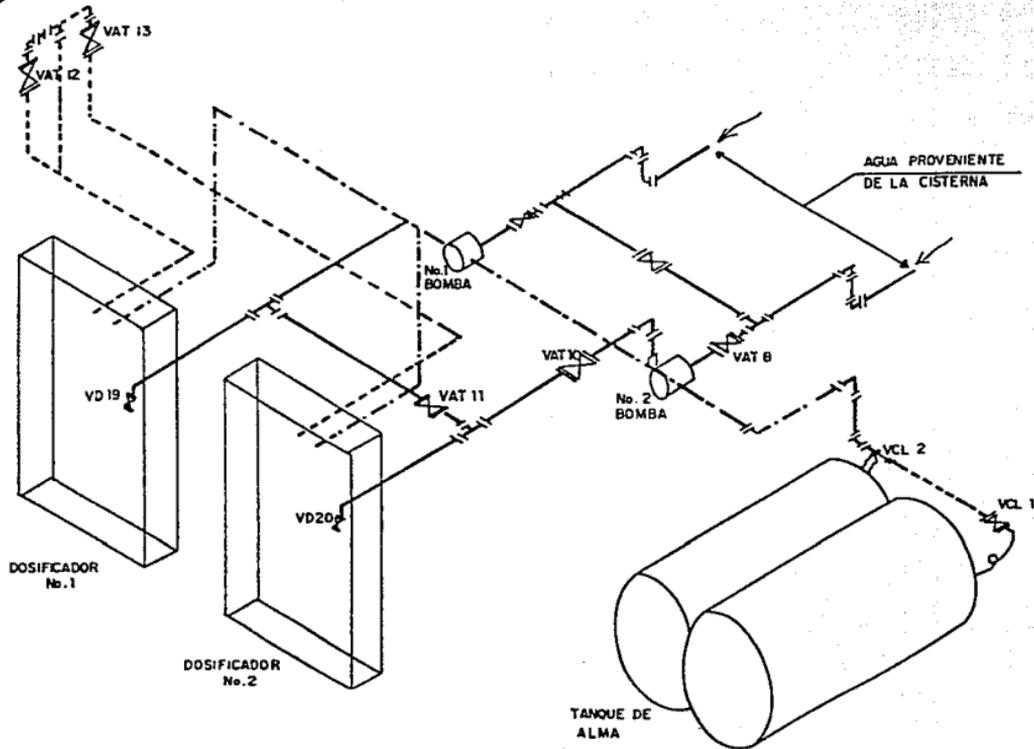
RECIRCULACION DE LODOS
FIG. 3.21-D

una solución de cloro gas en agua al afluyente del sedimentador secundario.

El sistema de cloración consta de un tanque de contacto de cloro que se localiza al final del sedimentador secundario y el cual está provisto de tres lamparas, colocadas de esta manera que se tenga el tiempo de retención necesario, además de un equipo compuesto por dos dosificadores de cloro.

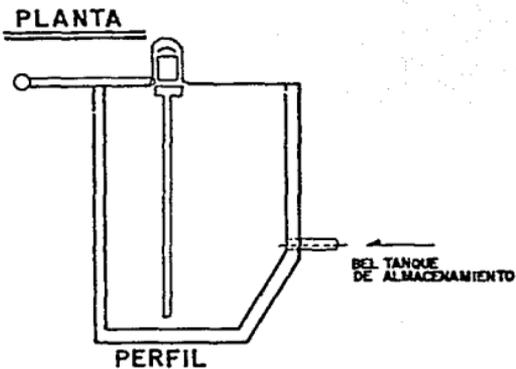
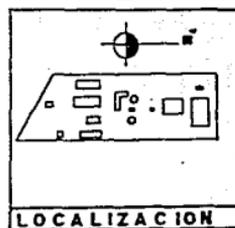
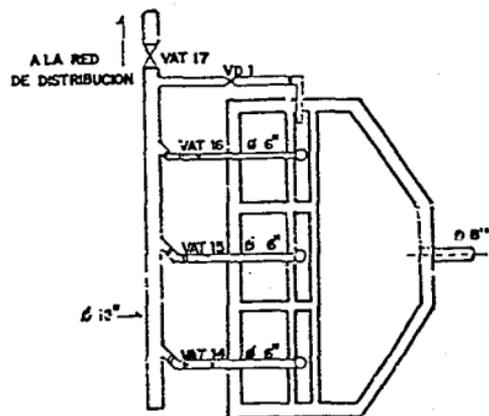
El cloro se extrae de cilindros en forma de gas y, se mezcla directamente con agua tratada, proveniente de una cisterna localizada en la parte posterior de la sala de cloración, y se inyecta directamente en el inicio del tanque de contacto. Ver fig. 3.23.

A la salida del tanque de contacto de cloro, hay un medidor Parshall por medio del cual se puede conocer el valor aproximado del caudal producido por el sistema.



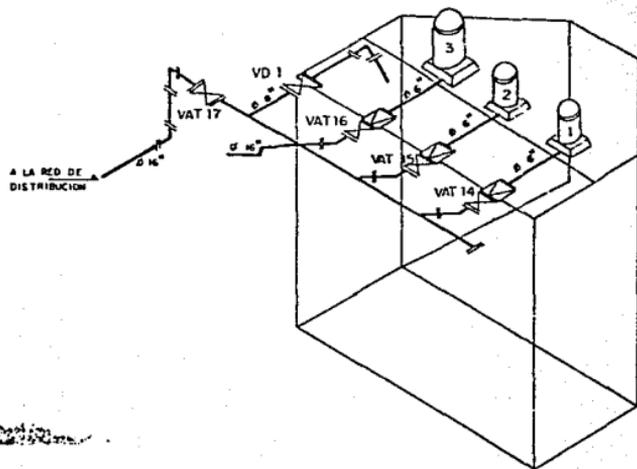
SISTEMA DE CLORACION

FIG. 3.23



CARCAMO DE BOMBEO DE AGUA TRATADA

FIG. 3.24



CARCAMO DE BOMBEO DE AGUA
TRATADA

FIG. 3.25

V.8. TRATAMIENTO AVANZADO.

Aproximadamente hace dos años se dio el salto en tecnología de agua tratada al iniciar su operación una planta de agua residual a nivel avanzado, en San Luis Tlaxiátemalco, en Xochimilco, cuyas características la hacen única en el país.

Esta planta cuenta con un proceso de tratamiento de es pumación, más un tratamiento biológico de lodos activados con nutricación y filtración a través de arena y antracita procesos que permiten producir un efluente de alta calidad.

La planta consta de tres módulos de tratamiento que -- producirán 226 litros/seg., de agua renovada; en su primera - etapa tratará 75 litros/seg.

Por otra parte, en esta planta se incorporó por primera vez a nivel nacional la etapa de remoción de detergentes; así mismo el proceso de lodos activados, realizado por aspersión superficial, está concebido para remover adicionalmente nitrógeno amoniacal del agua, lo que es un precedente también a nivel nacional.

V.9. DATOS SUMARIOS SOBRE LOS RECURSOS DE AGUA DE LA CUENCA DE MEXICO Y SOBRE LA SOBREEXPLORACION DEL ACUIFERO.

Desde el punto de vista geohidrológico, la cuenca de México comprende, una serie de "subestanques" cerrados, más o menos independientes entre sí: en particular, se considera que el acuífero situado debajo de la Ciudad de México forma una entidad relativamente aislada de los acuíferos del norte de la cuenca, los cuales están separados por la Sierra de Guadalupe que atraviesa la cuenca de este a oeste en su parte media.

La tasa de infiltración media de las aguas de lluvia en la cuenca, se evalúa entre 3 y 5 litros/s/km² en los aluviones y formaciones de tarango, y 8 litros/s/km² en los basaltos muy permeables.

Las aguas subterráneas que se infiltran en estas tres formaciones en la parte sur: forman un acuífero libre en los bordes de la planicie, y que pasa a ser cautivo o semicautivo bajo los depósitos lacustres poco permeables en el centro de la cuenca. Ver fig. 1.

VALLE DE MEXICO
GEOHIDROLOGIA Y BALANCE HIDROLOGICO

Lamina 1

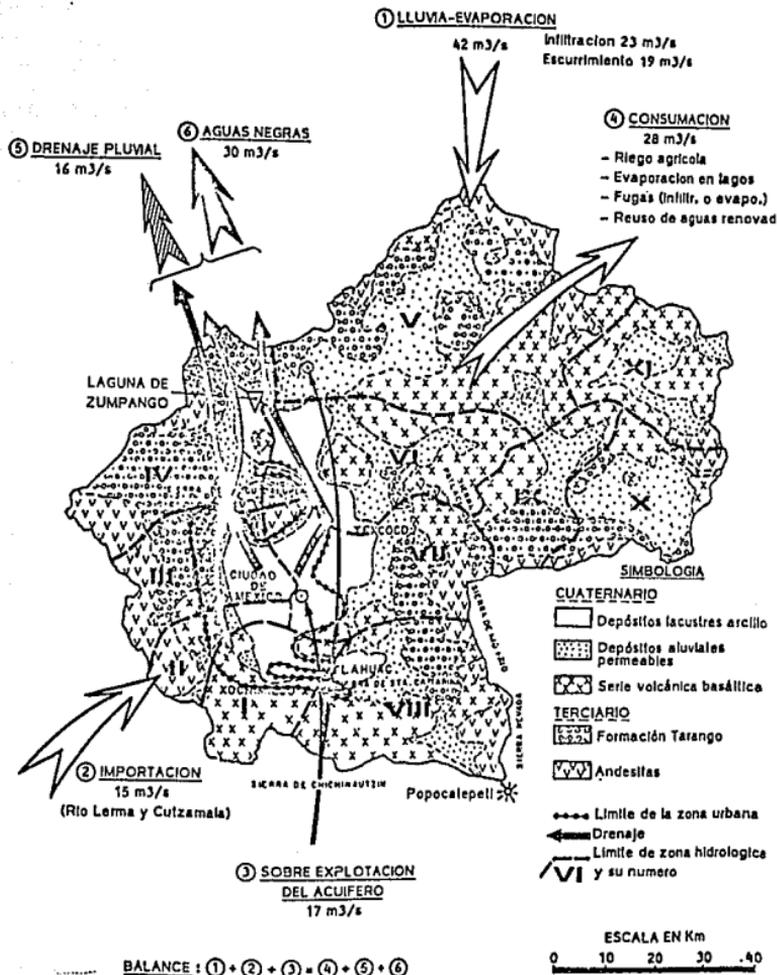


FIG. 1

V.9.1. LAS CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LOS ACUIFEROS.

ACUIFERO ALUVIAL

Muy explotado para la alimentación de agua de la ciudad de México mediante centenares de pozos repartidos en toda la ciudad y alrededores. La transmisividad es del orden de 6.10^{-2} a $6.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, el coeficiente de almacenamiento del orden del 15 a 20% si el cuífero esta libre.

El caudal usual de los pozos (profundidad promedio de 200 mts.) es del orden de 30 a 60 litros/s, con caudal específico de 1 a 5 litros/s/m.

ACUIFERO BASALTICO

En este acuífero, dotado de gran permeabilidad de fisura, los pozos tienen un caudal del orden de 50 a 150 litros/s y a veces más. La transmitividad de los basaltos de orden de 10^{-1} a $5.10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$; los basaltos de la sierra de Chichinautzin, dan nacimiento, a fuentes de desborde captadas en otra época para la alimentación de agua potable de la ciudad de México.

Tras el abatimiento del nivel estático debido a la sobreexplotación del acuífero en la planicie, las fuentes se --

han secado progresivamente, y los escurrimientos subterráneos de los basaltos son captados actualmente por una serie de pozos implantados al pie de la loma.

ACUIFERO DE LA "FORMACION TARANGO"

Este acuífero tiene características similares a las -- del acuífero aluvial, con caudales más bajos (del orden de 15 a 40 litros/s por pozo) y una profundidad mayor (hasta 350 me-- tros).

V.10. SOBREENPLOTAION DEL ACUIFERO BAJO LA CIUDAD DE MEXICO

El balance sumario que precede hace parecer que la toma de aguas subterráneas en la cuenca de México es del orden de $40 \text{ m}^3/\text{s}$ ($23 \text{ m}^3/\text{s}$ de infiltración más $17 \text{ m}^3/\text{s}$ de sobreexplo-- tación): en esos $40 \text{ m}^3/\text{s}$, se estima que aproximadamente -- $20 \text{ m}^3/\text{s}$ son tomados a nivel de la zona urbana de México pro-- piamente dicha por más de 800 pozos de los cuales son 300 pozos municipales y 500 pozos particulares, y los otros $20 \text{ m}^3/\text{s}$ son tomados en el resto de la cuenca (al norte y al este prin-- cipalmente), y al exterior de la cuenca.

La sobreexplotación del acuífero a nivel de la ciudad se realiza desde el inicio del siglo por una baja de presión (por lo tanto del nivel estático del acuífero) del orden de -- 30 a 40 metros bajo el centro de la ciudad, la baja de nivel

se efectúa actualmente a un ritmo cercano a 1.00 mt por año.

Esta baja de nivel de agua se acompaña por fenómenos de hundimiento de terrenos de superficie (por desaturación y consolidación de depósitos lacustres). Los hundimientos de terreno, que correlacionan bien con la baja de presión del acuífero, se realizan a un ritmo del orden de 10 a 20 cm por año y alcanzan más de 9.00 mts en algunos puntos de la ciudad.

Estos hundimientos ocasionan todo tipo de perjuicios en la zona urbana: asentamientos o sobreelevación aparente de locales, fisuración de las redes de agua y drenaje, fugas de canales de evacuación de aguas residuales, riesgos de inundaciones locales, etc. Ver fig. 2 y 3.

V.10.1. DETERIORO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL ACUIFERO.

La depresión vinculada a la sobreexplotación del acuífero aluvial ocasiona una realimentación de este acuífero por drenaje de los depósitos lacustres de cobertura; esto conduce por lo menos localmente a un deterioro de la calidad del agua del acuífero debido a la mala calidad química del agua contenida en los sedimentos lacustres.

La calidad del agua del acuífero de México se deteriora igualmente en ciertos puntos por infiltración de aguas re-

HUNDIMIENTOS CALCULADOS Y MEDIDOS DE 1952 A 1980

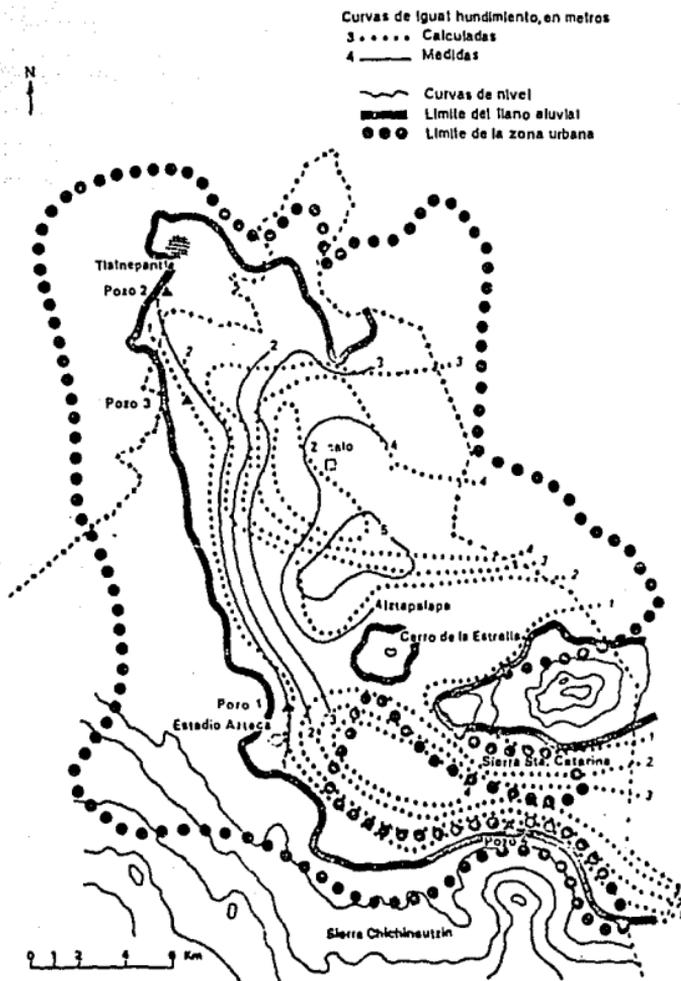


FIG. 2

ELEVACION DEL NIVEL ESTÁTICO (AÑO 1986)

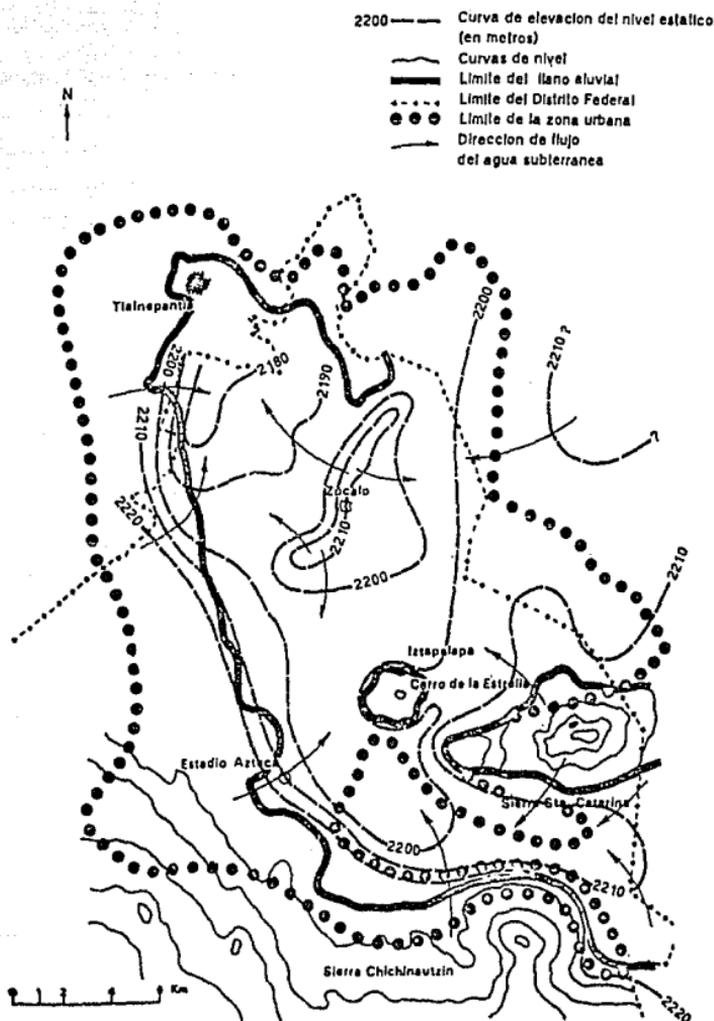


FIG. 3

siduales, aguas pluviales contaminadas o aún "lixiviación" de descargas de basura, estas infiltraciones se producen esencialmente en barrios periféricos no saneados al sur de la ciudad, en donde el acuífero está muy expuesto a la contaminación ya que circula en basaltos de gran permeabilidad desprovistos de protección arcillosa.

En el centro de la ciudad la capa freática está mejor protegida de las descargas contaminantes. Ver figs. 4 y 5.

V.10.2. MODELIZACION DEL ACUIFERO

Se ha establecido un modelo del acuífero corriente en la zona urbana desde hace algunos años. Este modelo permite simular, por una parte los fenómenos hidrodinámicos, por otra parte los hundimientos de terreno vinculados a éstos y finalmente la propagación de contaminantes en el seno del acuífero.

Este modelo está en proceso de mejoramiento, en particular para permitir simular el efecto que podrían tener las inyecciones de agua en la capa freática para luchar contra los hundimientos de terreno.

Una simulación efectuada por el Doctor Cruikshank, ha mostrado que sería preciso reducir el bombeo en aproximadamente $10 \text{ m}^3/\text{s}$ en la zona urbana para detener los hundimientos de

CONCENTRACION DE CLORUROS EN EL AGUA SUBTERRANEA

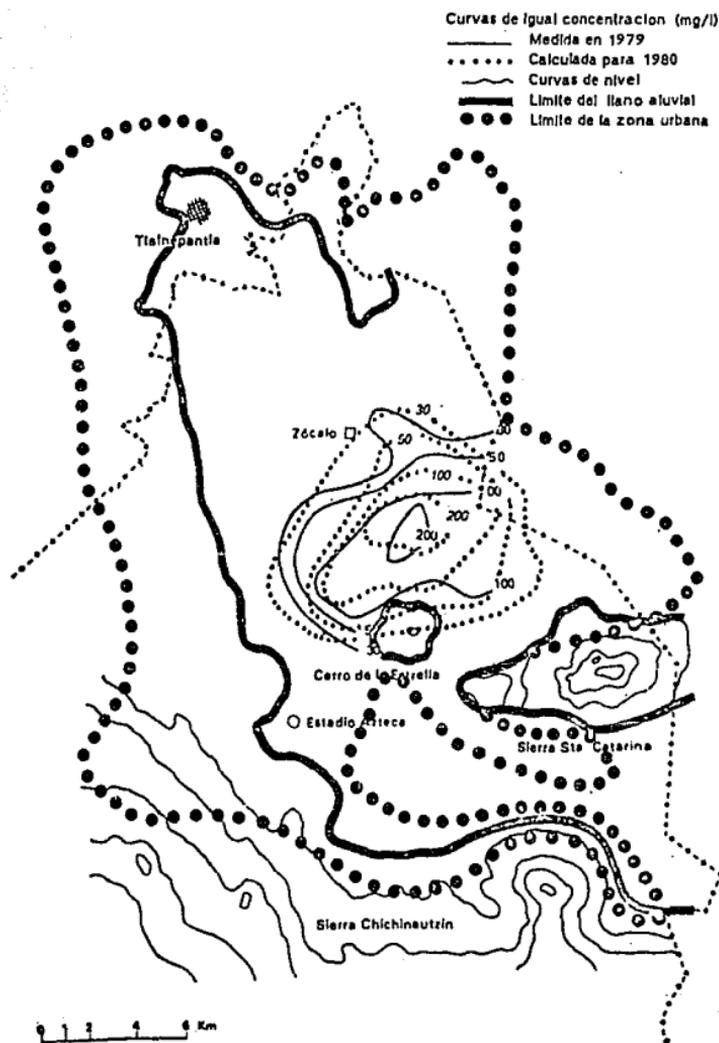


FIG. 4

CONCENTRACION DE NITROGENO AMONICAL EN EL AGUA SUBTERRANEA

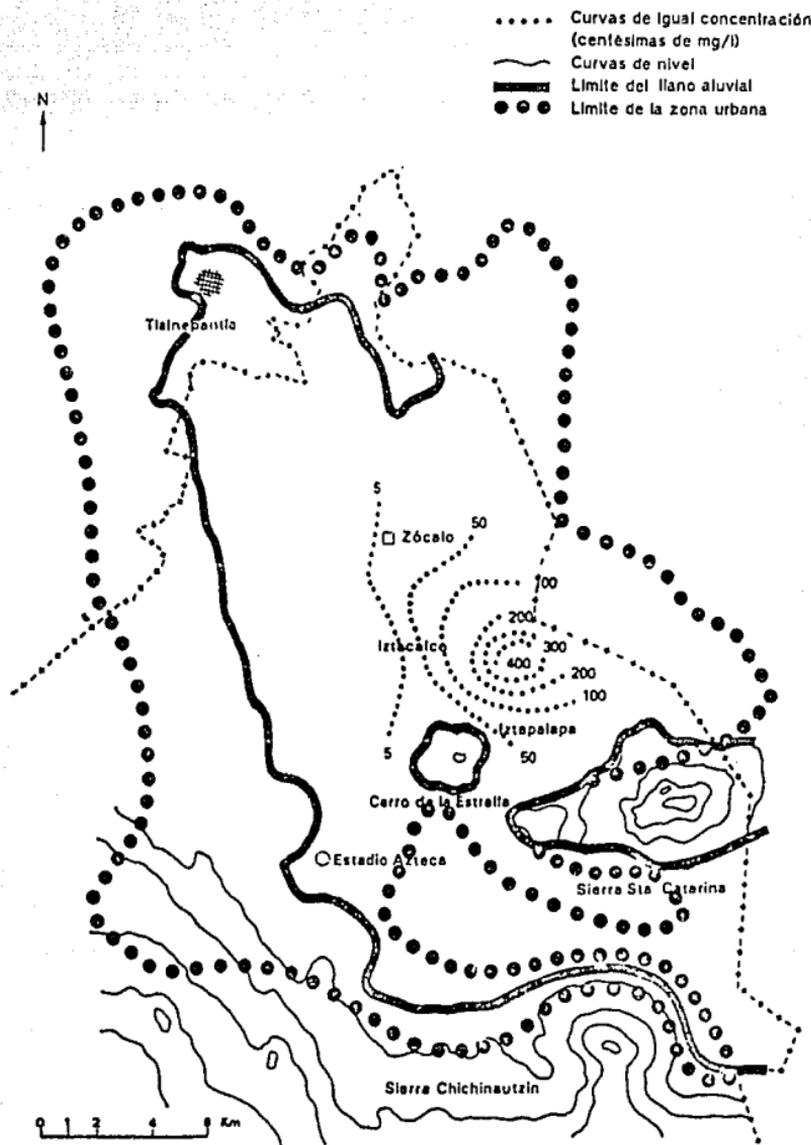


FIG. 5

terreno, lo que equivaldría a detener aproximadamente la mitad de los 800 pozos que toman aproximadamente de 20 a 23 m^3/s en la zona urbana.

V.11. REUTILIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

V.11.1. REUTILIZACION AGRICOLA

En estación seca, los 40 m^3/s de aguas residuales producidos por la ciudad son enteramente reutilizados como sigue:

- 2 m^3/s son tratados y reutilizados para utilización urbana.
- 8 m^3/s son reutilizados en estado bruto en la cuenca de México al noreste de la ciudad, para la irrigación de 18,000 hectáreas.
- Los 30 m^3/s restantes, descargados por los emisores fuera de la cuenca de México, son reutilizados en estado bruto para la irrigación de 56,000 hectáreas en el valle de Tula.

En la estación de lluvias, estos caudales pueden ser considerados perdidos.

V.11.2. REUTILIZACION URBANA DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS.

En los años 50 se inició un programa de reutilización urbana de las aguas residuales tratadas, cuando la ciudad debió comenzar a importar agua de los valles vecinos. Se construyeron una decena de estaciones de depuración, cuya capacidad de tratamiento en el nivel secundario (lodos activados) es del orden de $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Estas estaciones funcionan sin embargo a aproximadamente 40% de su capacidad, a falta de demanda suficiente de aguas tratadas. Las aguas tratadas son utilizadas, esencialmente para la irrigación de espacios verdes y la realimentación de los lagos Xochimilco, Chapultepec y en menor medida para usos industriales.

Las estaciones de depuración funcionan actualmente únicamente en estación seca (6 a 7 meses por año), y son detenidas durante la estación de lluvias. Los industriales siguen desconfiando de este recurso que todavía no consideran como un recurso seguro, tanto desde el punto de vista de la calidad como de la permanencia temporal.

V.11.3. REUTILIZACION PARA LA RECARGA DEL ACUIFERO

La DGOH ha lanzado desde 1980 un programa de investigación sobre las posibilidades de recarga del acuífero sobre

explotado de México, a partir de aguas residuales tratadas: una de las ideas que ha motivado el proyecto sería la de recargar el acuífero durante la estación de lluvias, en donde las necesidades para la irrigación de los espacios verdes urbanos son mínimos.

El proyecto se ha orientado desde su origen hacia la recarga mediante estanques de infiltración, sobre la cual existen diferentes experiencias en el mundo, en particular en Estados Unidos, Israel y Francia: un caudal de aguas residuales de $10,000 \text{ m}^3/\text{día}$ tratadas en el nivel secundario en la estación de depuración "Cerro de la estrella" debería ser infiltrado a título experimental, por medio de 18 estanques de 1000 m^2 cada uno, implantados aproximadamente 4 km de la estación de depuración en la loma Santa Catarina, constituida por basaltos y cenizas volcánicas muy permeables.

Este proyecto está actualmente detenido debido a la indisponibilidad de los terrenos necesarios para la implantación del sitio experimental de recarga.

Esta es la razón por la cual la DGCOR debería actualmente estudiar las posibilidades de inyectar aguas residuales tratadas por medio de pozos, técnica más delicada de implementar y sobre la cual no se dispone de referencias internacionales a gran escala pero que sería la única que podría ser aplicada en el nivel de la zona urbana.

V.12. RECAPITULACION DE LAS POSIBILIDADES DE REUTILIZACION -
DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN EL DISTRITO FEDE--
RAL.

A fin de precisar las posibilidades y las limitaciones de esta reutilización, la DGOH ha propuesto normas de calidad para el agua tratada en función de su reutilización posterior sobre la base de un índice denominado ICAREN (índice de calidad de las aguas renovadas) determinado como sigue:

$$ICAREN = \ln \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{ci}{vci} + 1 \right)}{n}$$

en donde:

ICAREN: Índice de calidad de las aguas renovadas, adimensional.

ci: concentración del i-ésimo compuesto químico y/o contaminante biológico presente en el agua.

vci: criterio de concentración del i-ésimo compuesto químico y/o contaminante biológico para el agua potable.

n: número de parámetros y/o contaminantes involucrados en determinado uso.

Este índice muy global es puramente indicativo; oculta en particular la nocividad posible de un producto aislado que podría estar contenido en el agua en cantidad anormal. - Ver cuadro 1.

Pero este índice permite aproximar de manera muy simple cada utilización del agua con una indicación muy general de calidad mínima requerida como se indica en el cuadro 2.

Las estaciones de lodos activados existentes en la ciudad suministran un efluente cuyo valor de ICAREN promedio es del orden de 45 (cifra de 1982), por lo tanto superior al límite teórico de reutilización directa.

V.13. METODOS DE RECARGA ARTIFICIAL DE UN ACUIFERO

Existen principalmente tres métodos de recarga artificial de un acuífero:

- mediante pozos.
- mediante estanques.
- mediante esparcido de agua de crecidas.

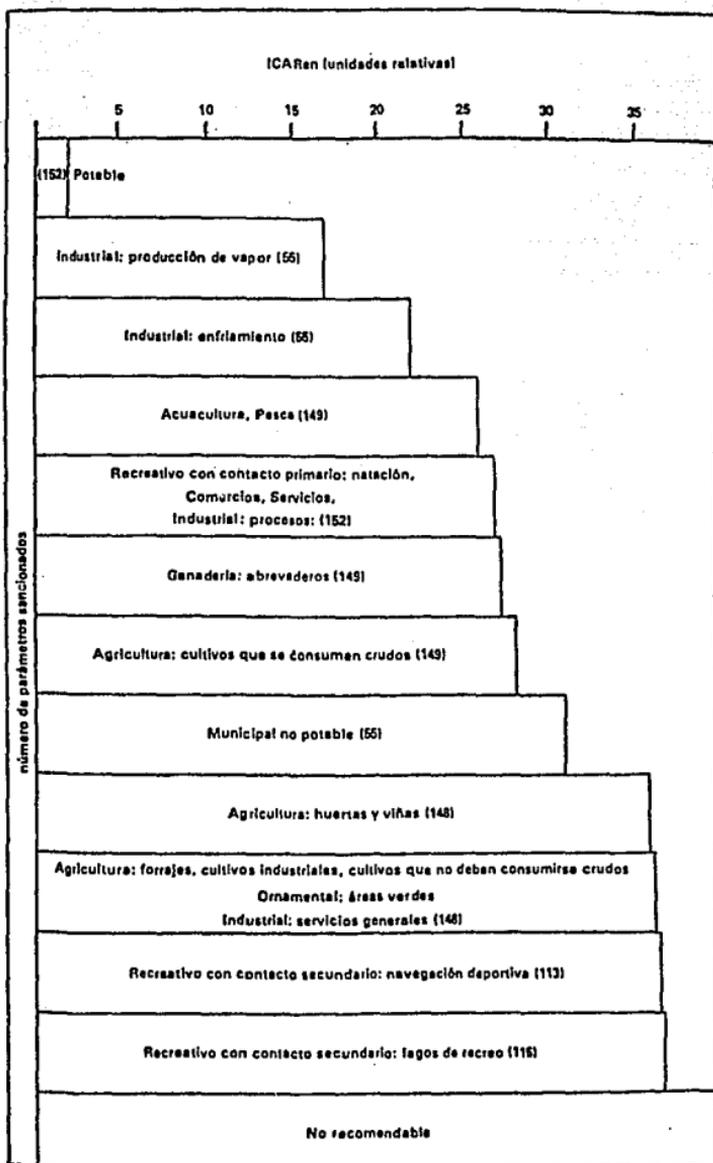
CUADRO 1

POSIBILIDADES DE UTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES
TRATADAS EN EL DISTRITO FEDERAL

Posibilidad	Uso	Nivel de tratamiento	Año factible de implantación	Caudal en m ³ /s
1*	. Riego agrícola	Similar al primario	1982	30.0
2	. Riego agrícola de cultivos que no deben consumirse crudos	Primario y desinfección	1982	4.5
3	. Riego de áreas verdes . Llenado de lagos recreativos . Industrial	Secundario y desinfección	1982	4.5
4	. Industrial (procesos) . Comercio y servicios . Público y recreativo	Terciario	1985	10.5
5	. Recarga de acuíferos	Secundario o terciario	1990	3.0
6	. Suministro de agua potable	Terciario	2000	7.0
7	. Reciclado y en cascada	?	?	?

* Se presenta como punto de referencia, ya que es un uso fuera del SHDF

CUADRO 2 - INDICES ICAREN Y UTILIZACION DE AGUA



V.13.1. RECARGA MEDIANTE POZOS

El principal obstáculo técnico que deberá ser controlado es la obturación de la parte productora del pozo (franja, grava y terreno colindante).

1).- La primera precaución que debe ser adoptada es la de verificar que la calidad química del agua inyectada sea -- compactible con la de la capa freática, y que no se produzcan precipitaciones masivas de sales.

2).- La segunda es la de asegurarse que fenómenos de -- desarrollos bacterianos demasiado importantes no produzcan -- igualmente una obturación masiva. Se puede considerar una esterilización en lo que se refiere a las bacterias contenidas en el agua inyectada, pero podrían igualmente producirse desarrrollos a partir de bacterias contenidas en la capa freática propiamente dicha. Si fuera el caso, podría entonces resul--tar necesario suprimir los elementos nutrientes contenidos en el agua inyectada y que estan originando esta obturación.

3).- Las materias en suspensión contenidas en el agua, incluso si hay muy pocas, terminan obstruyendo los pozos del terreno y luego del macizo de la grava y finalmente de la -- franja. Este tipo de obturación se combate mediante bombeos de limpieza periódicos. Ver fig. 7.1

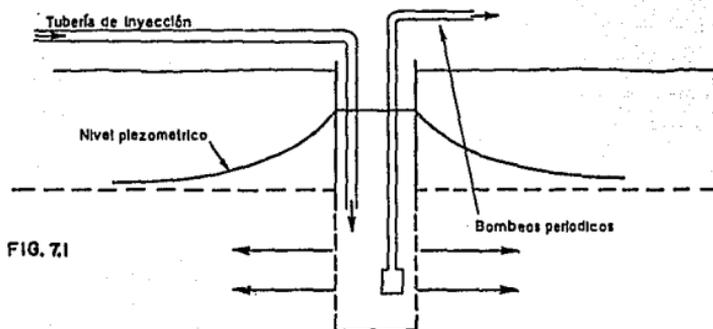
4).- Finalmente acarreo de aire pueden estar originando una obturación muy importante mediante degasificación en el terreno que rodea al pozo; para evitarlos, es necesaria la implementación de un tubo de inyección (ver fig. 7.1)

El caudal inyectable en un pozo depende de numerosos factores:

- a).- Características geohidrológicas del terreno circundante (en el caso de México, los basaltos tienen ciertamente un comportamiento radicalmente diferente al de los aluviones).
- b).- Características hidrodinámicas de la obra propiamente dicha.
- c).- Calidad físico-química del agua inyectada, del agua de la capa freática, de la matriz porosa de la capa propiamente dicha (a partir de la cual se pueden producir fenómenos geoquímicos como el inflado de las arcillas por ejemplo).
- d).- Carga disponible para la inyección.

TECNOLOGIA DE LA RECARGA

7.1 INYECCIÓN POR POZOS



7.2 INFILTRACIÓN POR ESTANQUES

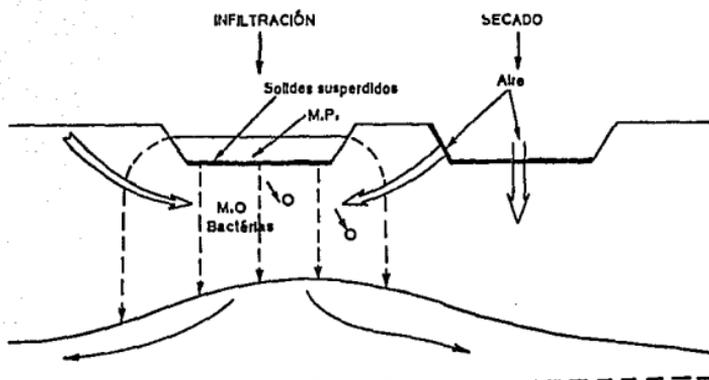


FIG. 7.2

V.13.2. RECARGA POR ESTANQUES

La recarga por estanques, que puede hacerse directamente en capa freática libre, es a la vez un dispositivo de recarga y de tratamiento de aguas residuales, teniendo en cuenta los fenómenos de depuración que se producen en el medio no saturado situado entre el fondo del estanque y la capa freática (ver fig. 7.2).

El sistema comprende siempre estanques alternativamente de agua y en seco: durante el período de secado la obturación biológica que se desarrolla en el fondo del estanque se destruye, puede entrar una importante cantidad de aire en el terreno situado bajo el estanque, lo que favorece el deterioro aerobio de las materias orgánicas, y finalmente permite la limpieza de las materias en suspensión que se han depositado al fondo del estanque.

V.13.3. RECARGA POR ESPARCIDO DE LAS AGUAS CRECIDAS

Este tipo de recarga es utilizado únicamente cuando el o los cursos de agua están en posición de alimentación en relación a la capa freática.

En general, los acondicionamientos consisten, según -- los casos, en ampliar el lecho principal o los brazos de un -

río, crean planos de agua detrás de los diques, fusibles o -- continuo o en derivar agua del curso de agua en período de -- crecida hacia zonas de esparcido o estanques de infiltración.

En el caso de los basaltos de Chichinautzín, un simple vertedero de agua proveniente del exterior de la zona de los basaltos (andesitas) en pequeños valles secos, podría resultar suficiente.

V.14. OBJETIVOS DE LA RECARGA ARTIFICIAL

De manera general, la recarga artificial puede tener - varios objetivos:

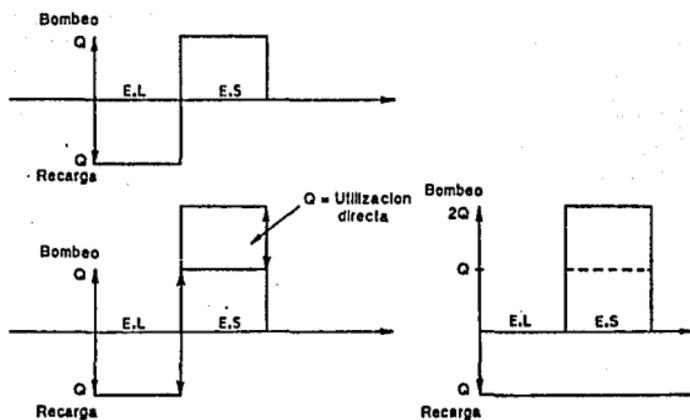
1).- Transmitiendo, mantener o restaurar la presión en un acuífero. En el caso de México, es lo que se busca para - hacer cesar el hundimiento bajo la ciudad.

2).- Almacenar agua en el acuífero cuando la demanda - es pequeña, y volverla a bombear más tarde, sea en el mismo - lugar o más lejos, con el acuífero cumpliendo entonces la fun - ción de un conducto. Ello puede ser particularmente útil - - cuando las necesidades son de estación (irrigación por ejem - plo). Ver fig. 8.

3).- Finalmente, la recarga puede durante el trayecto

RECARGA ARTIFICIAL Y ALMACENAMIENTO INTERESTACIONAL

E.L. = Estacion de lluvias
E.S. = Estacion seca



ALMACENAMIENTO INTERANUAL

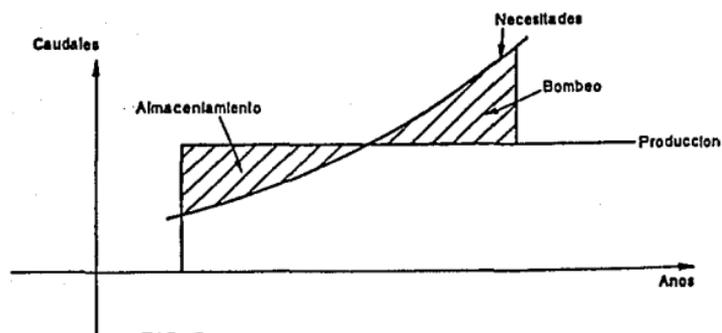


FIG. 8

subterráneo, cumplir una función de tratamiento del agua inyectada. Ello es válido con pozos y lo es más aún con estanques.

Criterios de elección de métodos de recarga y de proyectos de implementación en el caso de México.

El primero de estos criterios es el contexto geohidrológico de un sitio proyectado:

- a).- La recarga del acuífero aluvial confinado bajo -- las arcillas puede ser considerado únicamente mediante inyección en pozos.
- b).- En los aluviones, los dispositivos mediante estanques serían apropiados, pero podría considerarse pozos de inyección, así como infiltraciones de -- agua.
- c).- En las andesitas, la permeabilidad mediocre es un criterio poco favorable para proyectos de recarga.
- d).- En la formación de tarango, la permeabilidad parece ser igualmente poco favorable.
- e).- Finalmente en los basaltos, los tres métodos de -

recarga pueden ser considerados a priori. La permeabilidad de fisura de esta formación es tal que incluso el esparcido en los pequeños valles secos de efluentes de estaciones de lodos activados, -- vías de aguas residuales que hayan sufrido solamente un tratamiento primario, sería tal vez hidráulicamente posible.

El segundo criterio es la calidad de las aguas disponibles para la recarga (aguas brutas, aguas tratadas mediante lodos activados) y el grado de tratamiento complementario que debiera ser aplicado para que se adapten a un método de recarga (pozos o estanques).

Finalmente, lo que constituye un criterio técnico y económico es el conjunto del modo de recarga y del pretratamiento necesario.

V.15. TIPOS DE PROYECTOS VIABLES PARA LA RECARGA ARTIFICIAL DEL ACUIFERO DE MEXICO.

Proyectos a gran escala:

V.15.1. TRATAMIENTO AVANZADO E INYECCION POR POZOS

- a).- Toma en el caudal de "desague" o de drenaje profundo (5, 10 ó 20 m³/s).

- b).- Estación de lodo activado de 5, 10 ó 20 m³/s (para 5 m³/s aproximadamente el proyecto podría ser concebido a partir de estaciones de lodos activados).
- c).- Tratamiento avanzado de los efluentes de la estación hasta obtener un agua inyectada por pozos -- (sin ósmosis inversa).
- d).- Inyección por pozos en el límite de la ciudad, o más lejos (lago de Texcoco por ejemplo), o basaltos de Chichinautzin (100, 200 ó 400 pozos) suponiendo que cada pozo permite la inyección de 50 l/s. Ver fig. 10.

V.15.2. TRATAMIENTO POR INFILTRACION, RECUPERACION EN POZOS E INYECCION POR POZOS.

- a).- Toma en el caudal de desague o el drenaje profundo 5, 10 ó 20 m³/s.
- b).- Tratamiento lodos activados.
- c).- Conducción de las aguas tratadas hasta estanques de infiltración; los estanques han sido implantados en los aluviones en la región de Zumpango. -

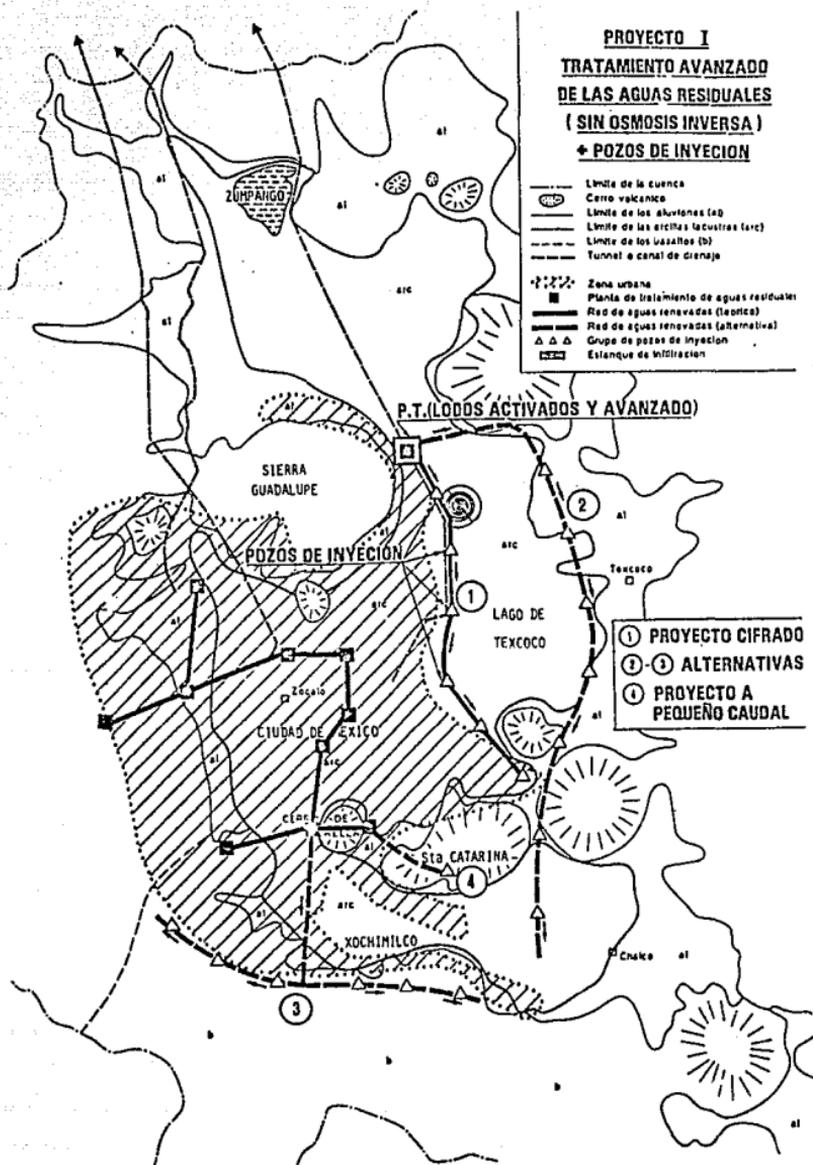


FIG. 10

De hecho estos estanques pueden ser realizados -- tanto en los aluviones como en los basaltos. Sobre la base de velocidades de infiltración de 1 a 2 m/d, y teniendo en cuenta la superficie entre los estanques, las superficies necesarias serían del orden de:

	5 m ³ /s	10 m ³ /s	20 m ³ /s
superficies necesar. ha			
velocidad: 1 m/d	65	130	260
2 m/d	30	65	130

Es decir: 0.3 a 2.6 km²

- d).- Pozos de recuperación (a proximidad de los estanques o más lejos), 100, 200 ó 400 pozos para 5, - 10 ó 20 m³/s sobre la base de 50 lt/s por perforación.
- e).- Conducción de aguas bombeadas en los pozos hasta sitios de inyección. Inyección en 100, 200 ó 400 pozos sobre la base de 50 lt/s por pozo. Ver fig. 11.

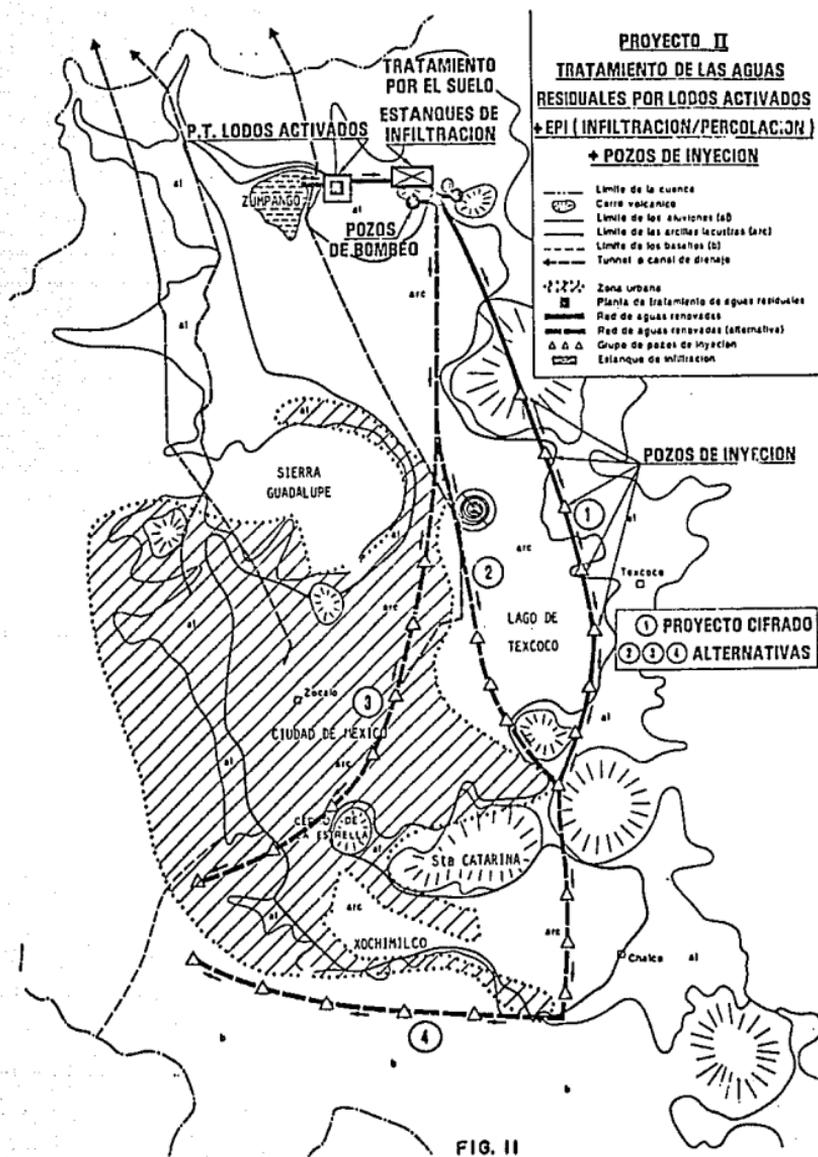


FIG. II

V.15.3. RECARGA POR TRATAMIENTO

- a).- Toma en el canal de desague o drenaje profundo.
- b).- Tratamiento lodos activados.
- c).- Conducción de la estación de lodos activados a -- los estanques de infiltración (en los aluviones - al este del lago de Texcoco, o en los basaltos de Chichinautzin), fig. 12.

V.15.4. INFILTRACION DE LAS AGUAS DE ESCURRIMIENTO

- a).- Tomas por tunel, y pozos verticales si es necesario, de las aguas de escurrimiento en las andesitas al oeste de México.
- b).- Transporte hasta los basaltos de Chichinautzin, y estanques de esparcido o simple vertido en los valles pequeños secos.
- c).- Al borde del contacto andesitas-aluviones al este del lago de Texcoco, recuperación de las aguas de escurrimiento mediante canal y estanques de esparcido. Ver fig. 13.

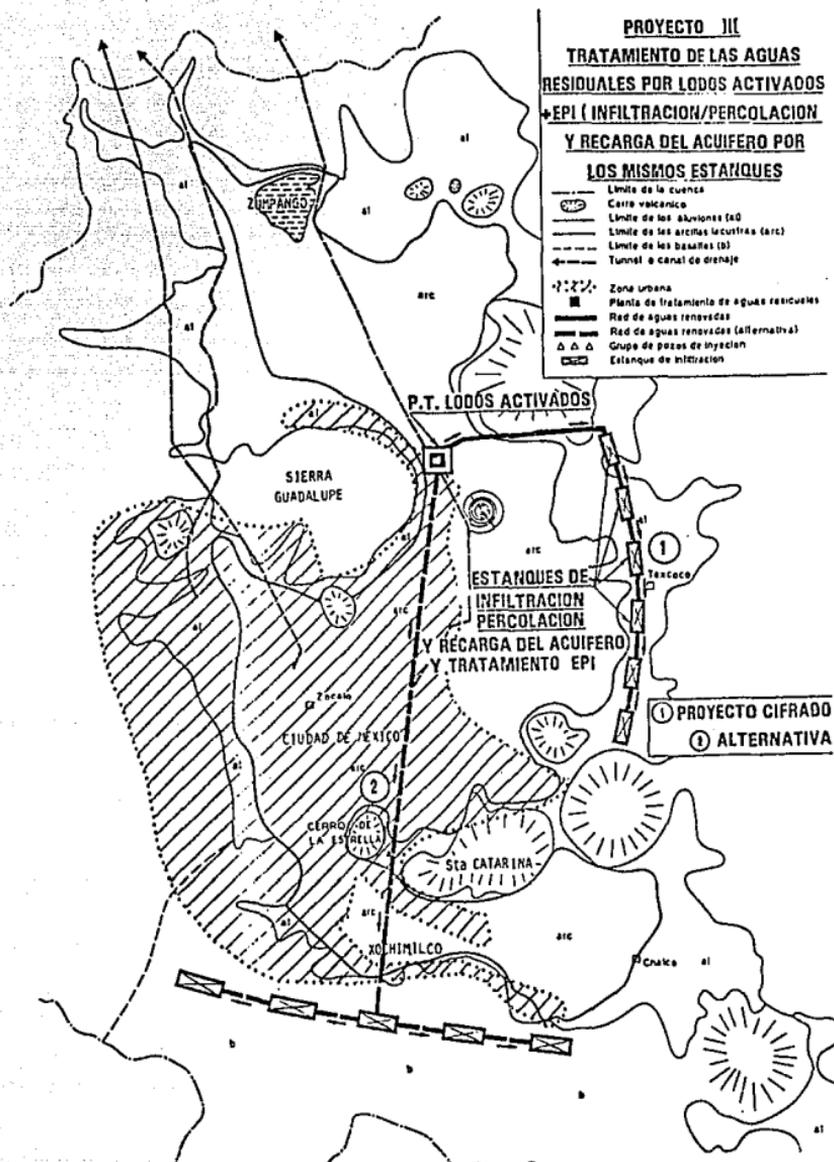


FIG. 12

**RECARGA ARTIFICIAL DEL ACUÍFDO
DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**PROYECTO IV
INFILTRACION ARTIFICIAL
DE LAS AGUAS DE LLUVIA
(ESCURRIMIENTO)**

- Límite de la cuenca
- Cerro volcánica
- Límite de los aluviones (aB)
- Límite de las arenitas (sulfuros (arc)
- Límite de los basaltos (b)
- Tunnel o canal de drenaje
- Zona urbana
- Planta de tratamiento de aguas residuales
- Red de aguas renovadas
- Red de aguas renovadas (aterrizaje)
- Grupo de pozos de inyección
- Estanque de infiltración

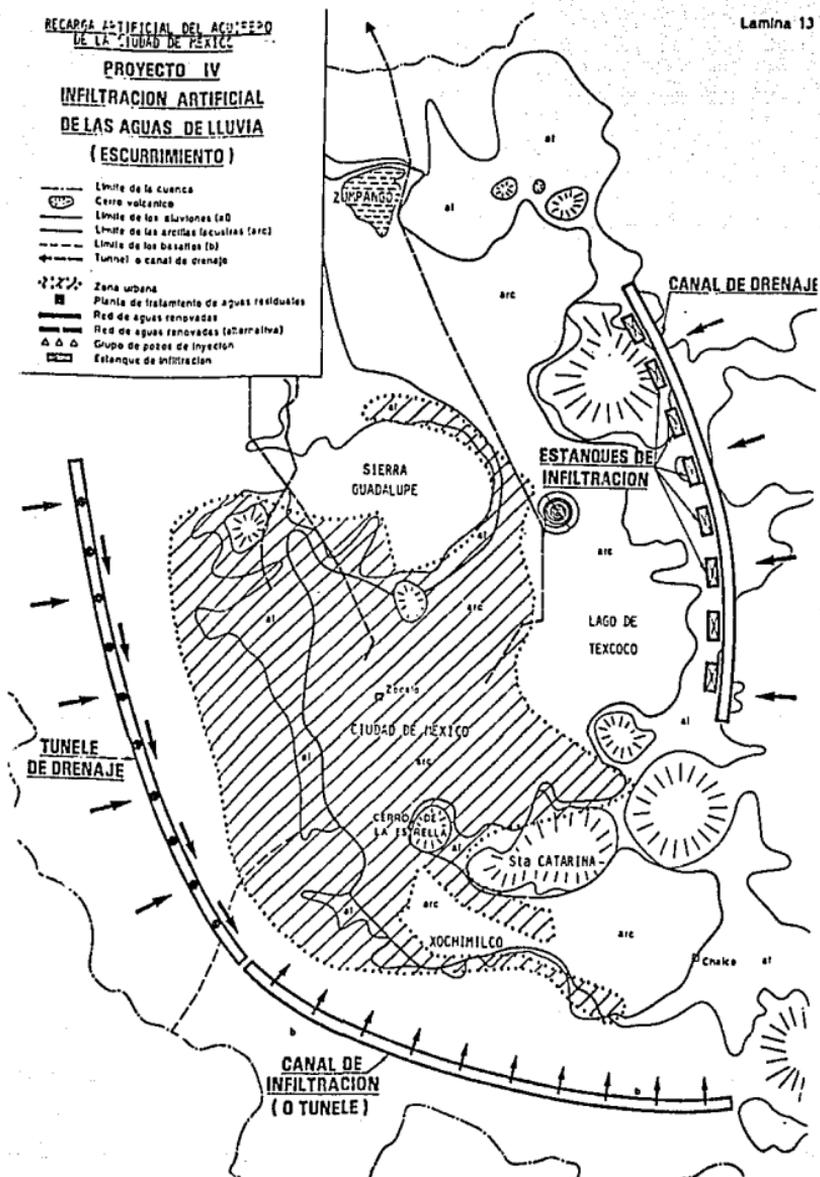


FIG. 13

CAPITULO VI

MANTENIMIENTO

Los servicios de agua potable y drenaje de la ciudad dependen de miles de máquinas que se han ido incorporando al sistema hidráulico a lo largo de varias décadas con distintas tecnologías y diversas marcas. Al futuro se contempla desafiante el crecimiento de la ciudad, por lo tanto la necesidad de ampliar las instalaciones para dotar de servicios a los nuevos pobladores.

A partir de 1952, año en que se instalaron las primeras plantas de bombeo, los costos de operación y mantenimiento del sistema de drenaje se incrementaron notablemente. En el transcurso del tiempo, al incrementarse las instalaciones de bombeo y dedicar pocos recursos monetarios para cumplir los programas de mantenimiento, los equipos e instalaciones han tenido que trabajar bajo condiciones poco favorables, con la consiguiente baja en su capacidad y funcionamiento.

Es conveniente precisar la terminología adoptada, según las diversas acciones que actualmente se realizan para asegurar el funcionamiento adecuado de los equipos. (fig.Vi.1)

Se considera que el mantenimiento es una serie de tra-

bajos que deben ejecutarse en algún equipo, instalación o edificio a fin de conservarlo en condiciones óptimas de servicio.

El mantenimiento operativo se refiere a acciones menores que consisten en limpieza, medición, revisión y reposición de aceite y lubricantes, reposición de partes menores (fusibles, lámparas, empaques), etc., y son atendidos por el propio personal de operación bajo especificaciones y supervisión de mantenimiento.

Las actividades planeadas mediante programa para "reparar las cosas antes de que falle," se denomina mantenimiento preventivo, el cual incluye, básicamente:

- 1.- Inspección periódica de los activos y equipos, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos del servicio.
- 2.- Conservar las instalaciones para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos, cuando se encuentran aún en la etapa incipiente.

Las reparaciones que se efectúan cuando falla el equipo, corresponden al mantenimiento correctivo. Hay dos acciones que se derivan de la anterior en situaciones de mayor gravedad, así cuando las instalaciones se encuentran --

MANTENIMIENTO

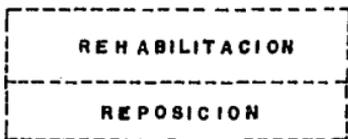
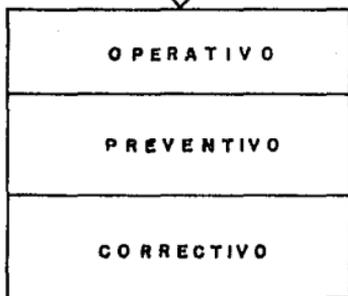
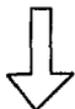


FIG. VI.1 ACCIONES PARA CONSERVAR LA CAPACIDAD DEL SISTEMA.

muy deterioradas, al grado de que se requieren reparaciones mayores a fin de que funcionen adecuadamente y cumplan su cometido, la actividad se denomina rehabilitación. Si el equipo está en condiciones inservibles o llega al fin de su vida útil, se requiere de la reposición, que es la última etapa.

Cuando el equipo se sujeta a un programa de mantenimiento preventivo y aún así se presentan interrupciones o fallas imprevistas, habrá que aplicarle mantenimiento correctivo, y en este caso particular se llama mantenimiento emergente.

VI.1 DIAGNOSTICO

Como se mencionó, por limitaciones presupuestales se ha diferido el mantenimiento de la mayoría del equipo que actualmente se encuentra en operación; a fin de afrontar esa situación, la DGCOH decidió darle atención oportuna a los bienes a su cargo, por lo que estableció una oficina de mantenimiento, la cual entró en funciones en noviembre de 1980.

Actualmente, es la subdirección de mantenimiento y realiza todos lo correspondiente a acciones de mantenimiento de equipos, vehículos e instalaciones, así como el mante-

nimiento mayor correctivo emergente que requieren las redes de drenaje del Sistema Hidráulico del Distrito Federal, a través de una brigada de emergencias establecida a propósito.

En cuanto a la Brigada de Emergencia, esta requiere de personal preparado. Fue necesario elaborar programas de capacitación y realizar estudios sobre las características de los recursos humanos necesarios, rendimientos e incentivos, equipo y herramienta, instalaciones, etc.

Los programas de mantenimiento correctivo electromecánico se han establecido de acuerdo con las prioridades de Operación adecuadas a los recursos de Mantenimiento; en tanto que los programas de Mantenimiento Preventivo solo se pueden elaborar con base en las características del equipo, estado actual en que se encuentra y número de horas trabajadas por el mismo.

Para que este sea efectivo, se requiere además de datos técnicos, planos y diagramas, completos y actualizados. Esta acción demandó un esfuerzo conjunto de las distintas áreas de operación, mantenimiento y de sistemas e informática.

Dicho sistema fue concebido como un medio para satis-

facilitar las necesidades de información sobre el equipo electromecánico existente, condiciones físicas y estado de funcionamiento.

El Mantenimiento Electromecánico se lleva a cabo a través de compañías contratistas supeditadas por el contratista supervisor, quien es responsable del cumplimiento, control de calidad y confiabilidad de los trabajos realizados, debiendo contar con los recursos de verificación necesarios y realizar los estudios o reportes que se le soliciten. Sin embargo, para que el mantenimiento sea efectivo se hace indispensable estandarizar la adquisición de materiales y equipo, y reduciendo la gran variedad de marcas con las que actualmente se cuentan.

A pesar de las anomalías señaladas se han desarrollado los programas de mantenimiento correctivo electromecánico; desafortunadamente, no se ha logrado hacer lo mismo con el mantenimiento preventivo, debido básicamente a tres causas: escaso tiempo del cual se dispuso para la toma de decisiones, poca ayuda que proporcionó la primera versión del inventario de instalaciones electromecánicas y razones presupuestales que limitaron la decisión de excluir un programa del otro.

Con respecto al Sistema de Inventario de plantas, --

existen problemas para actualizar la información, lo cual es imprescindible para el mantenimiento; tampoco se ha establecido un sistema de reportes que resulte sistemático y eficiente.

Los resultados obtenidos hasta la fecha, con respecto a las metas, son bastante relativos; debido a que el mantenimiento se encuentra extraordinariamente limitado de recursos, destacando en este sentido la falta de instalaciones, personal existencia de refacciones, un sistema de información verídico y actualizado, y sobre todo un presupuesto adecuado a las necesidades reales; también es importante señalar que su área de responsabilidad se ha ampliado. De acuerdo con las acciones necesarias para conservar la capacidad del sistema, cuyas funciones estaban exclusivamente enfocadas a proporcionar mantenimiento preventivo (fig. 2), en la actualidad el área de Mantenimiento tiene a su cargo las acciones correspondientes a la ampliación del Mantenimiento Preventivo y Correctivo (fig. 3).

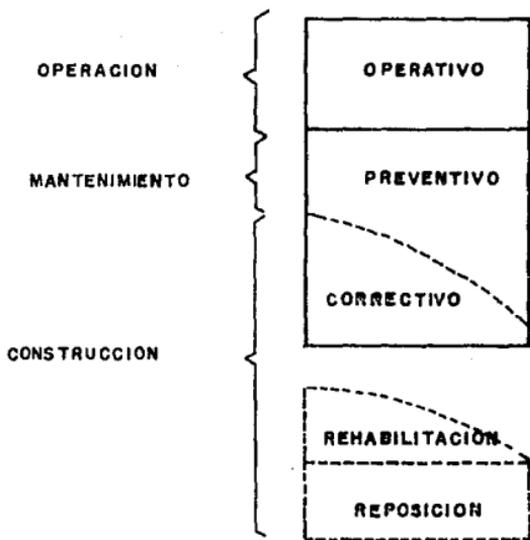


FIG. 2. AREAS DE RESPONSABILIDAD INICIAL SOBRE LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO.

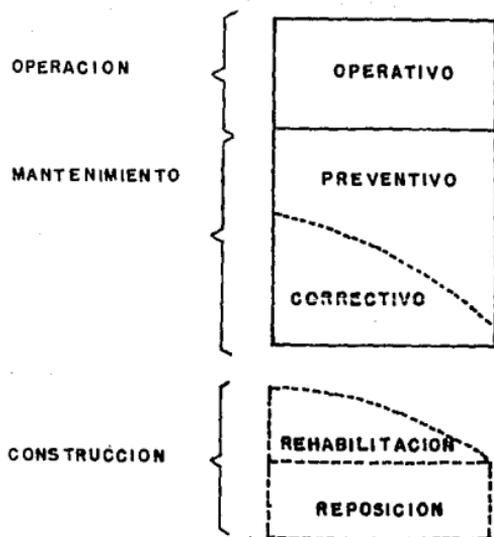


FIG. 5. AREAS DE RESPONSABILIDAD ACTUAL SOBRE LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO.

VI. 2.1. OBJETIVO.

El principal es optimizar la eficiencia de los sistemas, instalaciones, vehículos y equipos, a través de la aplicación del mantenimiento oportuno, para garantizar la continuidad de los servicios que proporciona el Sistema Hidráulico del Distrito Federal.

VI. 2. POLITICAS.

- a).- Definir las funciones técnico-operativas para -- normar el mantenimiento, de manera que el equipo opere económicamente.
- b).- Establecer las normas y especificaciones que regirán las actividades de mantenimiento.
- c).- Elaborar, implantar y controlar los programas de Mantenimiento Preventivo y Correctivo.
- d).- Formular los programas de Mantenimiento Correctivo, jerarquizando y adecuando las necesidades de operación a los recursos de mantenimiento.
- e).- Lograr un adecuado balance entre objetivos de -- operación y de mantenimiento.

- f).- Intentar que los recursos financieros orientados al mantenimiento se conviertan en partidas fijas para garantizar su ejecución.

- g).- Realizar el mantenimiento de obra civil con personal propio, y mediante contratistas cuando el volumen de obra por mantener excede las posibilidades de ejecución.

- h).- Efectuar el Mantenimiento Preventivo y Correctivo del equipo electromecánico a través de compañías contratistas, supeditadas a otra que las supervise.

- i).- Crear un sistema de control que regule las actividades de las compañías supervisoras.

- j).- Estandarizar la adquisición de materiales y equipo.

VI.2.3 METAS.

Una de las metas principales, es garantizar la continuidad de los servicios, lo que obliga a fijar límites para cuantificar los logros obtenidos, sin olvidar la edad del -- equipo instalado y en operación ni la tendencia actual de --

los fabricantes de construir nuevos modelos más frágiles y - comerciales, así las metas que se han establecido son:

VI.2.3.1. METAS EN EL CORTO PLAZO.

Aplicar Mantenimiento Preventivo cuando menos al 30 % del equipo electromecánico.

Proporcionar Mantenimiento Correctivo a todo el equipo electromecánico y vehículos que lo requieran.

Proporcionar Mantenimiento programado, como mínimo al- 30 % de la obra civil (instalaciones, edificios, etc).

VI.2.3.2 METAS EN EL MEDIANO PLAZO.

Optimizar el mantenimiento preventivo, eliminando de - esta manera el mantenimiento correctivo y reduciendo al míni- mo las acciones de emergencia.

VI.2.3.3. METAS EN EL LARGO PLAZO.

Ampliar el área de responsabilidades ejecutando, ade- más del mantenimiento preventivo, la reposición, fomentando - la actualización y modernización del equipo.

VI. 3. ACCIONES

Las acciones están orientadas a estructurar los programas de mantenimiento; se presentan tanto las que se han iniciado sin desarrollar totalmente, como las necesarias para respaldar los programas.

Se analizan tres opciones para la organización de las actividades, agrupadas por tipo de equipo o por producto, -- las cuales consisten básicamente en lo siguiente:

Por producto. Que las funciones de Mantenimiento se organicen para conservar los equipos e instalaciones específicas de drenaje.

Por tipo de equipo. En este caso, las cuadrillas de Mantenimiento se dividen principalmente por el tipo de equipo que conservan, como son eléctrico, mecánico y de obra civil.

Mixta. Este es una combinación de los anteriores y depende de la división principal.

Con objeto de iniciar las actividades de Mantenimiento, se adoptó la segunda, es decir, por tipo de equipo. Así se puede aprovechar la ventaja de formar un grupo pequeño de

técnicos, ir creciendo, y modificar la organización conforme la práctica.

Los problemas por falta de Mantenimiento son resultado de la insuficiencia de recursos, rápido crecimiento urbano y acelerado incremento de la población que demanda servicios. Se preve que aun cuando se aplicaran los recursos financieros suficientes al mantenimiento de equipo e instalaciones, existirán restricciones, como recursos humanos limitados, poca capacidad y escasez de contratistas, falta de partes de repuesto etc, lo que obliga a considerar una estrategia por etapas.

Bajo este criterio se deben analizar los programas de mantenimiento preventivo y correctivo del equipo electromecánico, de vehículos, y el de mantenimiento de obra civil, los cuales estan divididos en obras hidráulicas de drenaje, edificios, instalaciones varias y precolados.

De acuerdo con lo recomendable, el mantenimiento total se divide en 80% para mantenimiento preventivo y 20% para mantenimiento correctivo o emergente. Se considera que el mantenimiento preventivo se aplicará gradualmente, con un incremento aproximado del 17% anual al equipo que esté bajo programa. Por otra parte, el mantenimiento emergente se considera proporcional al preventivo por lo que crece --

con la misma tendencia (Fig. 4).

VI.4 MANTENIMIENTO CIVIL.

El mantenimiento civil está dividido de la siguiente manera:

Al programa de drenaje se considera la construcción y reconstrucción de bocas de tormenta, reconstrucción de pozos de visita, cajas de colector, tapas de coladeras pluviales, etc.

En cuanto a conservación de edificios e instalaciones, incluye mantenimiento de edificios, plantas de bombeo de --- aguas negras, cárcamos en pasos a desnivel, trabajos especiales, etc.

En otro programa, el de precolados, se considera la construcción de brocales, coladeras pluviales, tapas de coladeras pluviales, etc;

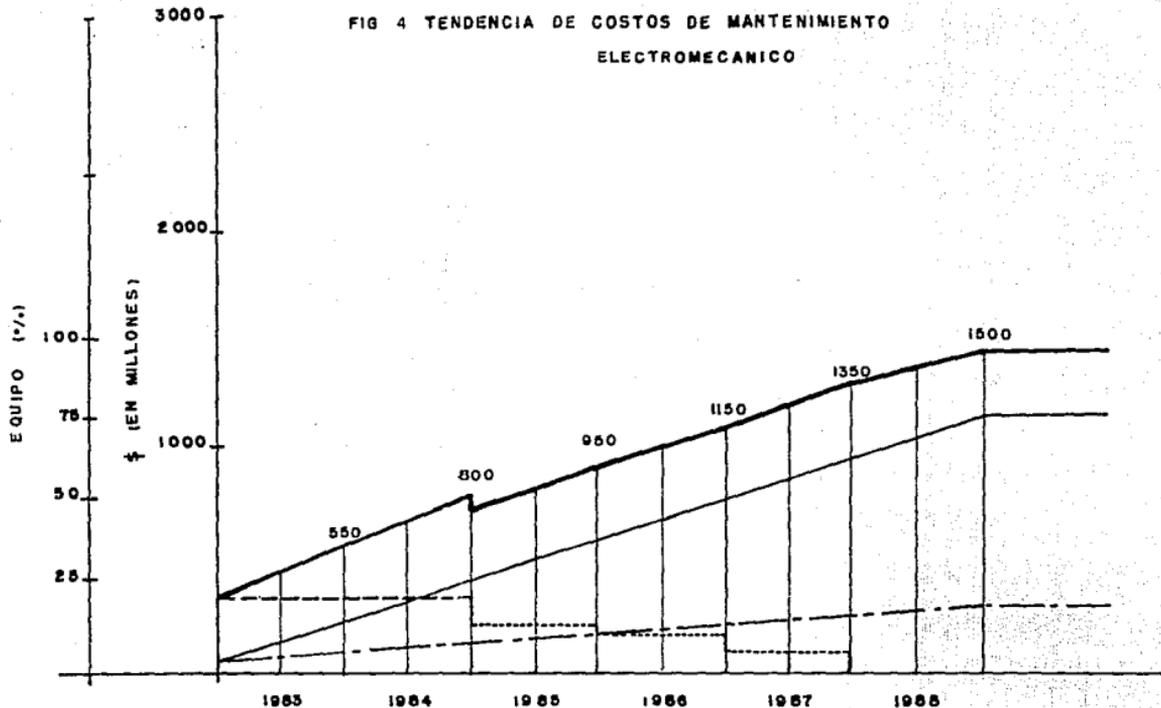
VI. 5. ORGANIZACION.

Para alcanzar el óptimo rendimiento, tanto de la vida económica del equipo e instalaciones como de la producción o rendimiento de los mismos, es necesario mantenerlos constan-

temente en las mejores condiciones; para lograrlo se creó - la Oficina de Mantenimiento.

Dicha oficina estableció dos nuevas áreas según sus objetivos: una para atender las instalaciones y equipo electromecánico y otra destinada a la planeación y organización, adicionadas a las existentes dieron la conformación que se muestra en la fig. 5 y 6

FIG 4 TENDENCIA DE COSTOS DE MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO



SIMBOLOGIA

- COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO
- - - MANTENIMIENTO CORRECTIVO
- MANTENIMIENTO PRENTIVO
- - - MANTENIMIENTO CORRECTIVO ESTIMADO
- MANTENIMIENTO EMERGENTE

FIG. 5

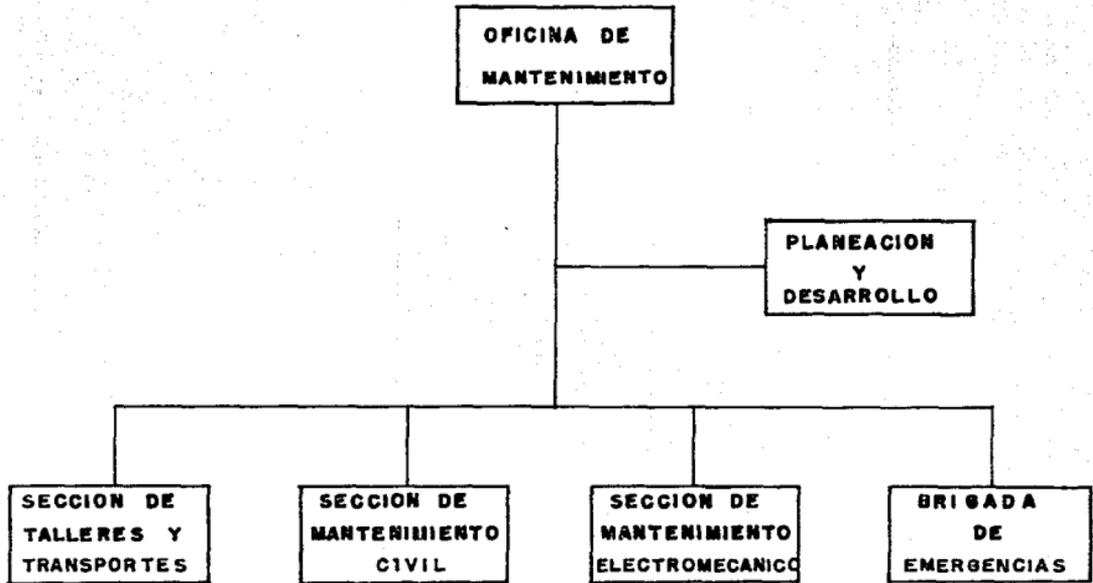
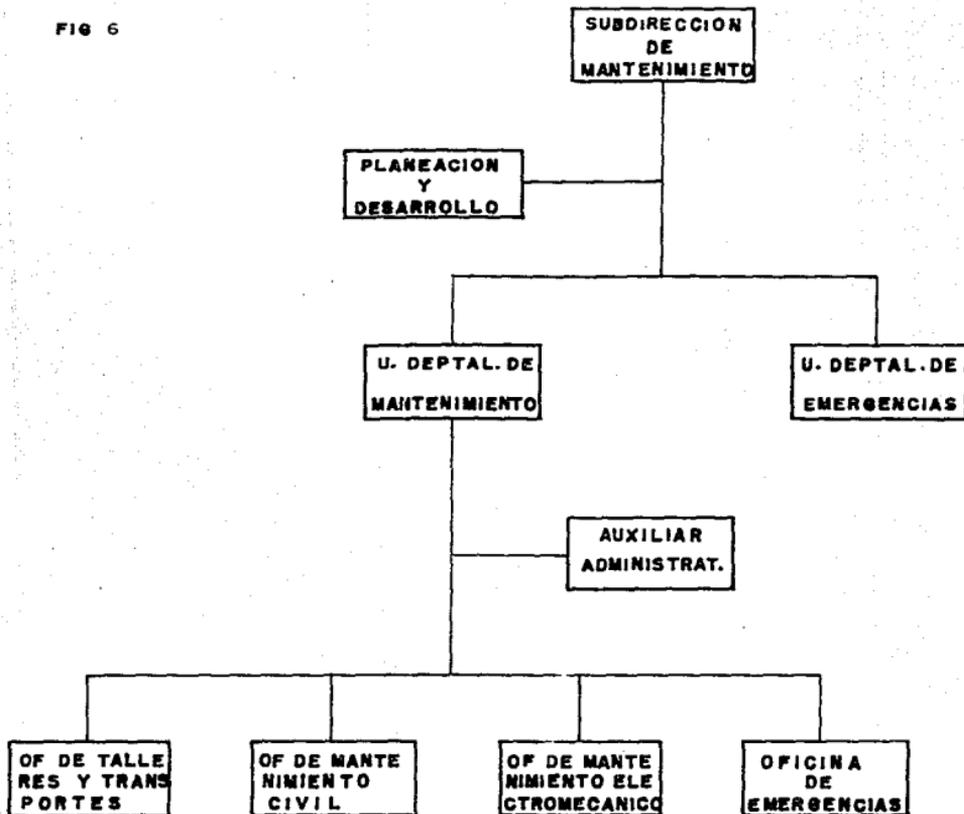


FIG 6



VI. 5. 1. TALLERES Y TRANSPORTES.

Tiene a su cargo el mantenimiento de todos los vehículos y unidades móviles, así como el control del equipo pesado y de transportes que se utilizan en la operación y mantenimiento del drenaje.

Se ha calculado que en promedio se deberán atender 60 unidades al día para cumplir con, los programas de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo menor.

Para la aplicación del mantenimiento se determinaron en tres etapas: Mantenimiento preventivo (programado), mantenimiento correctivo ligero (que puede realizarse en forma paralela al primero), y mantenimiento correctivo pesado, como rectificador y ajuste, transmisión, colisión, etc.

VI. 5. 2. MANTENIMIENTO CIVIL.

En esta área se coordinan las siguientes actividades

- Construcción y reconstrucción de bocas de tormenta.
- Reconstrucción de pozos de visita, cajas de colectores y coladeras pluviales.

- Construcción, reconstrucción o modificación de casetas para operaciones de pozos, plantas de bombeo etc.
- Mantenimiento de obra civil: cárcamo de bombas de pasos a desnivel, plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento y regulación.

Lo anterior se realiza con personal propio, solo cuando el volumen de obra excede las posibilidades de ejecución, se emplean los servicios de contratistas.

VI. 5. 3. BRIGADA DE EMERGENCIAS.

La brigada de emergencias se encargará del mantenimiento mayor "correctivo urgente" que se presenta en las redes de drenaje, fuera de emergencias, se dedicará a la instalación programada y mantenimiento de dispositivos de control en la conducción de las aguas pluviales y mantenimiento de los mecanismos localizados bajo la rasante del pavimento de las captaciones del drenaje profundo, así como cajas especiales del sistema de colectores, esta constituida por dos grupos:

- a) De servicios. Formado por los elementos de apoyo para realización oportuna de los trabajos; incluye

fundamentalmente personal administrativo, capacitación y adiestramiento. Su función será proporcionar información, asesoría, recursos y servicios de toda índole que requiera el grupo de trabajo.

- b) De trabajo. Formado por jefes de turno, sobrestantes obreros especializados, ayudantes y peones,--- cuando se le notifique de una emergencia, realizará el reconocimiento de las instalaciones para valorar los daños; si el estado de emergencia no es mayor, avisa al grupo de apoyo para que llame a -- quien deba actuar, y mientras llega, auxilia a reducir las molestias; si el estado de emergencia se justifica ejecutará el trabajo necesario para eliminar la emergencia y acondicionará la zona hasta que quede restituida totalmente. También realizará labores programadas de mantenimiento de mecanismos de las capacitaciones del drenaje profundo y - cajas especiales de los sistemas de colectores.

La labor de esta oficina es de carácter especializado, por lo que su personal deberá poseer las siguientes características.

- Capacidad técnica para identificar, planear y solucionar problemas.

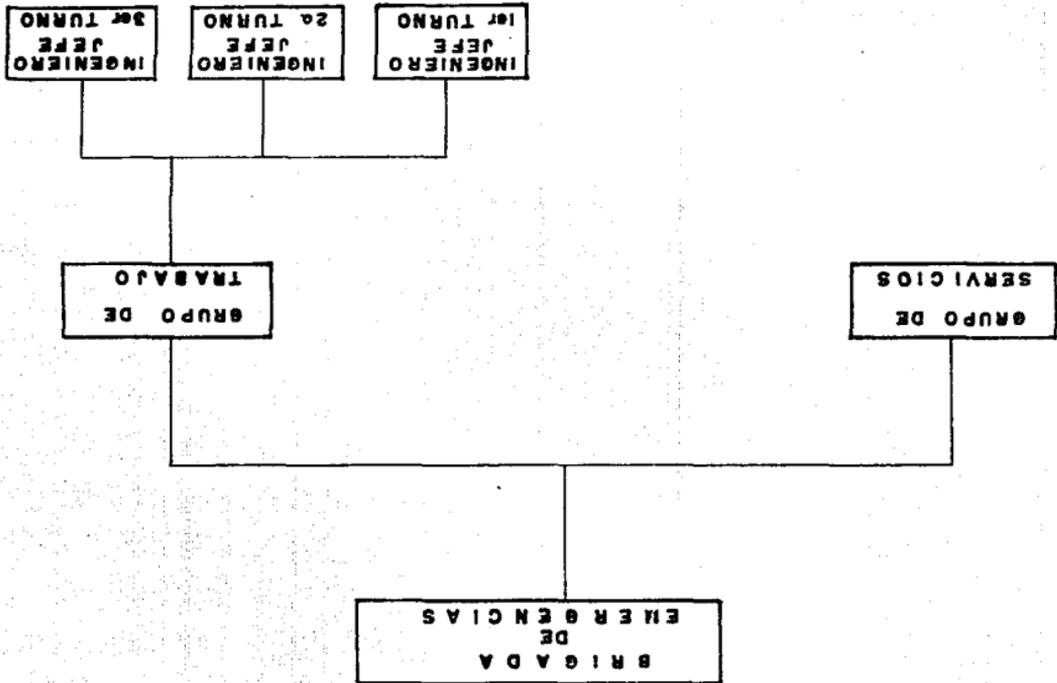
- Capacidad de organización para distribuir el trabajo y conseguir los medios oportunamente.
- Capacidad de trabajo eficiente.
- Disponibilidad permanente.

Al respecto los recursos humanos son insuficientes para cubrir los turnos que se han establecido. Su estructura se muestra en la fig. 7.

VI.5.4. MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO.

Es la responsable del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos e instalaciones electromecánicos, además de establecer las normas, especificaciones y programas respectivos atiende los reportes del equipo que se encuentra fuera de servicio.

FIG 7



Dentro de sus funciones, destacan las siguientes:

- a) Programar el mantenimiento correctivo del equipo electromecánico.
- b) Programar la secuencia de atención al mantenimiento preventivo de los equipos.
- c) Contratar los servicios de empresas especializadas para realizar el mantenimiento requerido.
- d) Hacer el diagnóstico del estado de las partes y del equipo al efectuar el mantenimiento preventivo.
- e) Analizar las causas que originan las interrupciones del equipo y determinar las medidas preventivas.
- f) Revisar y modificar, en caso necesario las actividades del mantenimiento operativo a cargo del personal de operación.

Por otra parte, se han observado con frecuencia fallas que provocan descomposturas en uno o varios equipos, los que a su vez ocasionan paros imprevistos en toda una planta; para aliviar esta situación bastaría enviar una cuadrilla de mantenimiento y el servicio se restituiría, sin embargo cuando las descomposturas ocurren se tienen muchos problemas para asignar un contratista dispuesto a realizar los trabajos de mantenimiento necesarios.

Lo anterior ha originado la inquietud de formar cuadrillas para aplicar el mantenimiento correctivo emergente - menor, que se presenta en el equipo e instalaciones electromecánicas, las cuales pueden integrarse con personal especializado.

El servicio deberá cubrir las 24 horas de todos los días del año por tanto, deben considerarse las cuadrillas de relevo necesarias para que siempre se halle disponible, cuando menos una de ellas para atender emergencias

VI.5.5. PLANEACION Y DESARROLLO.

En esta área su función básica consiste en lograr el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, para ello debe desarrollar todas las actividades necesarias a fin de - elaborar planes, programas, mecanismos de control y la documentación que soliciten otras dependencias, canaliza las necesidades de capacitación de personal a través del área de - Recursos Humanos.

Sus funciones principales están estrechamente relacionadas con las actividades de drenaje y plantas de tratamiento, pertenecientes a la organización de la operación del drenaje.

Para ejecutar los trabajos es necesario generar trámites administrativos, como contratos y sus respectivas estimaciones o bien el ejercicio del fondo de caja, etc. lo que implica en algunos casos, la intervención de las áreas de Control de Obra y Precios Unitarios, Recursos Materiales, Contabilidad y Unidad Presupuestal.

VI.5.6. HIGIENE Y SEGURIDAD.

Los riesgos de accidente constituyen un serio problema sin embargo la prevención de accidentes se ha venido practicando en forma individual o de manera dirigida y activa en la medida en que se tiene conciencia por experiencias o conocimientos en cada nivel de mando.

Un análisis de los riesgos que involucran los trabajos, se ha detectado que son muy variables; ocasionan una incidencia importante de faltas de trabajo a causa de lesiones leves o enfermedades y afectan sólo a los trabajadores si no también a peatones y automovilistas y ciudadanos comunes.

Se trabaja en la elaboración de instructivos generales de prevención de accidentes y/o enfermedades profesionales, que abarcan desde la protección requerida para el manejo de herramienta y equipo propio de las actividades, hasta

el señalamiento adecuado en la vía pública sobre los riesgos que presenta un trabajo para que los vecinos y automovilistas considerando también los peligros que involucra el manejo de aguas negras y los trabajos de emergencia en las reparaciones de las redes de drenaje.

La falta de un mantenimiento adecuado, combinado muchas veces con lo obsoleto del equipo, es motivo de bajos rendimientos en la operación y de una probabilidad alta de fallas y paros imprevistos, lo que propicia incertidumbre, incrementos en el consumo de energía eléctrica y aumento en los costos de mantenimiento correctivo y rehabilitación. Asimismo la falla en un solo equipo puede propiciar el paro de toda una instalación, lo que podría generalizarse en caos por las inundaciones que se presentarían en gran parte de la Ciudad, repercutiendo en la economía y salud de los usuarios.

Basta decir que si durante una tormenta coincidiera la interrupción en el suministro de energía eléctrica por parte de la Comisión Federal de Electricidad, con fallas en las plantas generadoras del Sistema Churubusco, principalmente la de Aculco o en San Antonio Tomatlán del Sistema Gran Canal, se inundarían extensas zonas desde el Viaducto Miguel Alemán hasta Xochimilco.

VI.6 MANTENIMIENTO DE LA RED

VI.6.1 LIMPIEZA Y DESAZOLVE

La eficiencia de las tuberías estará sujeta a los programas de limpieza y desazolve constante, principalmente en las áreas donde el azolve provoca graves problemas de encharcamiento. La cantidad de azolve existente en la red de alcantarillado varía en cada tramo, no obstante el promedio de altura de azolve en los conductos es del orden del 24% aproximadamente del diámetro, esto significa un notable decremento en la capacidad de conducción.

Es recomendable una inspección al tramo afectado antes de decidir que tipo de trabajo de conservación se efectuará, con el fin de determinar personal y tipo de herramientas adecuadas para la reparación de la falla.

Las inspecciones para efectos de mantenimiento, generalmente se realiza en:

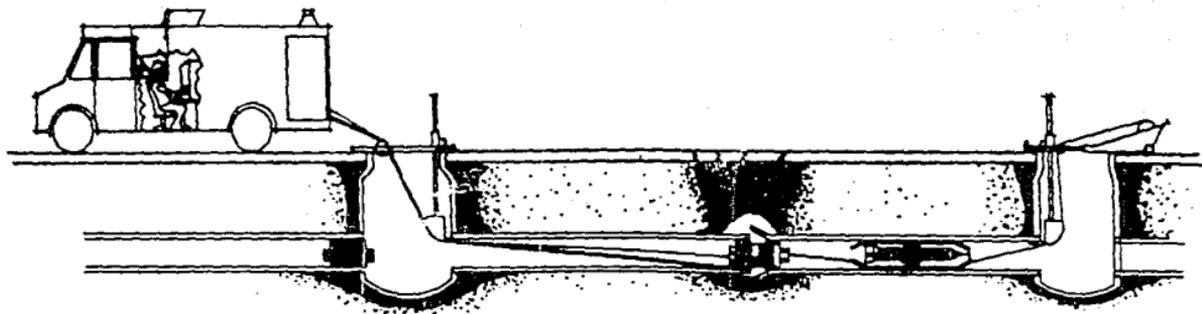
- 1.- ALBAÑALES
- 2.- ATARJEAS
- 3.- POZOS DE VISITA
- 4.- POZOA DE ABSORCION
- 5.- COLADERAS PLUVIALES
- 6.- FOSAS SEPTICAS

- 7.- CARCAMOS
- 8.- COLECTORES
- 9.- PRESAS
- 10.- BORDOS, RIOS, LAGUNAS Y CANALES
- 11.- SIFONES
- 12.- TANQUES DE TORMENTA
- 13.- TRAMPAS DE SOLIDOS
- 14.- PLANTAS DE BOMBEO
- 15.- PREDIOS QUE SOLICITAN EL SERVICIO DE ALCANTARI--
LLADO.

Actualmente el método más moderno para inspeccionar el interior de las tuberías, es por medio de una cámara de televisión de circuito cerrado (fig. VI. 14), mediante el cual se pueden determinar fallas estructurales, funcionamiento hidráulico y cantidad de azolve en los conductos.

Los trabajos y programas de desazolve de las tuberías, accesorios y obras auxiliares, antes y época de lluvias son-- de suma importancia, para evitar la presencia de los siguientes problemas:

Obstrucción de coladeras, albañales, atarjeas, zanjas, rejillas, etc., además ruptura de los bordos de los ríos, derrames de los conductos a la vía pública o dentro de los predios por insuficiencia de conducción, fallas en plantas de --



(Fig. VI. 14.)

bombeo, etc.

Por lo anterior, es necesario mantener brigadas de -- trabajo las 24 hrs. del día en las zonas críticas con el --- equipo y herramienta suficiente y adecuada.

De las partes altas de la cuenca, bajan con gran velo- cidad grandes volúmenes de agua, que arrastran todo tipo de- material sólido de desecho y basura en general, que finalmen- te se depositan en atarjeas, colectores e interceptores, que han provocado inundaciones de áreas considerables al obs--- truirse los conductos.

Para evitar esto es necesario construir trampas para- sólidos en los cauces a cielo abierto antes que entren en -- las alcantarillas así como muros de retención que intercep-- tan el azolve y regulan las avenidas.

Para efectuar los trabajos de desazolve de la red, -- existen tres procedimientos de acuerdo al tipo de herramien- ta a utilizar: el manual, el mecánico y con equipo hidroneu- mático, haciendo combinaciones ante los mismos cuando la si- tuación lo amerite.

VI.6.2 DESAZOLVE MANUAL

Esta actividad se realiza utilizando equipo y herramienta operados manualmente. Es usado cuando los recursos-económicos son escasos o cuando las condiciones topográficas o zona urbana no permiten el acceso de equipo más complejo, y se realiza con varilla flexible empalmable o malacate manual.

a).- CON VARILLA FLEXIBLE EMPALMABLE

Se utiliza para remover taponamientos relativamente "blandos" en albañales y atarjeas, material que es arrastrado por el mismo escurrimiento al pozo de visita siguiente - donde es colectado y retirado del sistema.

Para hacer avanzar la varilla, se coloca una guía -- que facilita que la varilla llegue hasta la obstrucción, el cual será removido por los diferentes accesorios que pueden colocarse en la punta frontal de la varilla (fig. VI. 15).

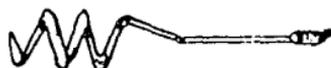
b).- DESAZOLVE CON MALACATE MANUAL.

Se utiliza en el desazolve de atarjeas y se compone - de un chasis montado sobre cuatro ruedas, el cual tiene un -

ACCESORIOS DE VARILLAS PARA DESAZOLVE



TIRABUZON BARRA CUADRADA.
SE USA EN LUGARES QUE CONTIENEN GRSIA
DURA Y PAPEL
TIRABUZON B / CUADRADA DE + 3", 4", 5", 6", 8" y 10"



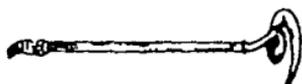
TIRABUZON BARRA REDONDA
HERRAMIENTAS DE MEDIDAS PEQUEÑAS SON
UTILES EN DRENAJES Duros DONDE EL
FANGO NO SE PUEDE MOVER
TIRABUZON B / REDONDA DE + 1/2", 2", 2 1/2" y 3"



**TIRABUZON
BARRA REDONDA DOBLE.**
UTIL PARA ATRAPAR Y SACAR RAICES,
TRAPOS, LANTAS Y OTRAS OBSTRUCCIONES
TIRABUZON DOBLE DE + 3", 4" y 5"



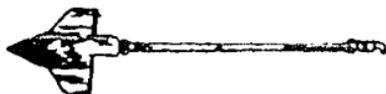
TIRABUZON NAVAJA
MEDIDAS + 3", 4", 5", 6", 8" y 10"



RECUPERADOR DE VARILLAS.
UTIL PARA RECUPERAR VARILLAS QUE
SE PERDIO EN LA MITAD DE LA LINEA



PUNTA DE LANZA CORTADORA.
HERRAMIENTA USADA EN DESMENUZAR BOTE—
CLAS O PERFORAR LATOS, PARA TUBOS
PEQUEÑOS CON DEBECOS Duros.
MEDIDAS + 1 7/8" y 4"



PUNTA DE LANZA ARENERA
UTIL PARA PERFORAR TAPONAMIENTOS DE
ARENA LANZA ARENERA DE 3"

tambor que recibe la transmisión por medio de dos engranes - para su operación se complementa con un tramo de cable de acero de 1/4" de diámetro, así como una draga tipo pescado o un bote cepillo. La operación se inicia en un pozo aguas arriba hacia el siguiente pozo aguas abajo, al introducir la draga en el primer pozo, esta se abre y es jalada por otro malacate manual desde el pozo de visita opuesto y posteriormente se cierra al iniciar el recorrido inverso, al llegar al punto de partida, la draga será descargada del azolve reunido y se repartirá la operación cuantas veces sea necesario, para el acabado final se usará el cepillo de alambres a la medida de la tubería.

Para evitar el rozamiento del cable con las estructuras, se usará una plataforma de superficie, así como un yugo de carretilla interior (fig. VI.16 y VI. 17).

DRAGA TIPO PESCADO.

DIAMETRO (MTS)	PARA USARSE EN TUBOS DIAMETRO (MTS).
0.10	0.15
0.15	0.20
0.20	0.25
0.25	0.30
0.30	0.38
0.38	0.45

BOTE CEPILLO

DIAMETROS (MTS)	PARA USARSE EN TUBOS DIAMETRO (MTS)
0.15	0.2-
0.20	0.25
0.25	0.30
0.30	0.38

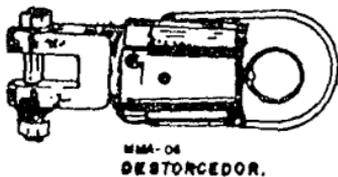
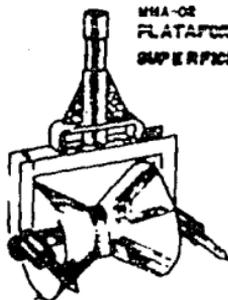
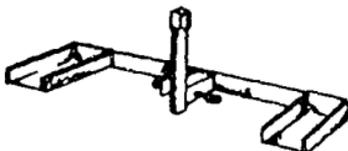
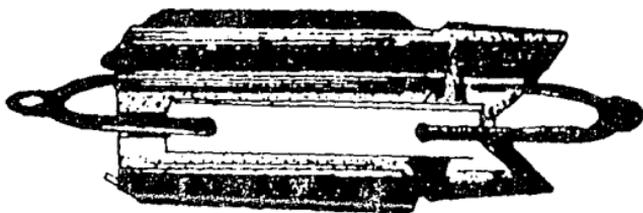


Fig. VI. 16 1

DRAGAS TIPO PESCADO

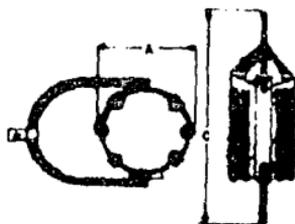
ABIERTA



CERRADA

ESPECIFICACIONES

No.	DIAMETRO TUBO		A	B	C
	PULG.	CM.	CM.	CM.	CM.
MMD-01	4"	10	7	9	61
MMD-02	6"	15	11	14	73
MMD-03	8"	20	15	19	75
MMD-04	10"	25	18	24	87
MMD-05	12"	30	23	29	90
MMD-06	15"	38	29	34	100
MMD-07	16"	40	33	39	110
MMD-08	22"	56	40	48	120
MMD-09	24"	60	47	54	130
MMD-10	30"	76	68	83	150
MMD-11	36"	91	82	71	163



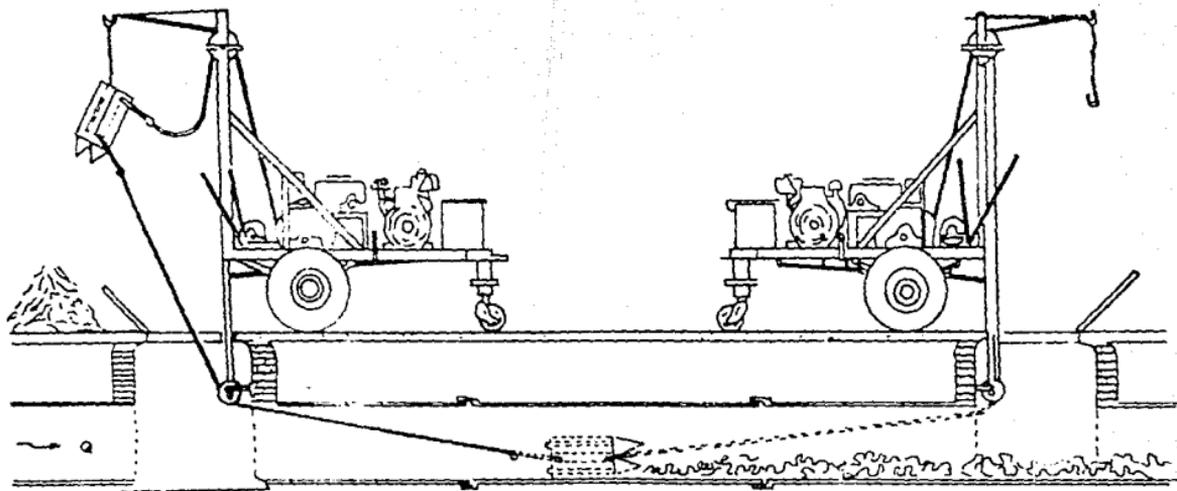
(Fig. VI. 17.)

VI.6.3 DESAZOLVE CON MALACATE MECANICO

El malacate mecánico se compone de un chasis de acero montado sobre un eje de dos llantas neumáticas y una rueda carretilla en la parte posterior que viene siendo la directriz, sobre el chasis esta instalado un motor que puede ser de gasolina o diesel, así como dos tambores, uno para enrollar el cable de acero de 1/2" de diámetro que es con el que se jalan los botes o dragas, y otro para recoger el cable de acero de 1/4" de diámetro que se utiliza para la preparación de los tramos por desazolvar estos malacates, al igual que los manuales siempre trabajan por pares (fig. VI.18).

Para iniciar la operación, se coloca un malacate en cada pozo de visita del tramo por limpiar, para que sean -- unidos por medio del cable de preparación, después se procede a enganchar el cable de 1/2" de diámetro y el recolector de azolve que se vaya a utilizar, pudiendo ser la draga automática tipo pescado o el bote cepillo.

Para evitar rozamientos entre el cable y la estructura, se acopla al chasis un bastón en cuyo extremo inferior sostiene un puente con polea el rozamiento. Además en la parte superior del chasis hay un gancho donde se atracarán los botes y dragas para que descarguen en carretillas el -- azolve.



MALACATES MECANICOS
(Fig. VI. 18.)

Estos malacates se utilizan en conductos de cualquier diámetro de la red primaria y secundaria.

VI.6.4 METODOS DE PREPARACION DE DRAGADO.

La preparación es la base para la operación del dragado en las tuberías y consiste fundamentalmente en lograr la comunicación entre dos pozos de visita, cuya tubería este azolvada en la cual se tienen varios métodos de preparación y que a continuación se mencionan algunos de ellos.

a).- PIOLA Y FLOTADOR

Para este método, se requiere como mínima condición que exista un escurrimiento tal que transporte al flotador, pudiendo ser pedazos de madera, rama o algún producto plástico y cuando haya grasa se usará un envase lastrado de madera que se desplace entre el azolve y las natas.

Se usará una piola de nylon del número 15, al flotador la arrastra aguas abajo donde es recuperada y sustituida por piola del número 120 que permitirá jalar en sentido inverso el cable de acero de 1/4 " de diámetro.

b).- TRAMOS DE MADERA CURADA

Este método se utiliza en tuberías con aguas estancadas, mediante tramos de madera de un metro de longitud, cuatro centímetros de ancho y dos centímetros de espesor, empalmados con tornillos. Estos tramos serán empujados hasta alcanzar el siguiente pozo de visita, tomando en cuenta que el último tramo lleva atada la piola del número 120 que permitirá el arrastre del cable de 1/4" de diámetro.

c).- VARILLA FLEXIBLES EMPALMABLES

Se utiliza cuando la cantidad de azolve en la tubería no permite utilizar alguno de los dos métodos anteriores. Mediante un dispositivo de rosca denominado barril o mazorca, las varillas son empalmables para introducir las a la tubería mediante una gúa, al frente se le coloca una punta de ataque para facilitar el paso entre el azolve, se recupera en el siguiente pozo y se le ata al cable de 1/4" de diámetro y se jala aguas arriba, quedando preparado el tramo.

d).- PREPARACION CON PERSONAL

Se utiliza con tuberías donde el diámetro lo permita y el escurrimiento sea mínimo y las condiciones de seguridad

máxima este método solamente se utiliza en casos excepcionales.

La persona a introducirse deberá tener el equipo de protección personal adecuado, como máscara antigases o un pulmón mecánico, botas y guantes, ropa impermeable, al estar en el fondo del pozo de visita, llevará atado cable manila de 1/2" de diámetro, se encaminará al siguiente pozo de visita donde el cable de manila se atará al cable de acero de 1/4" el cual será jalado al primer pozo quedando lista la preparación.

IV. 6.5 DESAZOLVE CON EQUIPO HIDRONEUMATICO

Este equipo hidroneumático de diseño y manufactura extranjera posee características que facilitan los trabajos de limpieza y desazolve de la red secundaria. El equipo está compuesto de las siguientes partes principales:

- a).- MOTOR PRINCIPAL
- b).- DEPOSITO DE DESPERDICIOS
- c).- TANQUE DE AGUA
- d).- BOMBA DE AGUA O SISTEMA DE ALTA PRESION
- e).- MECANICO PARA LA MANGUERA DE SONDEO DEL SISTEMA-
DE ALTA PRESION.
- f).- SISTEMA DE TRANSPORTACION NEUMATICA O TURBINAS
(SUCCION)

g).- MOTOR AUXILIAR O MOTOR PARA EL SISTEMA DE SUCCION.

La unidad hidroneumática, marca VACTOR'S, modelo 1200- es capaz de remover arena, piedras, botellas, latas, grasa, lodo y cualquier tipo de desperdicios tanto el drenaje sanitario como pluvial, usando descargas de agua tratada a presión en forma de chorro a través de una boquilla en la que se puede regular el ángulo de dirección del agua y que tiene efecto percutor para desbaratar obstrucciones. La bomba de alta presión es accionada hidráulicamente por medio de un motor de combustión interna.

Esta montado en un chasis de camión con un eje delantero con capacidad de 7,260 kg. (16,000 libras) y con un eje trasero de doble tracción con capacidad de 15,436 kg. -- (34,000 libras) Ford LNT-8000, con motor diesel (caterpillar modelo 320 B. fig.VI. 19)

La forma en que opera este equipo se puede describir de la siguiente forma:

Cuando el equipo ya sea colocado junto al pozo de visita del tramo que se va a limpiar, se suelta la abrazadera de la manguera de succión bajando la pluma ligeramente con la unidad de control, la pluma se puede mover horizontal ---

VACTOR JET-RODDEE MODEL 1200

FLOTADOR CON INDICADOR VISUAL INDICA EL NIVEL EN LA CAJA DE DESPERDICIOS

SISTEMA DE CONTROL DE POLVOS CAPAZ DE RETENER PARTICULAS DE 50 MICRAS O MAYORES. DE TAL FORMA QUE LA DESCARGA DE AIRE A LA ATMOSFERA NO CONTAMINE

NUNCA SE DESCONECTA CUANDO SE EFECTUA LA DESCARGA POR VOLTEO

TIENE UN CUERPO FILTRANTE EN LA BASE DE LA CAJA QUE SEPARA EL AGUA DE LOS SÓLIDOS, DRENANDO ÚNICAMENTE EL AGUA SUCCIONADA.

MODERNO COMPRESOR CENTRIFUGO DE DOS FASES EQUIPADO CON TURBINAS NEUMÁTICAS

LA MANIPULADORA DE TUBERÍA ESTÁ SOSTENIDA POR UNA PLUMA CON MOVIMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL OPERADA A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE CONTROL

LA CAJA DE DESPERDICIOS ES LIGERA Y RESISTENTE A LA CORROSIÓN Y ABRASIÓN

EL COMPRESOR ESTÁ ACCIONADO INDEPENDIEMENTE POR UN MOTOR AUXILIAR DE 100 H.P. Y LA BOMBA DE AGUA ES ACCIONADA POR EL MOTOR DEL CAMIÓN

TODOS LOS CONTROLES DEL SISTEMA HIDRÁULICO ESTÁN SITUADOS AL FRENTE DE MODO QUE EL EQUIPO LE PROPORCIONA PROTECCIÓN AL OPERADOR

CIERRE NEUMÁTICO POR MEDIO DE CAYOTES HIDRÁULICOS ACCIONADOS DESDE UN CORTADO

LA CAJA DE DESPERDICIOS TIENE CAPACIDAD PARA ALMACENAR 12.25 m³ (16 YD³) DE AZÚL

TANQUE DE AGUA CON CAPACIDAD DE 5000 LTS. (1,300 GAL.)

MANIPULADORA PARA ABASTECERSE DE AGUA EN HIDRANTES PARA INCENDIOS

CHASIS NORMAL DE CAMIÓN

BOMBA DE AGUA JET-RODDEE DISEÑADA ESPECIFICAMENTE PARA VACTOR. CAPAZ DE SUMINISTRAR UN MÁXIMO DE 227 Lbs./Min. (80 Gal/Min) Y UNA PRESIÓN MÁXIMA DE 140.05 Kg Cm² (2000 Lbs/Pul²)

CARRETE DE ACERO PARA LA MANIPULADORA DE ALTA PRESIÓN CON CAPACIDAD HASTA DE 182m. (600 pies). PUEDE ENROLLAR COMO DESERROLLAR POR MEDIO DE UN MOTOR HIDRÁULICO CON VELOCIDAD REGULABLE EN AMBOS SENTIDOS

ENCHUFE PARA LA PISTOLA DE AGUA DE ALTA PRESIÓN PARA LAVAR POZOS DE VISITA Y COLADEPAS PLUVIALES

(Fig. VI. 19.)

mente o verticalmente utilizando el botón indicador en la --
unidad de control remoto. Despues que la pluma ha sido colo-
cada sobre el pozo de visita, se elige la extensión de tubo-
de aluminio, dependiendo de la profundidad del pozo de visi--
ta.

La bomba hidráulica se utiliza para abastecer de acei-
te al sistema de agua de alta presión, al carrito de la man-
guera y a la grúa del camión. Para encender la bombe hidráu-
lica, el motor del camión deberá estar funcionando, la válvu-
la de compuerta en la línea de succión del tanque hidráulico-
y la válvula de compuerta de retorno tienen que estar en la-
posición normal de apertura total.

APERTURA TOTAL

Se pisa al clutch para poder mover la palanca marcada
con las siglas P.T.O. (Power Take Off) a la posición "Dentro
(In) se suelta el clutch una vez realizada dicha operación. -
Con esta acción quedará engranado el mecanismo de la toma de
fuerza P.T.O. con la transmisión que accionará la bomba hi-
dráulica.

El mecanismo de la toma de fuerza de encendido debe -
estar siempre apagado. Cuando se utilice la bomba hidráuli-
ca, para encender el motor auxiliar antes se deberá checar -

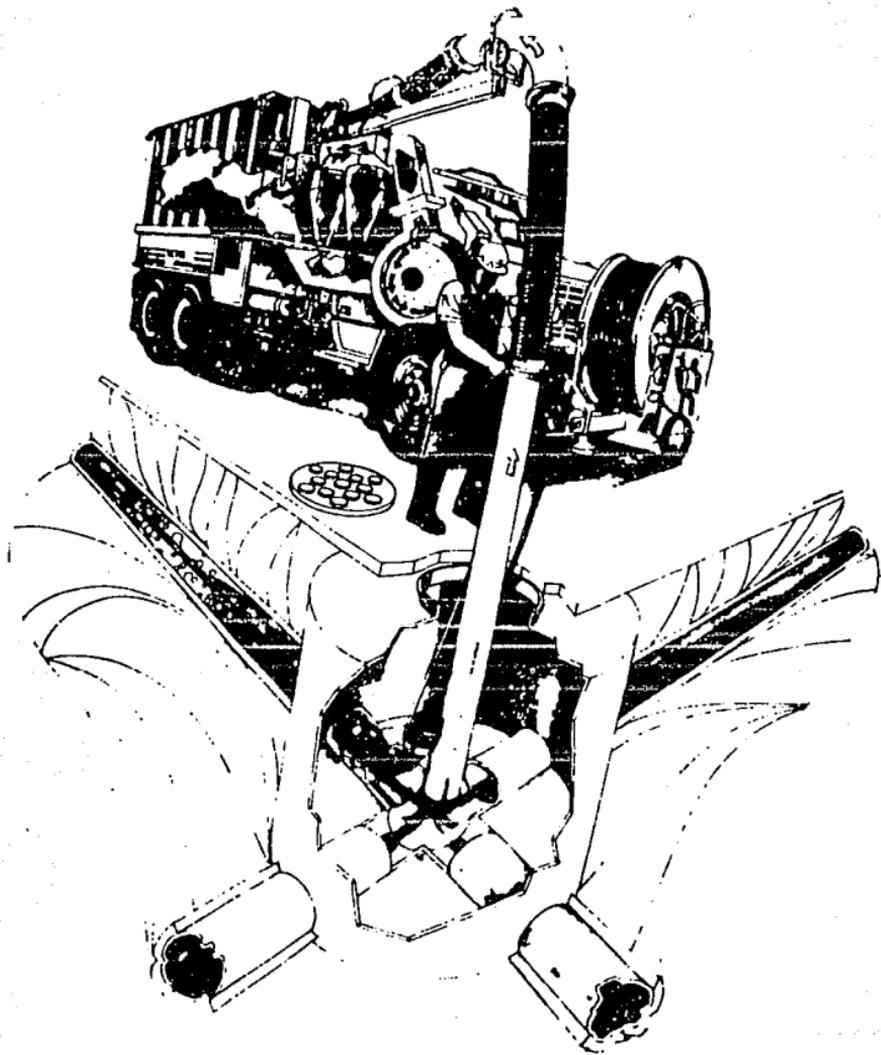
de que el clutch de la transmisión no este embragado.

La operación de sondeo se efectúa conjuntamente con la succión de pozo a pozo y en contra la corriente del agua, para que cuando la boquilla regrese con un mínimo de presión de agua, y que arrastre hacia el pozo de visita todo el material sólido o azolve que aún quede dentro de la tubería -- para ser succionado, fig. VI.20.

VI.7 PREVENCIÓN DE SUSTANCIAS EXPLOSIVAS O VENENOSAS.

En todas las actividades de conservación donde se realizan inspecciones, desazolve y reparaciones de la red, el personal esta expuesto a sufrir accidentes por tránsito vehicular daños físicos, infecciones, envenenamiento por gases, asfixia, entre otros riesgos de salud.

De lo anterior se desprende que el medio donde se desarrollan estas actividades es altamente insalubre y muy riesgoso, por tanto se debe propiciar la ventilación natural o artificial de los conductos, determinar la concentración de gases, así como evitar acercar herramienta ó equipo que pueda producir alguna chispa cuando exista la sospecha de la presencia de sustancias explosivas.



(Fig. VI: 20.)

Los gases, vapores y líquidos más comunes en el drenaje son: gas etano, grasas, residuos orgánicos, ácidos -- compuestos de azufre, cromatos, fenoles, amoniaco, cianuro-alcoholes, aceites, colorantes, pinturas, solventes, jabones, detergentes y gasolinas, que arrojan al drenaje las diferentes industrias y establecimientos de servicio.

VI.7.1 PRUEBA PARA SUSTANCIAS EXPLOSIVAS.

La determinación de la existencia de sustancias explosivas en el drenaje, se realiza mediante el uso de detectores especializados, y consiste en introducir una manguera a la profundidad deseada y con un bulbo succionador se toma la mezcla a identificar, para que se oxide o se quemé al entrar en contacto con un filamento catalítico caliente que forma parte de un circuito eléctrico compensado.

Los gases ó vapores contenidos en la muestra, descompensarán el circuito, obligando a una aguja indicadora a señalar el porcentaje de explosividad sobre una escala graduada.

PRUEBA PARA SUSTANCIAS VENENOSAS.

Se realiza rompiendo una ampollita protegida con una malla de algodón, dentro del alcantarillado, el algodón ten--

drá un determinado color despues de un tiempo de exposici3n cuando el compuesto contenido reacciona con el producto a identificar.

Las pruebas más comunes que se realizan son para detectar mon3xido de carbono y ácido sulfhídrico.

La primera se realiza con cloruro de paladio, teniendo el algodón con un color que varía del amarillo al gris-oscuro.

Para el ácido sulfhídrico, se utiliza acetato de plomo provocándose el teñido del algodón entre amarillo y café.

Posteriormente, y en su caso los algodones teñidos se comparan con un colorímetro preparado para el caso, obteniéndose la concentración del gas por detectar.

CAPITULO VII

OBRAS COMPLEMENTARIAS O AUXILIARES

VII.1 CAUCES A CIELO ABIERTO

El desague de la Ciudad de México y en general de la --
cuenca. Se realiza a través de conducción superficial, cana-
les y ríos, además de conducción profunda por medio de colec-
tores, interceptores y emisores.

Las corrientes que descienden de las montañas que ro-
dean la cuenca del Valle de México, no presentan uniformidad-
en lo que respecta a sus características Hidrológicas, debido
a las condiciones propias de las zonas en que se encuentra ca-
da uno de los ríos.

Dentro del sistema Hidráulico de la cuenca, los ríos-
forman los siguientes sistemas principales:

SISTEMA PONIENTE

Se divide en dos regiones o grupos de corrientes: El
primer grupo, denominado suroeste inicia en la parte sur de -
la Ciudad con los ríos Eslava y Magdalena, terminando con el-
río San Javier, se localiza en la vertiente de las serranías-

de las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo. Es una de las zonas lluviosas del Valle de México, debido a las características geológicas de las subcuencas formadas por andesitas, abanicos aluviales y la formación tarango, los escurrimientos son de gran importancia.

El segundo grupo llamado del noroeste, es continuación del anterior, los ríos Tepotzotlán son los cauces de mayor importancia en esta región, cuya capacidad de conducción ha contribuido a evitar inundaciones en la Ciudad de México.

Debido a que los cauces del suroeste atraviezan la Ciudad, constituyen un peligro durante la época de grandes avenidas, se han desviado a través de una serie de presas, túneles y canales por el llamado sistema Hidráulico de la desviación combinada, que bordea la Ciudad por poniente y norte para descargar sus aguas al sistema de drenaje profundo o al gran canal de desague. Con este sistema se ha proporcionado a la Ciudad un cierto grado de protección.

SISTEMA ORIENTE.

Comprende desde el Río de la Compañía hasta el Río San Juan Teotihuacan siendo una de las zonas de menor peligro respecto a sus escurrimientos, debido a la escasa precipitación.

pluvial en la zona.

SISTEMA SUR.

Se extiende desde el Río San Buenaventura y canales - de Xochimilco hacia el canal de Chalco; Las aguas que transi-
tan por este sistema son descargadas hacia el canal y debido-
principalmente a que no se cuenta con una salida natural en -
la parte baja, se tiene poca pendiente, lo cual propicia que-
en temporada de lluvias el agua remanse aguas arriba, provo--
cando en algunos puntos derrame sobre los bordos de protec---
ción.

SISTEMA NORTE.

La única corriente importante en este sistema es la --
del Río de las avenidas de Pachuca.

Debido a los hundimientos constantes que sufre la Ciu-
dad, por los bombeos del acuífero subterráneo y a la incontro-
lada expansión urbana, se hizo necesario en un principio refor-
zar los bordos de los cauces que la cruzan y posteriormente en-
tubarlos como son el Río Churubusco que recibe las aguas de --
los Ríos Eslava y Magdalena hasta el Río Mixcoac, El Río de la
Piedad que recibe la aportación de los Ríos Tacubaya y Becerra

asi como el Río Consulado que es un cauce entubado, estos ---
Ríos, en su mayor parte se localizan en zonas totalmente urba
nizadas y desaguan mediante colectores al sistema general de
desague o al drenaje profundo.

VII. 2 PRESAS.

Para proteger a la Ciudad de inundaciones catastrófi--
cas provocadas por avenidas provenientes de la parte alta de -
la cuenca, se ha desarrollado un sistema de regulación e inter
cepción en la zona poniente, el cual se describe a continua---
ción:

Los Ríos Eslava y Magdalena, después de su confluencia
descargan en la presa Anzaldo, asimismo, los arroyos Texcala--
tlaco, coyotes y San Jerónimo son conducidos hasta esta presa-
por medio de un conjunto de represas y conducciones denominado
desviación al pedregal. En la presa Anzaldo se regulan los --
escurrimientos mencionados, descargando sus aguas posteriormen
te al interceptor del poniente o al Río Churubusco según las -
conveniencias de operación.

Mas al norte, los Ríos Barranca del Moral, Tequilazco,
Pilares y Barranca del Muerto, son regulados por las presas --.
Las Flores, Tequilazco, La Mina, Pilares y Tarango. A partir-
de estas presas, los escurrimientos regulados descargan al in-

interceptor del poniente o al Río Churubusco.

Desde el Río Mixcoac al norte, existe un sistema de presas y túneles de interconexión denominado desviación combinada que permite interceptar los escurrimientos de los Ríos Mixcoac, Becerra, Tacubaya, Tecamachalco, San Joaquín y el Tornillo en las presas del mismo nombre y los conduce por medio del canal del tornillo hasta el Río Hondo que a su vez descarga en el Vaso del Cristo.

Los escurrimientos que no se alcanzan a regular en el sistema de la desviación combinada, así como las aportaciones propias de la cuenca aguas abajo de los cauces de la misma, se captan en represas situadas antes del cruce con el interceptor del poniente. En estas represas se regulan para efectuar descargas controladas al interceptor del poniente o a los Ríos Churubusco, San Joaquín y de la Piedad.

Al Norte del Río Tacubaya, escurre el Río Dolores que descarga en la presa Dolores donde se regula el flujo para posteriormente descargarlo al interceptor poniente o al Río San Joaquín.

El Río Hondo recibe, además de las aportaciones del sistema de la desviación combinada, los escurrimientos de su

propia subcuenca, gastos que se regulan parcialmente en las presas el Sordo, Los Cuartos y Totolica.

Al Vaso del Cristo, descargan el canal del Río Hondo y el Río Chico de los Remedios, el primero conduce los escurrimientos que llegan al Río Hondo y el segundo las aportaciones de su subsecuencia parcialmente reguladas en las presas - Juliana, Los Arcos, El Colorado y la Colorada;

Después de ser regulados estos escurrimientos en dicho vaso, continúan por el Río de los Remedios hasta el Gran Canal o se desvían hacia el emisor del Poniente que descarga en el Río Cuautitlan y de aquí a la Laguna de Zumpango o sale del Valle por el tajo de Nochistongo.

Aguas abajo del vaso del Cristo, el Interceptor del Poniente recoge las descargas de los Ríos Tlalnepantla y San Javier, después de haber sido regulados por las Presas Madín, - San Juan y Las Ruinas. La parte baja de los Ríos Tlalnepantla y San Javier descargan al Río de los Remedios que conduce las aguas al Gran Canal y al sistema de Drenaje Profundo.

Complementa el sistema de Presas del Poniente, las Presas de Guadalupe y de la Concepción situadas sobre los Ríos Cuautitlán y Tepotzotlán respectivamente que descargan por el Canal de Santo Tomás a la Laguna de Zumpango o conti--

núan hasta el tajo de Nochistongo.

Todo este sistema de Interceptor y regulación (Fig.- VII.1), ha sufrido los efectos de la urbanización acelerada, que ha provado azolvamientos de cauces y presas, invasiones - en zonas de embalse y estrechamiento de Ríos de canales por - estructuras de cruce, lo que obliga a continuos trabajos de es- tructuras mantenimiento y obras adicionales de rehabilitación para preservar ó incrementar la capacidad de conducción y em- balse del sistema.

VII.3. LAGOS

EX-LAGO DE TEXCOCO

Cuando el Valle de México era una cuenca cerrada, el- equilibrio hidrológico se mantenía en forma natural, aumentan- do las áreas lacustres e inundadas en época de lluvias y se - reducían en temporada de secas, como consecuencia el riesgo - de inundación se incrementa.

En tiempos Prehispánicos se realizaron obras importan- tes de desagüe para controlar las crecidas del antiguo lago - de Texcoco, Así, la salida de importantes volúmenes de agua - de la cuenca condujo a la reducción del área de los Lagos. - Actualmente, esas superficies desecadas durante el estiaje, - contribuyen a la formación de tolveneras.

El Ex-Lago de Texcoco está limitado al Norte y Oriente por la curva de embalse 2237.48 M.S.N.M., al Poniente y Sur lo limitan los bordos de contención denominados Poniente y Xochiaca.

UNIDAD EJERCITO	BATALLON DE ZACAPOAXTLA Y B. FIJO DE VERACRUZ	9.69	15
ERMITA ZARAGOZA	CALLE BAMBA Y AV. XOCHIACA	5	5
CARCAMO A	PROLOG. APATLACO Y RIO CHURUBUSCO	4	2
CARCAMO C	PROLOG. APATLACO Y CENTRAL DE ABASTO	4	2
TANQUE LAGUNA	CENTRAL DE ABASTOS Y GUELATAO	12	6

SISTEMA CONSULADO

CHAPULTEPEC	SANDHI Y PASEO DE LA REFORMA	4.5	6
RODANO	RODANO Y PASEO DE LA REFORMA	0.6	5
MARINA NACIONAL	M. NACIONAL Y MELCHOR OCAMPO	0.6	5
SANCOSME	VIRGINIA FABREGAS Y ALFONSO HERRERA	14	8
TIZOC	TLALOC Y TIZOC	5.5	5
I.P.N.	AV. INSTITUTO TEC. Y FLORES MAGON	4	3
RAZA	INSURGENTES NORTE Y MONUMENTO A LA RAZA	8	4
AV. TRABAJO (PLANTA B)	AV. DEL TRABAJO Y MECANICOS	9	6
PATRONATO DEL MAGUEY	AV. CUAUTEPEC Y RIO SAN JAVIER	2.6	7
TEMPLO MAYOR	CENTRO HISTORICO TEMPLO MAYOR	0.680	18
NUEVA SANTA MARIA	MUTLE Y HIERBABUENA	4	4
C.T.M EL RISCO	FCO. J.MACIN Y AV. PEDRO GALAN	6.5	5
JESUS TEHERAN	J.TEHERAN Y PUENTE DE ALVARADO	0.8	4
PINACOTECA VIRREYNAL	DR. MORA Y BASILLO BADILLO	0.10	2
SOTANO D.D.F.	EDIFICIO DEL D.D.F.	0.125	2
EX-PENITENCIARIA	ING. E. MOLINA Y EJE 1 NORTE	0.56	2
CORREGIDORA	PALACIO LEGISLATIVO	11	3
ACUEDUCTO DE	CALLE OLA Y PLIEGO	4.4	6
CHIQUIHUIITE	RIO DE LOS REMEDIOS Y TICOMAN	2.8	4

Regula los caudales de los Ríos San Juan, Teotihuacán, Papalotla, Coaxacoaca, Texcoco, Xalapongo, Chapingo, San Bernardino, Santa Mónica, Coatepec, San Francisco, de la Compañía, Churubusco y Ameca. A su vez, el Lago vierte sus aguas sobre el Gran Canal del desague en el Kilómetro 17, a través del canal de la Draga.

EX- LAGO DE XOCHIMILCO

El área que ocupa el antiguo lago de Xochimilco se ha reducido a una serie de canales con aguas libres que circundan las Chinampas, además de terrenos de cultivo y superficie urbana, de acuerdo con la siguiente distribución:

SUPERFICIO CON CANALES	10%
CHINAMPAS	40%
TERRENOS DE CULTIVO	38%
SUPERFICIE URBANA	12%

El suministro de agua a los canales de Xochimilco se debe principalmente a las aportaciones de los arroyos San Gregorio, San Lucas, Santiago, Planta de Tratamiento de aguas negras del cerro de la Estrella y pozos San Luis 14 y 15. La capacidad aproximada para el almacenamiento útil de estos canales es de 11 millones de metros cúbicos.

LAGUNA DE ZUMPANGO

La capacidad de esta Laguna es de aproximadamente 27 millones de metros cúbicos, sus aguas provienen del Río de las Avenidas de Pachuca, parte de las del Cuautitlán y de los Ríos del Poniente encauzados por interceptor del Poniente y el Canal de Santo Tomás.

VII.4. PLANTAS DE BOMBEO

La extracción de agua subterránea para el abastecimiento a la Ciudad, ocasionaron deformaciones en las plantillas de las tuberías, razón por la cual fué necesario instalar equipo de Bombeo para elevar el agua a los ductos cuya descarga quedó a un nivel superior.

Por lo tanto, el sistema de Drenaje del Distrito Federal, cuenta con 66 plantas de Bombeo con capacidad conjunta de 518.69 M³/SEG. aproximadamente. En la tabla VII.1. se describen las características de cada planta.

VII.5. PASOS A DESNIVEL

a) PASOS A DESNIVEL VEHICULARES

Las aguas pluviales que se encuentran en los deprimidos de los de Pasos Vehiculares, son captadas y drenadas hacia un carcamo, donde son bombeadas hacia drenes cuyos niveles se encuentran a mayor altura, evitándose así los encharcamientos en estos deprimidos. En la actualidad se operan equipo de Bombeo en 45 Pasos a Desnivel Vehiculares, con una capacidad total de Bombeo de 10.9 M3/seg. (Tabla VII.2.)

b) PASOS A DESNIVEL PEATONALES

Actualmente existen 46 Pasos a Desnivel para Peatones, con equipo de Bombeo instalado con una capacidad total de -- 0.35 M3/seg. (Tabla VII.3.)

VII.6. SIFONES INVERTIDOS

En atención al crecimiento demográfico de la Ciudad, que cada día aumenta, se ha tenido la necesidad de incorporar nuevos servicios de transporte para que la población pueda -- trasladarse más rápidamente; por ejemplo, la construcción de nuevas líneas del sistema de transporte colectivo "METRO", --

que al construirse subterráneo, una gran cantidad de colectores (Red Primaria), son afectados directa o indirectamente, lo que implica buscar soluciones locales, una alternativa de solución para estas interferencias en los colectores es utilizar sifones invertidos (Figura VII.2.), para poder librar las estructuras subterráneas, aunque esta es una solución rápida, en la práctica no es muy eficiente, ya que se azolve rápidamente disminuyendo la capacidad de conducción.

Generalmente, el desazolve de estas estructuras de drenaje, se efectúa con un par de malacates ya sean de operación manual o mecánicos colocados en los extremos del sifón invertido.

VII.7. TANQUES DE TORMENTA

Son tanques de almacenamiento temporal de escurrimientos pluviales extraordinarios, para que posteriormente y por medio de Bombeo se desague hacia el drenaje municipal cuando este recobra capacidad de conducción.

Actualmente existen 12 tanques de tormenta con capacidad total de regulación de 128,386 M3 y una capacidad de bombeo en conjunto de 4.05 M3/seg. (Tabla VII.4.)

SISTEMA SUR

MIRAMONTES	ARIES Y CANAL NACIONAL	6	6
VILLA COAPA	C. MIRAMONTES Y PROLG.	7.9	8
EL HUESO	CALZ. DEL HUESO Y CANAL NACIONAL	2	2
SANTA ANA	AV. SANTA ANA Y CANAL NACIONAL	2.5	4
CALZ. DE LAS BOMBAS	CALZ. DE LAS BOMBAS Y CANAL NACIONAL	2.5	4
LOMAS ESTRELLA	PASEO DE SICILIA Y CANAL NACIONAL	1.2	2
NATIVITAS	PUEBLO DE SANTA MARIA NATIVITAS	0.2	2
SAN GREGORIO	PUEBLO DE SAN GREGORIO ATLAPULCO	0.5	2
SANTA CRUZ	PUEBLO DE SANTA CRUZ ACALPIXCA	0.2	2
SAN LUIS T.	PUEBLO DE SAN LUIS TLAXTALTEMALCO	0.2	2
CHALCO	CANAL NACIONAL Y CANAL CHALCO	8	4
GUILLERMO PRIETO	GUILLERMO PRIETO Y CANAL CHALCO	2.2	4
CANAL CHALCO	PUEBLO DE ZAPOTITLAN	2.2	4

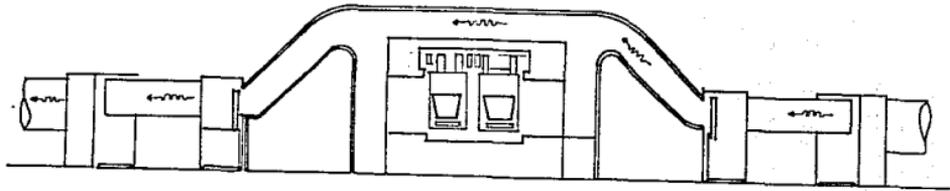
SISTEMA CHURUBUSCO

ACULCO	AV. RIO CHURUBUSCO Y APATLACO	40	11
CENTRAL ABASTO I	RIO CHURUBUSCO Y EJIDOS DE IZTAPALAPA	16	8
CENTRAL ABASTO II	RIO CHURUBUSCO Y EJIDOS DE IZTAPALAPA	20	10
KM. 61/2	RIO CHURUBUSCO Y CALZ. IGNACIO ZARAGOZA	9	6
LOPEZ MATEOS	CERRADA CORONA DEL ROSEDAL Y E.P.URUCHUFTO	4	5
EJERCITO DE ORIENTE	RIO CHURUBUSCO Y CALLE 7	1.6	8

TABLA VII.1 PLANTAS DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS

NOMBRE DE LA PLANTA	UBICACION	CAPACIDAD M3/SEG	UNIDADES DE BOMBEO
SISTEMA GRAN CANAL			
1	IMPRENTA No. 33	31.52	15
1 A	IMPRENTA No. 33	29.46	14
2	AV. OCEANIA Y AV. IZTACIHUATL	48.50	26
3	PROLOG. ALBAÑILES Y CHICLERA	4.0	4
4 A	E. ZAPATA ENTRE BALBOAS Y	8	2
5	AV. GRAN CANAL Y RIO CONSULADO	9.65	6
6	AV. GRAN CANAL Y ESQ. OTE. 101	20	15
6 A	AV. GRAN CANAL Y TALISMAN	13	7
7	AV. GRAN CANAL Y SAN JUAN DE ARAGON	20	13
9	CALLE 331 ESQ. CALLE 314	9	1
SISTEMA VIADUCTO			
CHURUBUSCO	AV. RIO CHURUBUSCO Y P.E. CALLES	19	5
MUNICIPIO LIBRE	MUNICIPIO LIBRE Y ANACUZAC	6	3
SINDICALISMO	SINDICALISMO Y PROGRESO	6	3
N. SAN JUAN	VIADUCTO M. A. Y N. SAN JUAN	2	2
TONALA	VIADUCTO M. A. Y TALISMAN	3.25	4
IXTACIHUATL	RALH ROEDER Y MARTIN LUIS GUZMAN	10	5
CHIMALPOPOCA	CHIMALPOPOCA Y SAN ANTONIO ABAD	11	1
ZOQUIPA	ZOQUIPA Y SUR 71	16	8
ESCUADRON 201	RIO CHURUBUSCO Y CALLE 12	4.4	5
PEDEBSAL SAN FRANCISCO	CERRO DEL AENICO Y PROLDE. MELOHGA OCAMPO	0.3	2
SAN ANTONIO	SAN ANTONIO Y PERIFERICO	2.4	5

CORTE



PLANTA

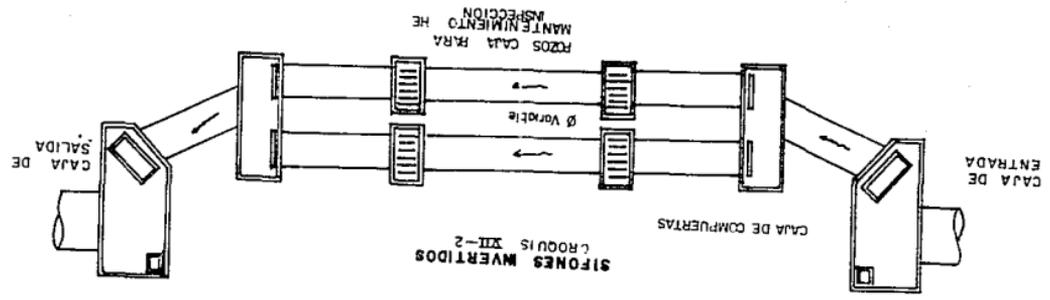


TABLA VII.2 PASOS A DESNIVEL PARA VEHICULOS

NOMBRE DEL PASO A DESNIVEL	UBICACION	CAPACIDAD L.P.S	UNIDADES DE BOMBEO
20 NOVIEMBRE	AV. 20 DE NOVIEMBRE Y FRAY SERVANDO TERESA DE MIER	172	3
TLAXCOAQUE	TLAXCOAQUE Y SAN ANTONIO ABAD	96	3
LUCAS ALEMAN	LUCAS ALEMAN Y SAN ANTONIO ABAD	101	3
LORENZO BUTURINI	LORENZO BUTURINI Y SAN ANTONIO ABAD	122	3
AVENIDA DEL TALLER	AV. DEL TALLER Y SAN ANTONIO ABAD	101	3
CHABACANO	CHABACANO Y SAN ANTONIO ABAD	101	3
NAPOLEON	NAPOLEON Y CALZ. TLALPAN	101	3
SANTIAGO	SANTIAGO Y CALZ. TLALPAN	81	3
SUR 124	SUR 124 Y CALZ TLALPAN	81	3
1ERO.MAYO	1 DE MAYO Y CALZ. TLALPAN	100	3
MORELOS	MORELOS Y CALZ. TLALPAN	170	3
M. LIBRE	MUNICIPIO LIBRE Y CALZ. TLALPAN	170	3
E. ZAPATA	EMILIANO ZAPATA Y CALZ. TLALPAN	170	3
ERMITA I	POPOCATEPETL Y CALZ. TLALPAN	485	4
ERMITA II	CALZ. ERMITA IZTAPALAPA Y CALZ. TLALPAN	385	1
ERMITA III	CALZ. ERMITA IZTAPALAPA Y CAL.	265	1
TASQUEÑA	PUERTO RICO Y CALZ. TLALPAN	750	5
KM.6½	KM.6 ½ DE LA CALZ. IGNACIO ZARAGOZA	192	3
FRAY SERVANDO Y T. MIER	FRAY SERVANDO T. DE MIER Y BOULEVARD PUERTO AEREO	360	4
C.MIRAMONTES	RIO CHURUBUSCO Y VIADUCTO M.A	185	5
CIUDAD DEPORTIVA	EJE 3 SUR Y VIADUCTO M.A	432	4
FRANCISCO MORAZAN	FCO. MORAZAN Y VIADUCTO M.A.	432	4

F. DEL PASO PASO Y TRON- COSO	FCO. DEL PASO Y VIADUCTO M.A.	432	4
		0.2	2
LA VIGA	CALZ. DE LA VIGA Y VIADUCTO M.A.	310	4
SUR 71	SUR 71 Y VIADUCTO M. A.	310	4
MARCOS CARRILLO	MARCOS CARRILLO Y VIADUCTO M.A.	270	4
VIADUCTO Y BOLIVAR	BOLIVAR Y VIADUCTO M.A.	510	5
VIADUCTO Y MONTERREY	MONTERREY Y VIADUCTO M.A.	40	2
PERIFERICO VIADUCTO Y FUENTE MORENA	FUENTE DE LA MORENA Y VIADUCTO	270	2
REVOLUCION Y VIADUCTO	AV. REVOLUCION Y VIADUCTO M.A.	130	3
ABUNDIO MARTINEZ	PAGANINI Y J.S. BACH	180	3
PONIENTE 112	PONIENTE 112 Y AV. INSURGENTES	330	3
FORTUNA	FORTUNA Y AV. ^{NORTE} INSURGENTES NTE.	330	3
MONTEVIDEO	MONTEVIDEO Y AV. INSURGENTES NORTE	330	3
CANTERA	TICOMAN Y AV. INSURGENTES NORTE	330	3
GUADALUPE Y MISTERIOS	RIO CONSULADO Y GUADALUPE MISTERIOS	225	3
F.F. C.C. HIDALGO	F.F.C.C. HIDALGO Y CONSULADO	210	3
INGUARAN	INGUARAN Y RIO CONSULADO	240	3
EDUARDO MOLINA	EDUARDO MOLINA Y RIO CONSULADO	180	3
TLACOS	RIO CONSULADO Y TLACOS	180	3
OCEANIA	RIO CONSULADO Y OCEANIA	300	3
HANGARES	BLVD. PUERTO AEREO Y EJE 1 NTE.	240	3
PANTILAN	MANUEL LEBRIJA Y RIO CONSULADO	330	3
GUERRERO	INSURG. NORTE Y PROLG. GUERRERO	225	3
POTRERO	INSURG. NORTE Y PAGANINI	400	5

TABLA VI 3 PASOS A DESNIVEL PARA PEATONES

NOMBRE DEL PASO A DESNIVEL	UBICACION	CAPACIDAD L.P.S.	UNIDADES DE BOMBEO
NO. 4	CHIMALPOPOCA Y SAN ANTONIO ABAD	10	2
NO. 6	FDO. ALBA IZTLIXOCHITL Y SAN ANTONIO ABAD	10	2
NO. 7	L. BOTURINI Y SAN ANTONIO ABAD	10	2
NO. 8	MANUEL GUTIERREZ NAJERA Y SAN ANTONIO ABAD	10	2
NO. 9	AV. DEL TALLER Y SAN ANTONIO ABAD	10	2
NO. 10	J.I.CUELLA Y SAN ANTONIO ABAD	10	2
NO. 11	J.M. ROA BARCENAS Y SAN ANTONIO ABAD	10	2
NO. 12	J.A. MATEOS Y SAN ANTONIO ABAD	10	1
NO. 13	CHABACANO Y SAN ANTONIO ABAD	10	1
NO. 14	G. ESQUER Y SAN ANTONIO ABAD	10	2
NO. 15	T. MEDINA Y SAN ANTONIO ABAD	10	1
NO. 16	VIADUCTO H. ALEMAN CALZ. TLALPAN	10	1
NO. 17	CORUÑA Y CALZ. TLALPAN	10	2
NO. 18	SANTA ANITA Y CALZ. TLALPAN	10	2
NO. 19	BISMAR Y CALZ. TLALPAN	10	2
NO. 20	VICTOR HUGO Y CALZ. TLALPAN	10	2
NO. 21	NAPOLEON Y CALZ. TLALPAN	10	1
NO. 22	MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA Y CALZ. TLALPAN	10	2
NO. 23	RIO BLANCO Y CALZ. TLALPAN	10	1
NO. 24	PARQUE VICTORIA Y CALZ. TLALPAN	10	2
NO. 25	REFUGIO Y CALZ. TLALPAN	10	1
NO. 26	LAURA Y CALZ. TLALPAN	10	1
NO. 27	AV. 1 MAYO Y CALZ. TLALPAN	10	1

NO. 28	DON JUAN Y CALZ. TLALPAN	10	2
NO. 29	DON LUIS Y CALZ. TLALPAN	10	2
NO. 30	LAGO Y CALZ. TLALPAN	10	2
NO. 31	ZACAHUITZCO Y CALZ. TLALPAN	10	2
NO. 32	NORMANDIA Y CALZ. TLALPAN	10	2
NO. 33	BRETANA Y CALZ. TLALPAN	10	2
NO. 34	BENITO JUAREZ Y CALZ. TLALPAN	10	2
NO. 35	ALBERT Y CALZ. TLALPAN	10	2
NO. 36	MALITZAN Y CALZ. TLALPAN	10	2
NO. 37	PIRINEOS Y CALZ. TLALPAN	10	2
NO. 38	CALZ. ERMITA EZTAPALAPA Y CALZ DE TLALPAN	10	2
NO. 39	PONIENTE BOA Y CALZ. TLALPAN	10	2
MARINA NAC. CARRILLO PTO.	AV. MARINA NACIONAL Y CALZ. MELCHOR OCAMPO	508	5
MULTIFAMILIAR JUAREZ	UNIDAD HABITACIONAL JUAREZ	172	4
NONOALCO	RICARDO F. MAGON E INSURGENTES NORTE	273	3
PARQUE LIRA	PARQUE LIRA Y OBSERVATORIO	120	3
LAS FLORES	CONSTITUYENTES Y MONTES DE OCA	160	4
CHAPULTEPEC CARCAMO SUR	AV. CHAPULTEPEC Y CIRCUITO INTERIOR	160	4
CHAPULTEPEC CARCAMO NORTE	AV. CHAPULTEPEC Y CIRCUITO INTERIOR	160	4
INSURGENTES CARCAMO JALAPA	JALAPA Y PUEBLA	162	5
INSURGENTES C. CENTRAL NORTE	INSURGENTES SUR Y CHAPULTEPEC	160	4
INSURGENTES C CENTRAL SUR	INSURGENTES SUR Y CHAPULTEPEC	160	4
CARCAMO GENCIA	GLORIETA INSURGENTES Y LIVERPOOL	160	4

TABLA VII.3 TANQUES DE TORMENTA

NOMBRE	UBICACION	CAPACIDAD DE ALMAC.	CAPACIDAD DE BOMBEO
ADUANA	CALZADA CUITLAHUAC Y F.F.C.C.	11 839 m3	0.345 m3/5
TRANSMISIONES I	UNIDAD CUITLAHUAC Y BAJO LINEAS TRANS.	12 900 m3	0.595m3/5
TRANSMISIONES II	UNIDAD CUITLAHUAC Y BAJO LINEAS TRANS	13 035 m3	0.095 m3/5
TRANSMISIONES EL ORO	UNIDAD CUITLAHUAC Y BAJO LINEAS TRANS.	23 377 m3	0.595 m3/5
M. NACIONAL CARRILLO PTO.	M. NACIONAL Y CARRILLO PUERTO	3 080 m3	0.125 m3/5
CANITAS	POPOPOTLA Y CANITAS Y MAR ROJO	24 217 m3	0.750 m3/5
LAGO COMO	MARIANO ESCOBEDO 139	8 406 m3	0.345 m3/5
MEDIA LUNA	MELCHOR OCAMPO Y CALLE DUERO	13 500 m3	0.095 m3/5
HUICHAPAN	HUICHAPAN Y POPOCATEPETL	2.0 m3	0.190 m3/5
PALMAS	PERIFERICO NTE. Y BERNARDO SHAM	12.0	0.50 m3/5
BAHIA DE LA ASCENCION	BAHIA DE LA ASCENCION Y BAHIA DE SANTA BARBARA	13 000 m3	0.220 m3/5
MAR NEGRO	MARINA NACIONAL Y MAR NEGRO	5 000 m3	0.190 m3/5
TOTAL		129 368 m3	4.045 m3/5

VII.8. ESTRUCTURAS DE DESCARGA

Para la disposición final o vertido de las aguas negras, se requiere la construcción de una estructura cuyas características dependerán del lugar de vertido, del gasto por descargar, espacio disponible y topografía del terreno. Las descargas pueden hacerse a Mares, Lagos, Lagunas, Ríos, Barrancas, Pozos de Absorción y Zonas de Riego, previo tratamiento.

La elección del sitio de descarga se hará a una distancia adecuada de la localidad más próxima, situándola, respecto a la dirección de los vientos dominantes, de modo que estos no lleven a la localidad los malos olores, si la descarga se hace al Mar, Lago o Laguna, debe evitarse los daños que la polución de las aguas puede ocasionar a las especies acuáticas o al plancto, así como la contaminación de las playas y zonas turísticas, por lo cual, se deberán considerar las normas que existen al respecto, por ejemplo el reglamento de contaminación de corrientes de la S.A.R.H.

Cuando la descarga se hace directamente a un Río, es importante investigar los usos que aguas abajo hagan del agua, que puede ser abastecimiento de agua para uso doméstico o riego, lo cual determinará el tipo de tratamiento del agua que -

se pretenda descartar.

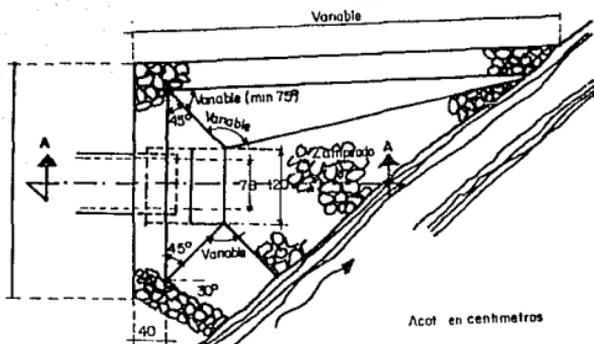
La construcción de la estructura de descarga se hará en un tramo recto del Río debiendo considerarse las características de socavación de la sección de descarga.

En las descargas al Mar o Lagos es conveniente el emi sor subacuático a profundidades mayores que el nivel promedio de las Mareas bajas, con una longitud que pueda variar más o menos de 50 a 100 metros, para su orientación es necesario to mar en consideración la dirección de las corrientes marinas - superficiales..

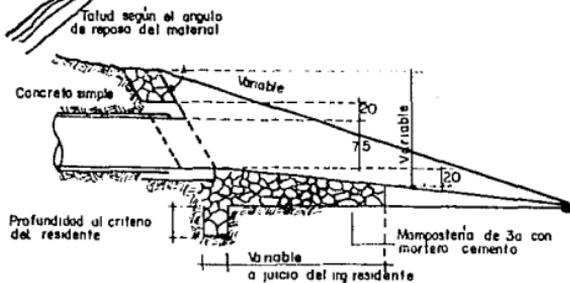
Cuando la descarga es a pozos de absorción, se deben realizar estudios Geohidrológicos, a fin de evitar la contami nación de los mantos de aguas subterráneas que pudieran aprovecharse para abastecimiento u otros usos.

Si la disposición final se hace a riego, previo trata miento, no se utilizaron las aguas para cultivo de hortalizas. En la figura VII.3. se aprecia una estructura de descarga tipo.

PLANTA



SECCION A-A



**ESTRUCTURA DE DESCARGA HACIA
UN CAUCE DE CIELO ABIERTO**

CROQUIS III - 3

CONCLUSIONES

La existencia de un crecimiento demográfico acelerado y la emigración de las masas campesinas a los grandes centros urbanos, en forma desordenada, favorece la presencia de grandes asentamientos urbanos concentradores de demandas de infraestructura hidráulica, entre otras para su desarrollo.

De hecho en los proyectos habitacionales, Industriales, de Servicios, etc. debe de considerarse la dotación de servicios como un elemento regulador de importancia; por ejemplo en las áreas urbanas donde se cuenta con los planes de desarrollo correspondientes, en muchos casos se fundamentan las zonas de vivienda con base en esa disponibilidad de servicios.

Considerando que la finalidad de los sistemas de eliminación de aguas residuales es preservar las condiciones sanitarias y ambientales adecuadas para la vida diaria de los habitantes, observaremos que una de las principales causas de deficiencia en la conducción y desalojo, es precisamente, a que los escurrimientos superficiales arrastran gran cantidad de sedimentos que son depositados finalmente en el sistema de Alcantarillado, efecto que favorece la acumulación de asolve. La presencia de sólidos en suspensión y sedimentados en el siste-

ma de drenaje, dificulta el correcto funcionamiento de este - y ocasiona problema en el manejo de las instalaciones.

El azolve acumulado en el sistema, generan la siguiente problemática:

Su extracción de el sistema de Drenaje y la disposición final de los mismos, siendo este último, un problema que actualmente no se ha solucionado satisfactoriamente por las autoridades correspondientes, ha pesar de que se han puesto en práctica algunos proyectos.

Actualmente, se contemplan dos posibilidades de reúso y disposición de azolves, de acuerdo al medio ambiente y condiciones, existentes son:

- 1) RELLENO SANITARIO
- 2) MEJORADORES DE SUELO

Cualquiera de las dos opciones considera tres etapas:

- a) DESAGUADO
- b) ESTABILIZADO
- c) DISPOSICION FINAL

El desaguado consiste en eliminar la mayor parte del -

agua extraída con el azolve durante los tres primeros días de iniciado el proceso.

La estabilización considera, entre otros factores, la reducción de la actividad patógena para evitar riesgos a la salud y al medio ambiente.

Finalmente es transportado hacia la zona de disposición final, ya sea como mejorador de suelos o relleno sanitario.

Por otro lado, en 1960 se construye el emisor y el interceptor del poniente, con objeto de recibir y desalojar las aguas del oeste de la cuenca, descargandolas a través del tajo de Nochistongo. No obstante, por el aumento de la urbanización las aguas pluviales generan cada vez mayores caudales de escurrimientos, haciendo insuficiente las capacidades de drenaje del Gran Canal y del Emisor del Poniente, aunado a esto, el hundimiento de la ciudad, que tiene como causa principal el excesivo bombeo dentro de la zona urbanizada para fines de abastecimiento del agua potable, lo que ocasionó una pérdida de presión en los acuíferos, y en consecuencia la consolidación de las capas arcillosas compresibles, provocando que los colectores y el sistema de drenaje en general se dislocara y perdiera su pendiente original.

Para evitar el abatimiento de los niveles freáticos - de los valles de la cuenca debido a la sobre-explotación de - los acuíferos, se debe de implantar una política de extrac--- ción racional del agua subterránea, debiéndose considerar lo siguiente:

El intercambio de pozos de las zonas sobre-explotadas, la construcción de obras para la recarga del acuífero y la -- búsqueda de otras fuentes, como alternativa para cubrir par-- cialmente la demanda de agua potable que actualmente se satis-- face con aguas subterráneas.

Los proyectos de transferencia de agua desde cuencas vecinas, resulta cada vez más costoso y origina problemas sociales y políticos que dificultan su ejecución oportuna, por lo cual, y para aprovechar al máximo las aguas residuales generadas en el Distrito Federal, se propuso como medida alter-- nativa para el suministro de agua potable, la recarga artificial de los mantos acuíferos con agua residual tratada.

Existen fundamentalmente dos formas de recarga: Me-- diante Pozos de Absorción y alguno de los sistemas de aplica-- ción sobre el suelo. Los pozos de absorción son muy pareci-- dos o similares a los de extracción y se alimentan directamen-- te de alguna corriente o alguna presa. Para que se infiltre-

el agua se requiere:

- 1) Agua con calidad adecuada, para no obstruir los poros de los estratos subterráneos, se debe filtrar el agua superficial.
- 2) Vencer la pérdida de carga en el medio poroso del subsuelo, para lograrlo, la carga hidrostática debe ser mayor que la existente en el lugar de inyección.
- 3) Que el medio poroso sea suficientemente permeable para permitir el paso del agua inyectada.

Los principales sistemas de aplicación sobre el suelo de aguas pluviales y fluviales son:

- a) Sistemas de vasos escalonados. Construcción de varios vasos a diferentes cotas sobre el cauce, los más elevados retienen los azolves y los más bajos favorecen la infiltración de agua de buena calidad.
- b) Sistema de cauce modificado, ensanchamiento del fondo del cauce.
- c) Sistema de zanjas, derivación del gasto del río hacia zonas permeables a través de canales y zanjas.

- d) Sistema de planicies de inundación. El agua del Río se deriva hacia terrenos permeables adyacentes al cauce para inundarlos totalmente.
- e) Sistema de aprovechamiento de cavidades en cante--
ras abandonadas. Consiste en desviar el agua del--
Río hacia una cavidad permeable que permita la in--
filtración.

En el caso de recarga artificial con agua residual tra--
tada, se utilizan tanto pozos de absorción como sistemas de --
disposición sobre el suelo.

Se debe tener especial cuidado en asegurar la calidad--
del agua residual tratada que llegue al acuífero, es decir, --
los estratos del subsuelo deberán retener los contaminantes --
para que la calidad del acuífero subterráneo no se altere.

Por otra parte, en las zonas urbanas de la Ciudad de -
México, es posible aprovechar el agua de lluvia en diferentes--
actividades de los habitantes exceptuando el consumo humano; -
adecuando el reglamento de construcciones para el Distrito Fe--
deral con la finalidad de captar y almacenar el agua de lluvia
en el predio que ocupe la edificación para infiltrarla poste--
riormente al suelo a través de pequeños pozos de absorción, o--
en su caso utilizarla para riego de áreas verdes o para uso do

méstico en las instalaciones sanitarias de una casa habitación con los sistemas de filtrado adecuados.

En la década de los 70's y como producto de un plan general de Drenaje de la Ciudad, ante la problemática que presentaba el hundimiento del subsuelo y la necesidad de un sistema de drenaje más eficiente, se construyeron las primeras etapas del drenaje profundo; que constituye la cuarta salida artificial del Valle. El Drenaje Profundo es un sistema que no le afectan los asentamientos del terreno y que no necesita bombeo. Esta estructura de gran magnitud implica grandes costos para su ampliación, operación y mantenimiento con el propósito de satisfacer las necesidades de una población que crece a ritmo intenso y reduciendo, notablemente las zonas y condiciones favorables de recarga natural de agua.

El crecimiento de la mancha urbana en los últimos años, se ha observado particularmente en la zona Sur-Oriente, donde la dotación de los servicios plantea grandes dificultades por la carencia de fuentes propias de agua potable y la lejanía de fuentes externas al Valle. En cuanto al Drenaje, la zona se caracteriza por ser plana y baja y carece de drenes naturales, por lo que se requiere infraestructura Primaria completa y costosa.

En años pasados, la disponibilidad de recursos natura-

les y económicos permitió afrontar los problemas de abastecimiento de agua y drenaje mediante fuertes inversiones.

En la actualidad, la política económica del País y la necesidad de preservar los recursos naturales y ambiente ecológico hacen necesario un cambio radical en la cultura del agua, la cual deberá fundamentarse en el uso racional y eficiente del vital líquido, así como las obras estrictamente necesarias para su captación, conducción y desalojo en forma segura y oportuna de las aguas residuales generadas en el Distrito Federal, lo que permitirá crear mejores condiciones de vida en beneficio de todos.

DESARROLLO URBANO

Es necesario que la infraestructura hidráulica debe programarse de acuerdo con los planes de desarrollo urbano.

La dotación de los servicios hidráulicos debe ser un medio eficaz para determinar y controlar el desarrollo urbano, de acuerdo con la disponibilidad del agua.

Implantar un programa a nivel nacional sobre el uso racional del agua.

Promover el uso de aguas residuales tratadas donde se-

requiere potable.

Sustituir las fuentes de abastecimiento subterráneas sobreexplotadas hasta igualar la extracción con la recarga natural a fin de evitar el agotamiento del recurso.

Definir en cada zona, las ventajas de utilizar el sistema de drenaje separado ó combinado.

Establecer campañas educativas con el fin de reducir los efectos de la acumulación de basura en los conductos, evitar las descargas con sustancias agresivas, reglamentar la fabricación de detergentes biodegradables y fomentar su utilización etc.

Investigar las dotaciones y necesidades reales de agua para consumo doméstico, así como el porcentaje de descarga a la Red de Alcantarillado.

El diseño de las estructuras de Drenaje debe prever los posibles incrementos de la población servida.

Manejar en forma integral los servicios de agua potable y alcantarillado, ya que un impulso al primero trae como consecuencia mayores descargas de aguas residuales con efectos negativos para la salud.

Implantar programas continuos de investigación científica sobre los efectos y riesgos del reúso del agua para diversos fines.

Asimismo, los responsables de la operación y mantenimiento del sistema, deberán tener la capacitación necesaria para manejar los diferentes equipos y maquinaria especializada para desarrollar una mejor operación del sistema, incluyendo planos actualizados con las modificaciones, que en su caso, se realizaron durante el proceso constructivo que sufre la Red.

En las zonas problemáticas o con deficiencias de conducción, debido a la dislocación de la tubería a consecuencia de los hundimientos del terreno, deberán construirse colectores semiprofundos con el fin de eliminar o disminuir al máximo las inundaciones.

Se ha observado que una de las principales causas de la generación de encharcamientos en la Ciudad, es la presencia de basura en las Calles, que es arrastrada por los escurrimientos superficiales en época de lluvias hacia el Drenaje, formando tapones parciales o totales en las áreas de captación de los accesorios de Drenaje, en las tuberías de conducción y llegando a dañar los impulsores del equipo de Bombeo instalado en las plantas. Se deben impulsar campañas de concientización hacia la población para solucionar este pro-

blema tan grave y de fácil solución con la participación de todos.

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

- EL SISTEMA HIDRAULICO DE LA CIUDAD DE MEXICO
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA -
D.D.F.
- RECARGA DEL ACUIFERO DE MEXICO CON AGUAS RESIDUALES TRATA-
DAS.
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA -
D.D.F.
- INGENIERIA SANITARIA Y MUNICIPAL
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MEXICO A.C..
- PLAN MAESTRO DE DRENAJE
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA -
D.D.F.
- TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
ESCALANTE T. CLAUDIO AQUILES
- NORMAS DE PROYECTO PARA OBRAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO-
EN LOCALIDADES URBANAS DE LA REPUBLICA MEXICANA.
DIVISION DE INGENIERIA CIVIL, TOPOGRAFICA Y GEODESICA DE -
LA U.N.A.M.
- MEMORIA DE LAS OBRAS DEL SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO DEL -
DISTRITO FEDERAL TOMO II.
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA -
D.D.F.
- MANUAL DE OPERACION DEL SISTEMA DE DRENAJE
TOMOS 2, 3 y 5
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA
- CONSERVACION DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO
D.G.C.O.H. ING. CORNELIO ACOSTA COLORADO
- MANUAL DE OPERACION DE EQUIPO DE ALTA PRESION TIPO VECTOR-
PEABODY MYERS.
- INGENIERIA SANITARIA - PLANTAS DE TRATAMIENTO
COLEGIO DE INGENIERIA CIVILES DE MEXICO A.C.
- APUNTES VARIOS DE CAMPO