

Nº 45
281



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

**" ESTUDIO Y PROYECTO DE DRENAJE EN
VIALIDADES IMPORTANTES "**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

Reynaldo Gasca Jaime

MEXICO, D. F.

1992

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.

C A P I T U L O I

El incremento del número de vehículos en circulación en las ciudades provoca la falta de capacidad vial en sus calles. La solución con el transcurso del tiempo depende de su modernización al construir Avenidas y Vías rápidas que permiten al tránsito fluir adecuadamente.

Como elemento importante en la solución integral de un sistema vial, se encuentra el sustituir, adecuar o complementar el sistema de drenaje existente.

Las nuevas obras modifican las condiciones del proyecto existente aumentando el volumen de los escurrimientos al ser mayor la superficie impermeable. Así mismo la nueva geometría de las obras viales cambia las condiciones topográficas afectando las bases del diseño del drenaje. Esta circunstancia se presenta con mayor frecuencia en nuestro país, lo cual motiva la elaboración del presente trabajo.

Con el objeto de concretar, se analizará la solución planteada para una parte del sistema de la vialidad primaria en el municipio de Naucalpan, Estado de México. Esta parte comprende la "Vialidad Circunvalación - Naucalpan" hoy, Avenida Gustavo Baz.

1.1 Descripción del sistema Vial.

Esta vialidad está formada por los siguientes tramos de avenidas:

a) Tramo glorieta "Tlatilco-Chamapa"; con 2.620 Km. de longitud de la carretera Naucalpan a Toluca, iniciándose en la glorieta Tlatilco.

b) Tramo "Avenida de las Torres" con 1.400 Km. de longitud de la Avenida del mismo nombre, que une la glorieta Tlatilco con el Boulevard Manuel Avila Camacho.

c) Tramo "Cabecera Municipal" calles Estacas-Morelos-Juárez-Ramos Millán, está formado por las avenidas de éstos nombres y tiene una longitud de 1.440 m. se inicia en la glorieta Tlatilco y termina en el entronque con la Avenida Circunvalación.

d) Tramo "Circunvalación" con una longitud de 4.903 Km. iniciándose en la glorieta Tlatilco, al paso inferior del Boulevard Manuel Avila Camacho y termina en la glorieta Escultores.

1.2 Información Básica:

Para la realización del proyecto se contó con la siguiente información:

a) Proyecto Geométrico de la Avenida: Planos en planta (Esc 1:500), perfil (Esc. Vert. 1:200, Esc. Hor 1:2000) y secciones de construcción a cada 20 m. (Esc. 1:100) de cada uno de los tramos de la vialidad, elaborados por la Secretaría de Obras Públicas.

b) Planos taquimétricos de la zona, (Esc. 1:2000) con curvas de nivel a cada 2 m.

c) Fotografías aéreas (Esc. 1:20,000, a:10,000 y 1:5,000)

d) Debido a que no se localizaron planos del drenaje existente en la zona salvo levantamientos parciales por parte del Municipio, fué necesario hacer varias visitas a campo con el fin de detectar las características y condiciones de funcionamiento del drenaje existente.

1:3 Criterios Básicos para el Proyecto de Drenaje:

Al ampliar la Avenida de la vialidad existente aumenta el área impermeable, lo que ocasiona un incremento de los escurrimientos por desalojar con relación a los actuales, por lo tanto es necesario proyectar un sistema de drenaje que permita desalojar éstos escurrimientos adicionales, para los cuales el drenaje existente no tiene capacidad, ó se estima que en el futuro no la tendrá.

De acuerdo a pláticas sostenidas con las Autoridades Municipales y de la Comisión Nacional del Agua así como de las observaciones en el lugar, el proyecto considera los siguientes criterios generales:

a) En el tramo Chimapa-glorieta Tlatilco, se captarán además de los escurrimientos de la vialidad, aquellos de las zonas habitacionales adyacentes que descarguen hacia éste tramo.

b) En los tramos de la cabecera municipal consideraremos un cierto porcentaje de aportaciones externas, más los escurrimientos de la nueva vialidad.

c) En el tramo de la Avenida Circunvalación, entre el Boulevard Manuel Avila Camacho y la glorieta Escultores, se considerarán aparte las aportaciones externas, y no se conectarán al drenaje nuevo de la Avenida Circunvalación.

d) En el tramo de la Avenida de las Torres además de los escurrimientos de la nueva vialidad se captarán las aportaciones pluviales de las industrias.

1.4 Metodología Aplicada.

Con la finalidad de establecer alternativas de anteproyectos que cumplan con los lineamientos del inciso anterior, para posteriormente hacer una comparación entre éstos y decidir cual es la mejor, se llevó a cabo la siguiente secuencia:

a) Determinar la capacidad de conducción de los colectores existentes en la zona de la cabecera municipal.

b) Delimitación mediante visitas a campo y planos con curvas de nivel de las áreas que tienen sus aportaciones hacia los colectores existentes y la obtención del escurrimiento que producen.

c) Comparar la capacidad de los colectores con los gastos que generan sus áreas de aportación para que en caso de que la capacidad sea insuficiente determinar cual es el porcentaje del área que no es drenada por el colector existente y que debe ser considerada como área de aportación al nuevo colector de proyecto.

d) Una vez obtenidas las áreas de aportación que deben considerarse para el diseño de los colectores de proyecto, se procedió a elaborar el anteproyecto del sistema de drenaje de toda la vialidad.

C A P I T U L O I I

ESTUDIO HIDROLOGICO

2.1 Estaciones Climatológicas Cercanas.

Las estaciones climatológicas que se encuentran en la región donde se localiza el proyecto son las siguientes.

a) La estación pluviográfica de Molino Blanco, sobre el Río de los Remedios, en el Estado de México, operada por la Comisión Nacional del Agua, situada aproximadamente a 2,500 mts., aguas arriba del Vaso de Cristo y 780 mts aguas abajo del cruce de la corriente con la autopista México-Queretaro que cuenta con un pluviógrafo denominado "Fernández de Castro", con registro para cuatro días y se tienen datos desde 1955.

b) La estación pluviométrica Totolica, se encuentra sobre el Río Totolica a 250 mts., al norte del camino de San Bartolo Naucalpan a Chimalpa, a la altura de la colonia Loma Linda, es operada por la Comisión Nacional del Agua y cuenta con datos desde 1920.

c) La estación pluviométrica Molinito, sobre el Río Hondo, a 800 mts. aguas arriba del poblado de San Esteban México es operada por la Comisión Nacional del Agua y se tienen datos desde 1945.

d) La estación pluviométrica en la presa Totolica en el Estado de México y es operada por la Comisión Nacional del Agua y con datos desde 1964.

2.2 Obtención de la Ecuación Intensidad-Duración-Frecuencia.

Se dedujo esta ecuación y las gráficas correspondientes, a partir de los registros de la estación Molino Blanco, ya que esta es la única que cuenta con registros pluviográficos. No es necesario considerar ningún factor de transporte para utilizar las gráficas obtenidas ya que dicha estación se encuentra ubicada dentro de la zona en estudio y un análisis de los registros de

precipitaciones anuales en las cuatro estaciones muestran valores similares.

El procedimiento seguido para obtener éstas gráficas fué:

1. Los valores de la gráfica de intensidades-duración de las tormentas máximas anuales (anexo No. 1) se ordenaron para tener una tabla (anexo No. 2) que relaciona los valores intensidad-duración y período de retorno.

2. Se ajustó una curva de tipo $i = \frac{aTr^{\alpha}}{Bd}$ a los valores registrados.

i = Intensidad, cm/hr
Tr = Período de retorno, años
d = Duración de lluvia, min.
a, B = Parámetros.

Los valores obtenidos para las constantes fueron:

a = 37.75
 α = 0.30
B = 0.68

o sea: $i = \frac{37.75 Tr^{0.30}}{0.68 d}$ (anexo No. 3)

2.3 Período de retorno recomendado.

Para proyectar el drenaje de la Vialidad Naucalpan se considera que el cálculo de escurrimientos mediante el método racional debe basarse en la utilización de intensidades de lluvia que se presentan una vez cada 3 años o sea con $Tr = 3$, ya que este es el período de retorno comunmente usado en éste tipo de obras y en vista de que considerar un período mayor dada las grandes intensidades en la zona, resultarían colectores demasiado grandes y costosos.

La fórmula que realaciona la intensidad con la duración de la lluvia, para el período de retorno recomendado sería:

$$i = \frac{53}{0.68 d}$$

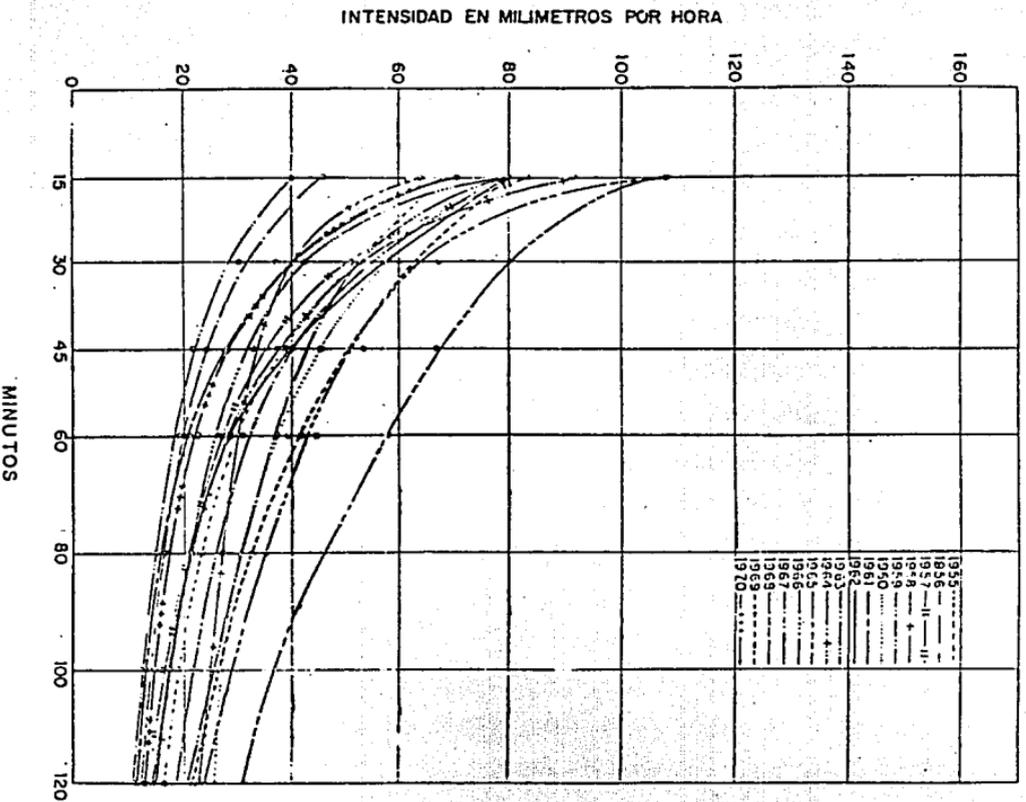
i = cm/hr.

d = minutos.

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
 COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

CURVAS DE INTENSIDADES MAXIMAS MAXIMORUM

Estacion Molino Blanco



A N E X O N O . 2

TABLA ORDENADA DE REGISTROS.

ESTACION MOLINO BLANCO

REGISTROS INTENSIDAD - (cm/hr) - DURACION FRECUENCIA

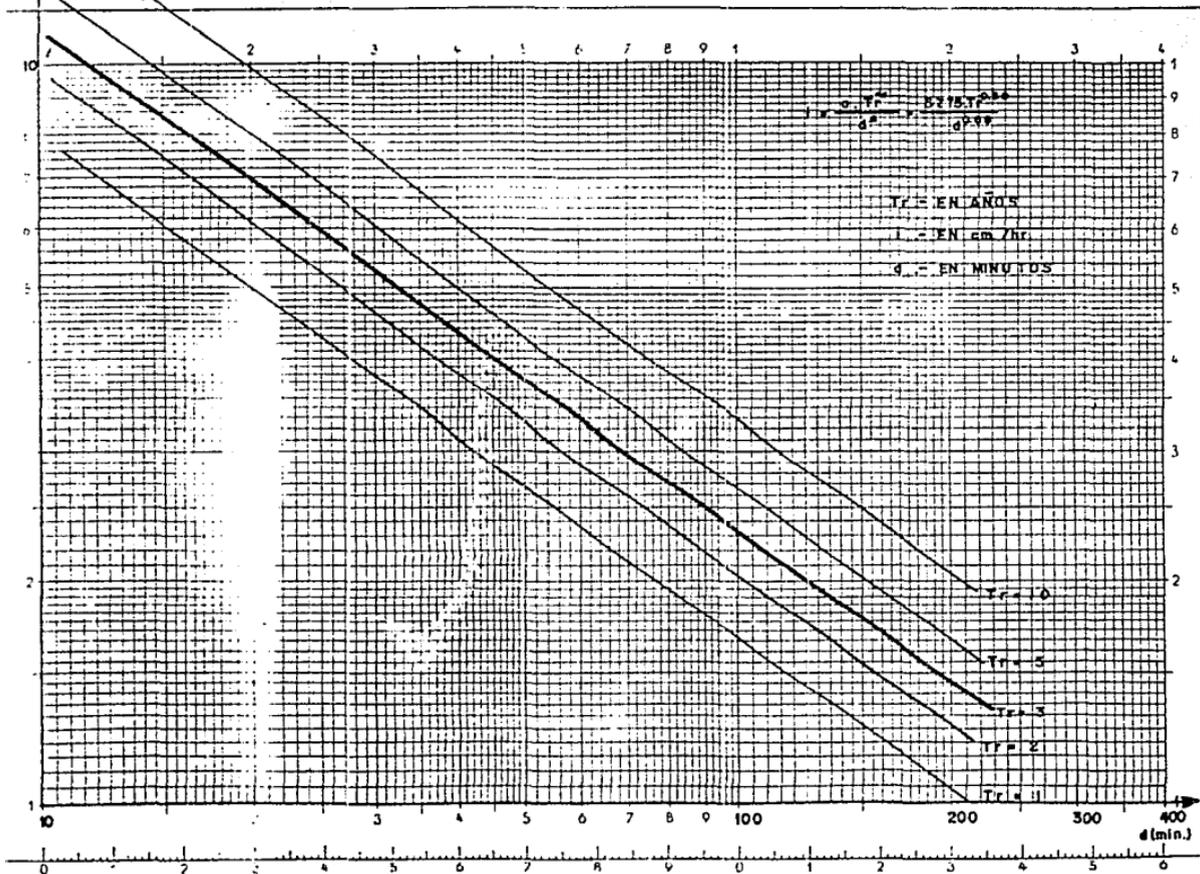
(CON (16) AÑOS DE REGISTRO-1955-1970,M=16)

N	PERIODO DE RETORNO $tr = \frac{m+1}{n}$	DURACION EN MINUTOS								
		15	20	30	45	60	80	100	120	
1	17	10.8	9.4	8.0	6.7	5.8	4.6	3.7	3.1	
2	8.5	10.8	8.3	6.5	5.3	4.4	3.5	2.9	2.6	
3	5.6	9.3	7.5	6.4	5.2	4.2	3.3	2.7	2.4	
4	4.2	8.5	7.4	5.8	4.6	3.8	3.1	2.7	2.3	
5	3.4	8.0	7.3	5.7	4.3	3.7	3.0	2.6	2.2	
6	2.8	8.0	7.1	5.5	4.1	3.3	2.7	2.5	2.1	
7	2.4	7.9	7.0	5.4	4.0	3.1	2.6	2.2	1.8	
8	2.1	7.8	6.9	5.3	3.9	3.0	2.4	1.9	1.6	
9	1.9	7.7	6.7	5.2	3.8	2.9	2.3	1.8	1.5	
10	1.7	7.7	6.2	5.1	3.6	2.8	2.2	1.7	1.5	
11	1.5	7.1	6.0	4.3	3.4	2.7	2.2	1.7	1.4	
12	1.4	7.0	5.6	4.2	3.2	2.6	2.1	1.6	1.4	
13	1.3	6.8	5.5	4.1	2.8	2.2	1.7	1.4	1.3	
14	1.2	6.4	5.1	4.0	2.7	2.1	1.6	1.3	1.2	
15	1.1	4.6	4.0	3.2	2.4	2.0	1.6	1.3	1.2	
16	1.0	4.0	3.6	2.9	2.3	1.9	1.5	1.2	1.1	

A_i (cm./hr.)

ONIAA
No. 8124
log = 1.0
Modulo 10

ANEXO No. 3
CURVAS DE INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA
ESTACION MOLINO BLANCO, MEX.



C A P I T U L O I I I

DESCRIPCION Y REVISION DE LOS SISTEMAS EXISTENTES.

3.1 Colector alojado en la calle de San Luis Tlatilco, continúa por Avenida de las Torres y descarga al Río Hondo.

a) Capacidad del tramo final:

Diámetro = 152 cm.

Pendiente = 0.0066

De Manning; capacidad = 6.0 m³/seg.

b) Ecurrimiento de la superficie que drena a este colector (Método racional):

Area total = 83.6 Ha.

Coefficiente de escurrimientos = 0.5

Area efectiva = Area total x Coeficiente de escurrimiento. del área = 41.8 Ha.

Tiempo de concentración = 25 minutos

Intensidad (período de retorno de 3 años) = 6 cm/hr.

Q = 0.0278ACI = 0.0278 (41.8)(6) = 7.0 m³/seg.

c) Area efectiva que puede considerarse que el colector no tiene capacidad para drenar.

$$A_e = \frac{1 (Q_i - Q_o)}{0.0278 \times i} = \frac{36 (Q_i - Q_o)}{i}$$

$$A_e = \frac{36}{6} (7.0 - 6.0) = 6.0 \text{ Ha.}$$

3.2 Colector alojado en la avenida Morelos, continúa por la calle Abasolo y descarga al Río Hondo.

a) Capacidad:

Diámetro = 122 cm.

Pendiente = 0.0067

Capacidad = 3.3 m³/seg.

b) Ecurrimiento de la superficie que drena

Area total = 107.0 Ha.

Area efectiva = 53.5 Ha.

Tiempo de concentración = 30 minutos

Intensidad de precipitación = 5.5 cm/hr

Q = 0.0278 (53.5) (5.5) = 8.2 m³/seg.

- c) Area efectiva para la que falta capacidad.

$$A = \frac{36}{5.5} (8.2 - 3.3) = 32.1 \text{ Ha.}$$

3.3 Colector por Avenida 16 de septiembre y Descarga al Río Hondo.

- a) Capacidad:

Diámetro = 60 cm.
Pendiente = 0.0093
Capacidad = 0.6 m³/seg.

- b) Escurrimiento de la superficie que drena a éste colector:

Area total = 8.9 Ha.
Area efectiva = 4.5 Ha.
Tiempo de concentración = 15 minutos
Intensidad de precipitación = 8.0 cm/hr
 $Q = 0.0278 (4.5) (8.0) = 1.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$

- c) Area efectiva para la que falta capacidad.

$$A = \frac{36}{8} (1.0 - 0.6) = 1.8 \text{ Ha.}$$

3.4 Colector por J. Becerril que se une al drenaje Boulevard M. Avila Camacho.

- a) Capacidad:

Diámetro = 60 cm.
Pendiente = 0.015
Capacidad = 0.8 m³/seg.

- b) Escurrimientos de las superficies que drenan a ese colector.

Area total = 31.6 Ha.
Area efectiva = 15.8 Ha.
Tiempo de concentración = 20 minutos
Intensidad de precipitación = 7.1 cm/hr.

$$Q = 0.0278 (15.8) (7.1) = 3.1 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

- c) Area efectiva para la que falta capacidad.

$$\text{Area} = \frac{36}{7.1} (3.1 - 0.8) = 11.7 \text{ Ha.}$$

3.5 Areas efectivas por drenar en cada tramo.

De acuerdo a la delimitación de áreas de aportación y a las deficiencias de los colectores existentes, las áreas de aportación-efectivas (área real por coeficiente de escurrimiento correspondiente) que corresponden a diferentes tramos de la vialidad y que deben ser drenadas por los colectores de proyecto son:

- a) En el tramo Chamapa-Tlatilco (aproximadamente de la Estación 2+620 a la Estación 0+000) 21.0 Ha. efectivas, en las cuales ya están incuidas las 6 Has. para las que el colector existente Tlatilco-Río Hondo no tiene capacidad.
- b) Al tramo Tlatilco-Río Hondo, (Estación 0+000 a la Estación 0+580 del Boulevard Toluca) corresponden 10.8 Has. efectivas.
- c) Al tramo Las Torres-Río Hondo (aproximadamente Estación 0+965 a Estación 0+580 del Boulevard Toluca) corresponde 3.5 Ha. efectivas.
- d) Los tramos que forman la Cabecera Municipal (o sea el Tramo "Estacas-Morelos-Juárez-R. Millán y el tramo de Avenida Circunvalación entre la Glorieta Tlatilco y el Boulevard Avila Camacho) en su conjunto deben ser capaces de drenar el área para la cual los colectores existentes no tienen capacidad, o sea:
$$32.1 + 1.8 + 11.7 = 45.6 \text{ Ha. efectivas.}$$
- e) Tramo Circunvalación, entre Boulevard Avila Camacho y la Calzada San Agustín (aproximadamente de la Estación 0+800 a la Estación 3+800) 9.3 Ha. efectivas, que corresponden exclusivamente al área impermeable de la avenida y áreas inmediatas con posible aportación hacia esta.
- f) Tramo circunvalación, entre la calzada de San Agustín y la Glorieta Escultores (aproximadamente de la Estación 3+800 a la Estación 4+500) 2.8 Ha. efectivas.

- g) Tramo Circunvalación, entre la glorieta escultores y el Río chico de los remedios (aproximadamente de la Estación 4+500 a la Estación 43+903) 2.2 Ha. efectivas.

C A P Í T U L O I V

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

4.1 Alternativas consideradas.

Las tres alternativas del sistema de drenaje consideradas, se plantearon básicamente tratando de ajustar en lo posible la pendiente de las tuberías de proyecto a la de la rasante de las avenidas, la diferencia entre una y otra alternativa estriba principalmente en las interconexiones entre los tramos y la ubicación de los puntos de descarga.

Para cada una de las tres alternativas consideradas, se hicieron las estimaciones de gastos, pendientes, diámetros y costos en cada uno de sus tramos, considerando las aportaciones externas; de acuerdo a lo establecido en el inciso 3.5.

En los croquis del anexo 4 están mostrados los tres trazos del sistema de drenaje considerados y que a continuación se describen:

ALTERNATIVA I.

Se interceptan los escurrimientos a lo largo de la Avenida Circunvalación desde Chamapa hasta el Vaso de Cristo, en donde se descargan mediante una estación de bombeo.

Los tramos de la Avenida de las Torres y Río Chico de los Remedios, Glorieta Escultores, se consideran independientes.

ALTERNATIVA 2.

Lo constituyen dos tramos principales:

- a) Tramo Chamapa-Glorieta Tlatilco-Río Hondo por Avenida de las Torres.
- b) Tramo Tlatilco-Vaso del Cristo con su descarga mediante una estación de bombeo.

ALTERNATIVA 3.

La forman los siguientes tramos:

- a) Tramos Chamapa-Glorieta Tlatilco-Río Hondo por la Avenida de las Torres.
- b) Tramo cabecera municipal con descarga por la calle de Abasolo.
- c) Tramo Boulevard Avila Camacho-Río Chico de los Remedios con descarga al Vaso de Cristo mediante una estación de bombeo.
- d) Tramo sobre Avenida las Torres al Este del Río Hondo y tramo del Río Chico de los Remedios a la Glorieta Escultores que se consideran independientes.

4.2 Sistema de drenaje elegido.

En base a la comparación de costos de las diferentes alternativas de acuerdo a lo establecido en el inciso 1.3, se seleccionó la alternativa 3 como la mejor, ya que asegura un buen drenaje por largo tiempo, con una inversión menor.

A continuación se describen en forma detallada los elementos que componen el sistema elegido y sus características más importantes.

Tramo 1 "Chamapa-Tlatilco-Río Hondo"

- Este sistema colector se inicia en la estación 2 + 410 del tramo Tlatilco-Chamapa; drenado de Suroeste a Noreste, hasta llegar cerca de la Glorieta Tlatilco donde sigue hacia el Este por el Boulevard Las Torres, hasta descargar en el Río Hondo (aproximadamente en la Estación 0 + 580).

- Drena un área total de 31.8 Ha. efectivas (7.1 Ha. propias de las avenidas de proyecto y 24.7 Ha. correspondientes a aportaciones externas).

- Longitud total = 2,975 m.

- Gasto máximo en la descarga = 5.2 m³/seg.

Tramo II "Este de la avenida las Torres y drenado de Este a Oeste.

- Se inicia en la Estación 0 + 965 la Avenida las Torres y drenado de Este a Oeste, descargan en el Río Hondo.
- Drena una área total de 3.5 Ha. efectivas (1.5 de la Av. las Torres y 2.0, de aportaciones externas).
- Longitud total = 373 m.
- Gasto máximo en la descarga = 0.9 m³/seg

TRAMO II'

- El drenaje de la Av. de las Torres al Este de la Estación 0 + 965 prácticamente está resuelto actualmente y solo necesita ligeras modificaciones.

TRAMO III "Cabecera Municipal".

- Este sistema colector comprende básicamente el ramal "Estacas-Morelos-Ramos Millán" de la Estación 0+ 120 a la Estación 1 + 220, el ramal de Avenida Circunvalación de la Estación 0 + 230 a la Estación 0 + 990 y un colector transversal por la calle Abasolo, que descarga en el Río Hondo. Además de drenar los ramales de la vialidad mencionados toma las aportaciones para las que según se vió en el inciso 3.5 los colectores existentes no tiene capacidad, por lo cual deberán procurarse las interconexiones adecuadas con el drenaje existente.
- Drena un área total de 45.6 Ha. efectivas (4.1 de avenidas de proyectos y 41.5 de aportaciones externas).

ALTERNATIVA**COSTO APROXIMADO DE LOS SISTEMAS DE
DRENAJE (MILLONES)**

1	12'240
2	11'000
3	8'300

- Longitud total = 2,465 m
- Gasto máximo en la descarga = 6.5 m³/seg.

Tramo III

- Comprende el drenaje de la parte Norte del ramal "Estacas-Morelos-Ramos Millán, (Estación 1 + 220 a la Estación 1+460), de la Avenida Circunvalación entre 16 de Septiembre y el Boulevard Avila Camacho (Estación 0+990 a la Estación 1+800), y el ramal que unirá la Avenida Circunvalación con la Avenida México. En este tramo solo se proyectó el colector que irá por Ramos Millán, y que deberá conectarse el drenaje existente en Circunvalación, ya que se considera que este es adecuado, salvo pequeñas rectificaciones que se juzgan convenientes durante la construcción.
- Drena un área de 0.5 Ha. (solo de Avenida Ramos-Millán).
- Longitud total = 20 m.
- Gasto máximo = 0.13 m³/seg.

Tramo IV "Circunvalación".

- Este sistema colector va por la Avenida Circunvalación desde el Boulevard Avila Camacho hasta la planta de bombeo que se proyecta sobre la Avenida San Agustín (aproximadamente de la Estación 1+900 a la Estación 3+810).
- Drenará un área total de 9.3 Ha. efectivas, que corresponde exclusivamente a el área de la vialidad.
- Longitud total = 1,985 m.
- Gasto máximo hasta la Estación 3+810 = 1.21 m³/seg.
- Gasto máximo en la descarga a la planta de bombeo = 1.56 m³/seg.

Tramo V "Río Chico de los Remedios-Planta de Bombeo"

- El drenaje de éste tramo de la Avenida Circunvalación se hará mediante un colector que inicie en la estación 4+400 y drenando de Norte a Sur, se une al colector del Tramo IV, a la altura de la Estación 3+820, para luego descargar en la planta de bombeo.
- Drenará un área de 2.80 Ha. efectivas.
- Longitud total = 600 m.
- Gasto máximo = 0.66 m³/seg.
- Tramo VI "Río Chico de los Remedios-Glorieta Escultores"
- El drenaje de éste tramo de la Avenida Circunvalación (aproximadamente de la Estación 4+600 a la Estación 4+903), debido a las características topográficas conviene tratarlo en forma independiente a los anteriores, y en conjunto con la solución que se dé al drenaje de la colonia circundante o a la que se le dé al drenaje de la continuación de Circunvalación al Norte de la Glorieta Escultores.

Planta de Bombeo "Circunvalación y San Agustín "

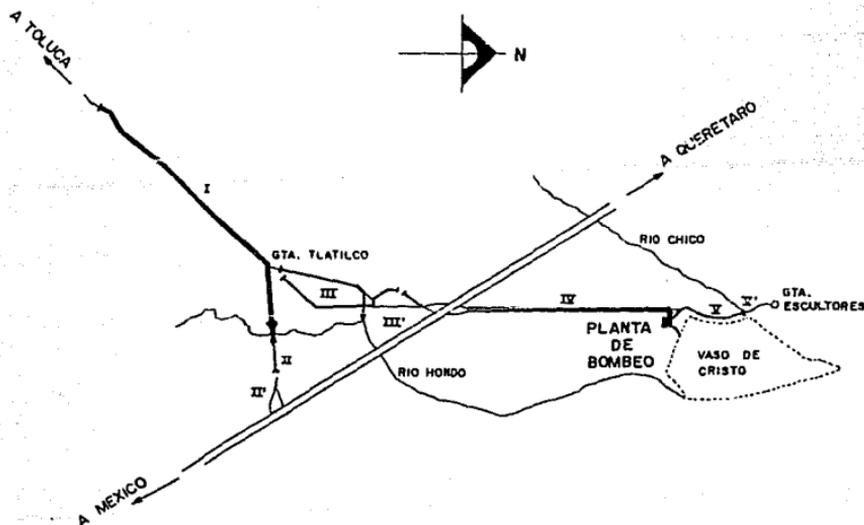
- Esta planta de bombeo recibirá los escurrimientos generados en la Avenida Circunvalación entre el Boulevard Avila Camacho y el Río chico de los Remedios y los bombeará al Vaso de Cristo.
- Gasto pluvial máximo = 1.56 m³/seg.
- Gasto máximo de aguas negras = 12.6 l.p.s.
- Gasto medio de aguas negras = 3.4 l.p.s.
- Diámetro del colector de llegada = 107 cm.
- Profundidad del colector de llegada respecto al terreno natural = 5.75 m.
- Colector de salida : 0 (3 de 50 cm. y 1 de 15 cm).

4.2.1 Resumen del costo aproximado del sistema de drenaje elegido.

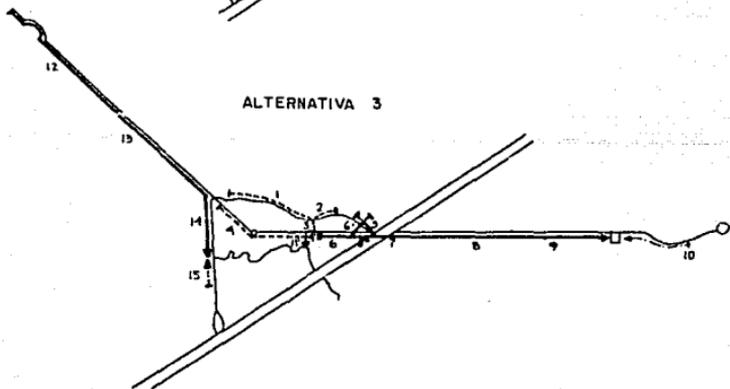
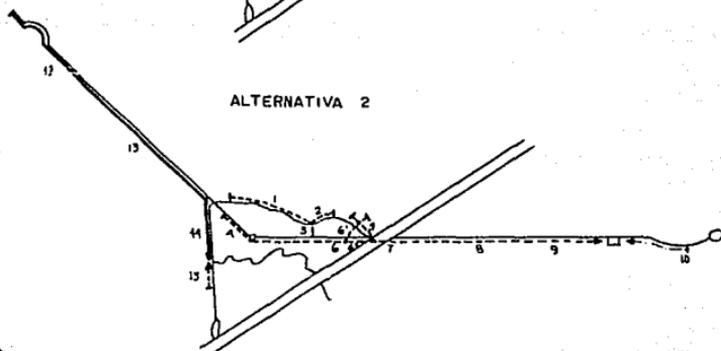
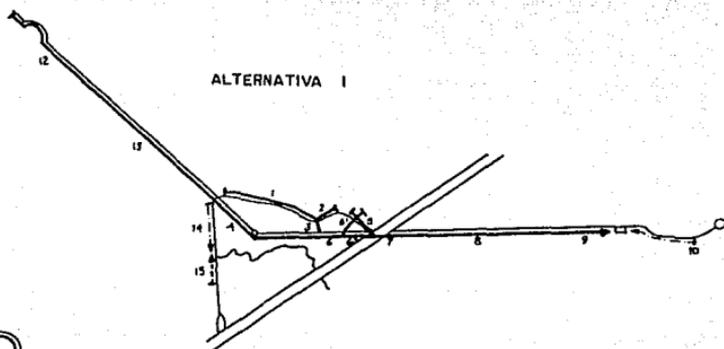
ELEMENTO		COSTO (MILLONES)
Tramo	I	2,313
Tramo	II	145
Tramo	II'	24
Tramo	III	1,648
Tramo	III'	48
Tramo	IV	1,267
Tramo	V	289
Tramo	V'	96
Planta de Bombeo		2,318

Total = 3,148 Millones de pesos

4.2.2 Croquis del sistema de drenaje elegido (Esc. aprox. 1:50,000)



ANEXO No. 4



C A P I T U L O V

APLICACION AL DISEÑO DE UN TRAMO DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA.

- 5.1 Método de cálculo para el diseño definitivo.
- 5.2 Aplicación al diseño de colectores en el tramo de Avila Camacho.
- 5.3 Cuadro de cálculo.
- 5.4 Memoria de cálculo de la planta de bombeo.
- 5.5 Cantidades de obra.
- 5.6 Especificaciones del equipo de bombeo.

5.1 Método de cálculo para el diseño definitivo.

Para llegar a obtener las características físicas que deben tener los sistemas colectores se siguió el siguiente procedimiento

- a) En cada colector se ubicaron pozos de visita, con el espaciamiento adecuado y en los cambios de dirección, denominándolos por el cadenamamiento aproximado de la vialidad a que corresponden.
- b) A cada tramo comprendido entre dos pozos de visita se le determinaron su longitud y su área tributaria total.
- c) Se determinó el escurrimiento que debe drenar cada tramo de colector mediante la aplicación del método racional:

$$Q = 27.78 ACI \quad \text{ó} \quad Q = 27.78 AeI$$

- Q.- Escurrimiento, lt/seg.
- A.- Área tributaria, Ha.
- C.- Coeficiente de escurrimiento
- I.- Intensidad de lluvia, cm/hr.
- Ae.- Área efectiva (A.C), Ha.

La intensidad de lluvia se calculó con la fórmula del inciso 2.3 suponiendo una duración de lluvia igual al tiempo de concentración.

El tiempo de concentración se estimó en cada caso en función de la lluvia al primer pozo más el tiempo de tránsito a través de las tuberías.

d) Se seleccionaron el diámetro y la pendiente que debe tener el tramo de colector de manera que, en general, la velocidad estuviera entre 0.3 y 3.0 m/seg. y la pendiente, de ser posible, fuera semejante a la del terreno mediante la fórmula de Manning.

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

v.- Velocidad, m/seg.

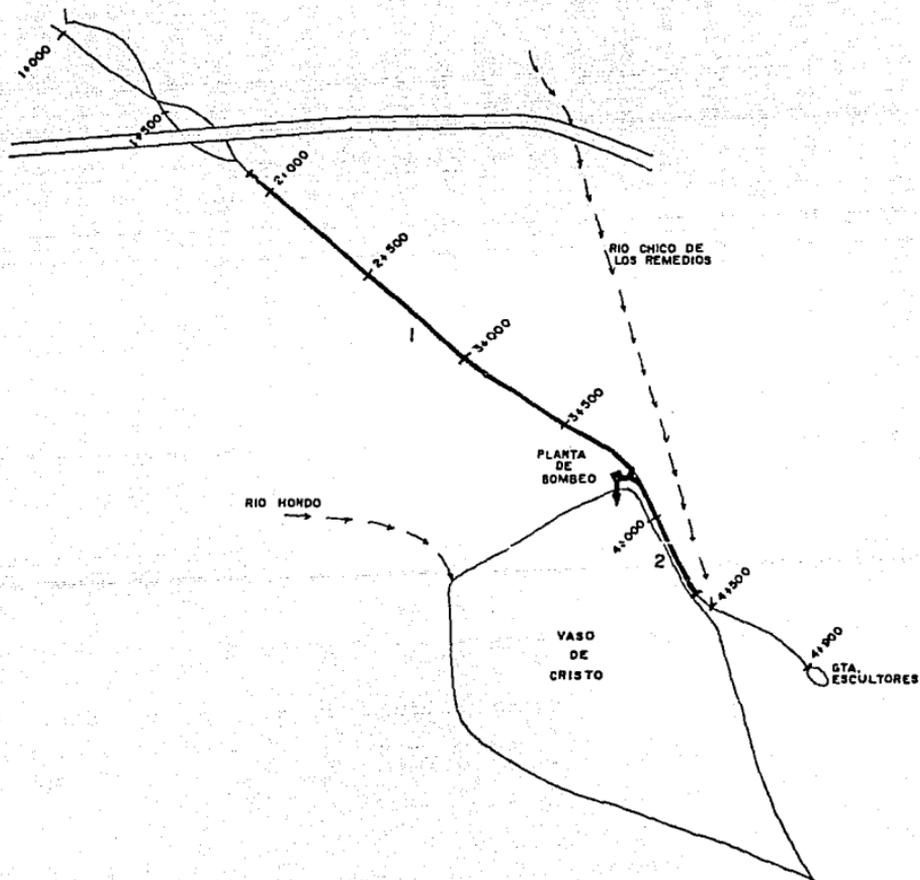
R.- Radio hidráulico, m.

S.- Gradiente hidráulico = pendiente del colector.

n.- Coeficiente de rugosidad, al cual en todos los casos se le dió un valor de 0.013.

e) Para dar las elevaciones de plantilla que debe tener el colector se respetó un colchón mínimo 90 cms. a lomo de tubo, medido a partir de la subrasante de la vialidad.

5.2 Avila Camacho a Planta de Bombeo y del Río Chico de los Remedios a Planta de Bombeo.



CUADRO DE CALCULOS HIDRAULICOS

AL CANTARILLADO DE LA VIALIDAD DE NAUCALPAN
COLECTOR POR CIRCUNVALACION DE AVILA CAMACHO A LA PLANTA DE BOMBEO.

TRAMO	ANÁLISIS				REVISIÓN O DISEÑO					COTAS				
	LONGITUD	ÁREA (HA)		I (%)	ESCURRIMIENTO Q (l/seg)	DIÁMETRO CM.	VELOCIDAD M/SEG.	CAPACIDAD L/Seg.	CAIDA EN EL POZO DE VISITA	SUBRASANTE		PLANTILLA		
		PARCIAL	ACUMULADO							INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
1 + 900 2 + 010	110	2.20	2.20	8.2	500	60	20.5	3.10	879		50.79	48.53	49.19	46.93
2 + 010 2 + 090	80	0.32	2.52	7.9	560	60	15.6	2.71	767		48.53	47.28	46.93	45.68
2 + 090 2 + 170	80	0.32	2.84	7.7	606	76	6.5	2.05	931		47.28	46.76	45.52	45.00
2 + 170 2 + 285	115	0.46	3.30	7.4	679	76	7.1	2.15	974		46.76	45.94	45.00	44.18
2 + 285 2 + 370	85	0.34	3.64	7.3	740	76	8.1	2.29	1,040		45.94	45.25	44.18	43.49
2 + 370 2 + 475	87	0.35	3.99	7.3	810	76	5.4	1.87	850		45.25	44.78	43.49	43.02
2 + 475 2 + 545	88	0.35	4.34	6.9	835	91	3.9	1.79	1,165		44.78	44.44	42.87	42.53
2 + 545 2 + 630	85	0.34	4.68	6.7	870	91	3.5	1.70	1,104		44.44	44.14	42.53	42.23
2 + 630 2 + 725	95	0.33	5.01	6.5	905	91	2.7	1.49	969		44.14	43.88	42.23	41.97
2 + 725 2 + 820	95	0.35	5.36	6.3	935	91	2.6	1.46	951		43.88	43.63	41.97	41.72
2 + 820 2 + 905	85	0.34	5.70	6.1	965	91	2.7	1.49	969		43.63	43.47	41.72	41.49
2 + 905 2 + 990	85	0.34	6.04	5.9	988	91	2.9	1.54	1,005		43.47	43.30	41.49	41.24

5.4 Memoria de Cálculo de la Planta de Bombeo.

5.4.1 Aguas Negras.

- . Area tributaria hasta la planta de bombeo (Aprox.) 12.1 Ha.
- . Densidad de población en la zona (Aprox.) 120 Hab./Ha.
- . Población total = 12.1 x 120 = 1,452 hab.
- . Dotación 200 lt/hab/día
- . Aportación = 100 % Dotación = 200 lt/hab/día
- . Gasto medido de aguas negras e industriales.

$$\frac{200 \times 1,452}{86,400} = 3.4 \text{ lt/seg.}$$

- . Coeficiente de variación (Harmon)

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{1.45}} = 3.7$$

- . Gasto máximo = 3.7 (3.4) = 12.6 lt/seg.
- . Gasto mínimo = 3.4/2 = 1.7 lt/seg.
- . Carga estática a la que hay que elevar el agua =
Nivel de la descarga (libre - nivel mínimo del -
agua en el cárcamo).

Si elev. 0.00 = parte superior de la losa de
tapa del cárcamo.

$$\text{Carga estática} = +3.75 - (-9.10) = 12.85 \text{ m.}$$

- . Pérdida de carga durante el bombeo:

El cálculo de las pérdidas por fricción se basó
en la fórmula de Hazen - Williams:

$$Q = 0.278 C d^{2.53} S^{0.54}$$

donde:

- Q.- gasto , m³/seg.
- C.- constante según el tipo de tubería.
- d.- diámetro, m
- S.- gradiente hidráulica.

de donde, para C = 100

$$S = \frac{1.85}{(470) d^{4.86} Q}$$

Calculándose la pérdida de carga en la tubería con:

$\Delta H = S(L)$
y en las piezas especiales.

$$\Delta H = K \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

Datos:

Suponiendo una bomba para $Q = 17$ lt/seg.

diámetro de la descarga, $d = 15$ cm. (6")

velocidad, $v = 0.017/0.0176 = 0.96$ m/seg.

Carga de velocidad = $(0.96)^2 / 19.62 = 0.047$ m.

Gradiente hidráulico.

$$S = \frac{(0.017)^{1.85}}{470 (0.15)^{4.86}} = 0.0115$$

PIEZA	LONGITUD (m)	K	PERDIDA DE CARGA (m)
Columna vertical de descarga.	10.5	_____	0.12
Codo de 90o	_____	1.0	0.05
Tramo horizontal (acero soldable).	8.0	_____	0.09
Descarga hasta el vaso de Cristo (asbesto-cemento).	50.0	_____	0.58
2 codos de 90o	_____	2(1.0)	0.09
4 codos de 45o.	_____	4(0.6)	0.11
Descarga al vaso	_____	1.0	0.05
TOTAL =			1.09 m.
Pérdidas de carga			<u>1.09 m.</u>

- Carga dinámica total = 12.85 + 1.09 = 13.94 m.
- Potencia requerida:

$$P = \frac{\gamma (Q) (H)}{76 (\eta)} = \frac{(1) (17) (13.94)}{76 (0.60)} = 5 \text{ H.P.}$$

- Revisión de los ciclos de operación:
Si el cárcamo y caja de rejillas tiene un área de almacenamiento efectiva de 4 m x 12.20 m.

$$4 \text{ m} \times 12.20 \text{ m} = 48.8 \text{ m}^2$$

Si el nivel de arranque de la bomba está a 0.90 m. del fondo (Vol. almacenado = 43.9 m³) y el nivel de parada está a 0.40 m. del fondo (Vol. almacenado = 19.5 m³).

- a) Ciclo mínimo:

$$\text{Tiempo de llenado mínimo} = \frac{(43.9 - 19.5) 10^3 \text{ lt}}{12.6 \text{ lt/seg.} \left(\frac{60 \text{ seg.}}{\text{min.}} \right)} = 32.2 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo de vaciado mínimo} = \frac{24.400 \text{ lt}}{17 (60)} = 23.9 \text{ min.}$$

- Ciclo mínimo = 32.3 + 23.9 = 56.2 minutos por lo que se ve que no habrá ciclos entre arranques sucesivos de la bomba muy cortos, que pudieran afectarla.

- b) Ciclo máximo.

$$\text{Tiempo de llenado máximo} = \frac{24,400 \text{ lt}}{1.7 \text{ lt/seg.} (60 \text{ seg/min})} = 239 \text{ min.}$$

$$= 3 \text{ hrs. } 59 \text{ min. } 4 \text{ hrs.}$$

Que se considera adecuado como máximo de tiempo de almacenamiento de agua negra en el cárcamo para que no haya problemas de septicidad, antes de que la bomba entre en operación.

5.4.2 Aguas pluviales.

- . Area tributaria efectiva 12.1 Ha.
- . Tiempo de concentración 36 minutos
- . Intensidad de lluvia. 4.6 cm/hr.
- . Ecurrimiento esperado
- $Q = 27.78 (12.1) (4.6)$ 1,560 lt/seg
- . Carga estática de bombeo = $3.75 + 9.10$ 12.85 m.
- . Pérdida de carga durante el bombeo:

Datos:

$$\text{Suponiendo 3 bombas; } Q = \frac{1560}{3} = 520 \text{ lt/seg}$$

diámetro de la succión y descarga; $d = 50.8 \text{ cm (20")}$
 Velocidad, $v = 0.520 / 0.203 = 2.57 \text{ m/seg.}$

$$\text{Carga de velocidad} = \frac{(2.57)^2}{2} = 10.62 = 0.34 \text{ m.}$$

$$\text{Gradiente hidráulico } S = 0.2985 / (470 \times 0.37) = 0.0172$$

PIEZA	LONGITUD (m)	K	PERDIDA DE CARGA (m)
Codo de 90o	_____	1.0	0.34
Tramo horizontal (acero soldable)	8.0	_____	0.14
Tramo hasta el vaso de Cristo (asbesto-cemento).	50.0	_____	0.86
2 codos de 90o	_____	2(1.0)	0.68
4 codos de 45o	_____	4(0.6)	0.82
Descarga al vaso	_____	1.0	0.34
TOTAL			3.18 m

$$\text{. Carga dinámica total} = 12.85 + 3.18 = 16.03 \text{ m}$$

. Potencia requerida:

$$P = \frac{\gamma (Q) (H)}{76} = \frac{(1) (520) (16.03)}{76 (0.78)} = 141 \text{ H.P.}$$

5.5 Cantidades de obra.

5.5.1 Circunvalación, entre Avila Camacho y la Planta de Bombeo.

C O N C E P T O	CANTIDAD	UNIDAD
- Excavación en zanjas:		
a) Hasta 2 m. de profundidad	6,890	m3
b) Entre 2 y 4 m. de profundidad	2,840	m3
c) A más de 4 m. de profundidad	270	m3
- Sobreacarreo de los materiales sobrantes producto de la excavación (m3-compactado)	2,030	m3
- Plantilla apisonada de 20 cm. de espesor en zanjas.	690	m3
- Relleno compactado en zanjas.	7,280	m3
- Tuberías de concreto reforzado de f'c= 280 kg.cm2 tipo macho y hembra de:		
a) 60 cm. de diámetro	190	m
b) 76 cm. de diámetro	367	m
c) 91 cm. de diámetro	533	m
d) 107 cm. de diámetro	895	m
- Pozos de visita para tubos de:		
a) 60 cm de diámetro	2	Pzas.
b) 76 cm de diámetro	4	Pzas.
c) 91 cm de diámetro	6	Pzas.
d) 107 cm de diámetro	10	Pzas.
- Brocales y tapas de pozos de visita	22	Pzas.
- Coladeras pluviales	65 (Aprox)	"
- Tuberías de unión entre coladera y atarjeas de 25 cm. de diámetro	1,300 (Aprox)	m

5.5.2 Colector por Circunvalación, entre Río Hondo y Planta de Bombeo.

C O N C E P T O	CANTIDAD	UNIDAD
- Excavación en zanjas:		
a) Hasta 2 m. de profundidad	1,625	m3
b) Entre 2 y m. de profundidad	895	m3
c) A más de 4 m. de profundidad	160	m3
- Sobreacarreo de los materiales sobrantes producto de la excavación (m3-compactado)	305	m3
- Plantilla apisonada de 20 cm. de espesor en zanjas	165	m3
- Relleno compactado en zanjas	2,210	m3
- Tuberías de concreto reforzado de f'c= 280 tipo macho y hembra de:		
a) 45 cm. de diámetro	120	m
b) 60 cm. de diámetro	240	m
c) 76 cm. de diámetro	240	m
- Pozos de visita para tubos de:		
a) 45 cm. de diámetro	1	Pza.
b) 60 cm. de diámetro	2	Pzas.
c) 76 cm. de diámetro	3	Pzas.
- Brocales y tapas de pozos de visita	6	Pzas.
- Coladeras pluviales (Aprox)	24	Pzas.
- Tuberías de unión entre coladeras y atarjeas de 25 cm. de diámetro (Aprox)	480	m

5.5.3 Conjunto Arquitectónico.

C O N C E P T O	CANTIDAD	UNIDAD
Limpieza de terreno	492	m2
Trazo y nivelación	492	m2
Excavación	144.64	m3
Plantilla de pedacería de tabique	82.09	m2
Cimiento de mampostería Cadenas sobre cimiento aparente (Rodapie)	42.60 112.75	m3 ml.
Impermeabilización cimiento	120.65	m2
Muro de tabique rojo recocido	233.92	m2
Castillo de concreto 4 # 3 estribos # 2 cada 20 cm. (15x15) f'c=200 kg/cm2.	92.10	ml
Cerramientos (15x15) 4 de diámetro # 3 estribos a cada 20 cm f'c = 200	4.80	ml
Remate muro con 4 # 3 estribos # 2 a cada 20 cm. f'c = 200	66.70	ml
Trabes de concreto (15x30) 4 # 4 estribos # 2 a cada 12 cm. f'c = 200	16.50	ml
Cadenas de concreto (15x30) 4 de diámetro # 3 estribos # 2 a cada 15 cm	25.00	ml
Techos de concreto 10 cm.	50.27	ml
Pretiles de tabique incluyendo chaflán de 10 cm.	14.00	ml
Impermeabilización de azotea.	50.27	ml
Enladrillado	50.27	ml
Firmes para recibir mosaico	40.00	ml
Escalón de concreto martelinado (1.00)	2.00	Pza.
Guarnición de concreto secc. 10x15x40	27.00	ml
Guarnición de concreto secc. 10x15x50	45.20	ml
Mejoramiento de terreno (patio de maniobras) con tepetate compactado al 90 # 30 cm. de espesor.	280.60	m2

C O N C E P T O	CANTIDAD	UNIDAD
Piso de cemento en losas de 10 cm de espesor f'c = 200 en módulos de 1.50 x 1.50 Idem No. 22	280.60	m2
Piso de cemento en losas de 10 cm f'c = 200 en módulos de 1.00 x 1.00	58.00	m2
Relleno de tepetate compactado	31.50	m3
Registro con tapa (40 x 60)	4.00	Pza.
Coladera registro incluye rejilla 30 x 30 cm. marco, contramarco, etc.	2.00	Pza.
Albañal de cemento diámetro 6"	36.50	m1
Base para tinaco	1.00	Pza.
Aplanado de mezcla en muros	259.40	m2
Boquilla de mezcla	222.70	m1
Entrecalles de mezcla de 21.5 cm. repartidas en claros iguales no mayores de 2.50	82.50	m1
Chaflán y gotero en losas	19.00	m1
Acarreo de material producto de la excavación volumen cimientto = 42.85 patio de maniobras = 280.60 x 0.30 = 84.18	127.03	m3
Banqueta de concreto en módulos de (2.00 x 100 y 1.00 x 100) 10 cm. de espesor etc. incluyendo base de tepetate compactado 10 cm. de espesor.	101.70	m2
Puerta de acción a cuadros 5 x 5 cm. incluyendo picaportes, chapa, suministro, colocación pintura, etc.	1.00	Pzas.
Jardinería 3.00 x 3.00	9.00	m2

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

C O N C E P T O	CANTIDAD	UNIDAD
Pintura vinílica:		
aplanado muro mezcla 259.08		
aplanado muro yeso 60.32		
aplanado plafond-yeso 48.	367.72	m2
Aplanado de yeso en plafond	48.00	m2
Aplanado yeso en muros	60.32	m2
Recepción de tubo de 6" en muro de concreto de cárcamo	1.00	Pza.
Banco para recibir transformador	1.00	Pza.
Piso de mosaico de granito 25 x 25 cm.	38.50	m2
Piso de antiderrapante 1.00x1.50=1.50	1.50	m2
Sardinell	4.00	m2
Lambrín de azulejo	20.13	m2
Colocación herrería ventanas = 1.69		
puertas = 5.37		
rejjas = 5.16	22.22	m2
Pintura herrería 2 x 22.22 = 44.44	44.44	m2
Accesorios de baño incluye colocación	1.00	Jgo.
Zoclo de granito 10 x 25 cm.	42.20	ml
Botiquín incluyendo colocación	1.00	Pza.
Fregadero de lámina pocelanizada incluyendo colocación.	1.00	Pza.
Lavadero con pileta incluyendo colocación	1.00	Pza.
Calentador de gas incluyendo colocación	1.00	Pza.
Estufa de gas, incluyendo juego de tanques colocación e instalación etc.	1.00	Pza.
1 Tinaco incluyendo colocación	1.00	Pza.
Instalación de plomería	7.00	Pza.

C O N C E P T O	CANTIDAD	UNIDAD
Bajada agua pluvial	3.00	ml
Lavabo blanco completo	1.00	Pza.
W.C. tanque bajo blanco	1.00	Pza.
Regadera con llaves mezcladoras	1.00	Pza.
Llaves de nariz	3.00	Pza.
Césped coladera	1.00	Pza.
Coladera de pretil	1.00	Pza.
Pintura tuberías	1.00	Lote.
Salida centro	6.00	Pza.
Salida contacto	7.00	Pza.
Salida arbotante	11.00	Pza.
Arbotante de intemperie colocados	11.00	Pza.
Salida T.V.	1.00	Pza.
Salida teléfono	1.00	Pza.
Tubo de retenida	1.00	Pza.
Salida timbre	1.00	Pza.
Centro de carga y tablero	1.00	Pza.
Puerta de comunicación	1.00	Pza.
Alacena con puerta y 2 entrepaños	1.00	Pza.
Closet 1.25 con 2 entrepaños y tubo, puerta	1.00	Pza.
Closet 3.00 con puertas 2 entrepaños	1.00	Pza.
Ventanas	11.69	m2.
Puerta de herrería	5.37	m2.
Rejas	5.16	m2.

C O N C E P T O	CANTIDAD	UNIDAD
Vidrio medio doble	17.06	m2.
Chapas de entrada en herrería	4.00	Pza.
Chapa de comunicación	1.00	Pza.
Limpieza en el transcurso de la obra	1.00	Lote
Limpieza general	1.00	Lote
Alambrada a cuadros 5 x 5, postes de fo. galvanizado 3" a cada 2.00 mts. incluye suministro colocación, pintura etc. (7.00 x 2.30)	16.10	m2.

5.6 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO DE BOMBEO PARA EL CARCAMO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES DE LA AVENIDA CIRCUNVALACION NAUCALPAN.

5.6.1 BOMBAS Y MOTORES.

a) Bombas.

Marca Johnston ITT.

Modelo 20 PO

Gasto 666 lps.

Carga dinámica total 16.03 mts. columna de agua.

Tipo Helice Vertical

Lubricación Aceite

BHP unitario 65 HP.

BHP total 195 HP.

Carga dinámica 20 pies.

Eficiencia 82 % mínimo

Ciclaje Bomba 50 Hz.

Líquido a Bombear Aguas Negras y Pluviales.

Temperatura ambiente.

Construcción Tazón Fierro fundido

Construcción impulsor Fierro fundido

Flecha Acero

Diámetro flecha 1 15/16"

Diámetro funda flecha 3"

Empaque Bomba Asbesto Grafitado.

Tipo de descarga sobre la superficie.

Diámetro tubo descarga 24"

Diámetro tubo succión 24"

Número de pasos 3 tazones.
Longitud total bomba 29 piezas.
Número de piezas 3 piezas.

b) Motores.

Motor vertical flecha hueca.

Marca IEM o US de 200 HP. 440 /220 volts. 3 fases 50/60 Hz, 6 polos, 960 rpm. a prueba de goteo.

5.6.2 SUBESTACION Y TRANSFORMADOR.

- a) Subestación compacto tipo intemperie.
Marca Siemens o IEM de 600 KVA, para recibir sistema trifásico de 20 - 23 KV en tensión primaria formada por 3 secciones.

Sección número 1:

Para alojar sistema de medición conteniendo juego de herrajes, aisladores, conectores y buses necesarios.

Sección número 2:

Para alojar cuchillas de prueba y trabajo conteniendo un juego de tres cuchillas tripolares de operación manual y en grupo con mecanismo de apertura y cierre con manija colocada al frente del tablero.

Sección número 3:

Para alojar interruptor de aire combinado con fusible de baja carga para protección general de subestación, dicha subestación deberá ser proporcionada con equipos de seguridad.

- b) Transformador de 600 KVA enfriado en aceite para operación de sistema trifásico de 20 - 23 KV en tensión primaria y transformación a 440 V en tensión secundaria con instrumentos de medición y control.

5.6.3 BOMBA AGUAS NEGRAS.

Bomba para manejo de lodos y aguas negras tipo sumergible de acuerdo a lo siguiente:

Marca pumpex, tipo sumergible.
Modelo KP-151-425-50
Gasto 1000 lps.
Carga dinámica total 16.03 mts.
Motor 10 H.P.
Velocidad 1450 rpm.
Número de polos: 4 polos
Voltaje 440 volts.

5.6.4 CONTROLES AUTOMATICOS.

Tablero de control en gabinete para realizar la operación de alternado y simultaneado de acuerdo a niveles prefijados de acuerdo al la siguiente especificación.

Marca SIDUS
Modelo CNB-4BA-3x150-1x10-C
Tipo de operación Electrónica (no electromagnética)
a base de Módulos de circuito impreso.
Dicho control deberá tener en su interior.
Protección por bajo nivel de succión.
Programador de operación de 3 bombas de 200 HP y 1 de 10 HP.
Interruptores de nivel a base de cápsulas de mercurio marca Pumpex.
Arrancador magnético a tensión completa para 10HP/440v con protección térmica en la 3 fases.
Interruptor termomagnético para la bomba y control.
4 selectores de 3 posiciones (Manual - fuera - automático)
4 luces piloto indicadores de bomba operando.

5.6.5 SISTEMA DE CONTROL DE MOTORES.

Sistema de control de motores completo compuesto de tres arrancadores magnéticos a tensión reducida, Marca Siemens o Cutter Hamer en combinación con interruptores termomagnéticos y protección térmica en las 3 fases. Un interruptor general tipo termomagnético de 3 x 1200 amperes.

5.6.6 EQUIPO DE EMERGENCIA.

Un motor de combustión interna Diesel marca Cummins modelo N-855-P 250 H.P., nominales, (173 H.P., efectivos a la altura de la ciudad de México). Con las siguientes características de operación.

POTENCIA CONTINUA

Hasta 2240	185 BHPa 1800 RPM
No. de cilindros	6 cilindros
Ciclo	4 tiempos
Pesos neto con accesorios. Standard	1477 KG
Combustible	Diesel.

Dicho motor está equipado con los siguientes accesorios:

- a) Un volante y cubierta del volante SDE No. 1 tipo pedestal.
- b) Multiple de escape
- c) Radiador y conexiones.
- d) Bomba de circulación de agua.
- e) Soporte delantero del motor.
- f) Ventilador
- g) Filtro de aire en baño de aceite
- h) Filtro de combustible.
- i) Filtro de aceite.
- j) Carter con bola tracara
- k) Bomba de combustible y gobernador mecánico.
- l) Tablero de instrumentos.

Un cabezal engranado modelo 18150 marca Prodema o similar con relación de engranes de 3 : 2.

Un adaptador para bombas y cabezal engranado.
Una flecha Watson con bridas para acoplamiento.

5.6.7 INSTALACION.

Un lote de instalación que ampara lo siguiente:

- a) Materiales y mano de obra para la construcción del sistema de tierras, con cable desnudo de cobre calibre 000 AWG y tres electrodos de cobre Cooper Weld de 5/8" de diámetro y tres metros de longitud, dispuesto en triángulo con vértice a una distancia no menor de 2 mts.

La conexión a bayonetas, bus de tierra del gabinete de alta tensión y tablero principal, mismo que se hará con conectores mecánicos.

- b) Tarima de fibra de vidrio formada por dos secciones de un metro de longitud por 0.75 mts., de ancho, cada una.
- c) Materiales y mano de obra para la conexión de la subestación y transformador.
- d) Extinguidor.
- e) Instalaciones eléctricas de baja tensión, interconexión de tres arrancadores, control electrónico y motores, efectuada totalmente con cable vinavel.
- f) Maniobras y montaje de subestación, transformador, equipo de control y control de motores.
- g) Traslado de equipos y materiales necesarios al lugar de instalación.

5.6.8 DESFOGUES.

- a) Instalación de desfogues de tres bombas en tubería de acero soldable y asbesto cemento de 20" de diámetro del Cárcamo de Bombeo al Vaso del Cristo.
- b) Instalación de desfoque de una bomba en tubería de acero soldable de 6" de diámetro del cárcamo de Bombeo al Vaso del Cristo.

CONCLUSIONES.

- 1.- Se recomienda que en los Municipios y dentro de los organismos del agua; se tenga un centro de información que recopile la documentación técnica, la actualice y clasifique para disponer con información básica confiable.
- 2.- Al desarrollar las obras de reurbanización es conveniente se promueva el utilizar las obras existentes, siempre que estas se encuentren dentro del período de su vida útil.
- 3.- Durante la ejecución de las obras es importante, la coordinación con las distintas dependencias que tiene a su cargo la operación de las obras inducidas tales como líneas subterráneas de Petroleos Mexicanos, Teléfonos de México, Compañía de Luz, agua potable y drenaje.
- 4.- Un levantamiento topográfico con referencias de la ubicación exacta de los brocales de los pozos de visita, facilitará su localización en futuras repavimentaciones o ampliaciones.
- 5.- El mantenimiento preventivo durante la operación de las obras, deberá observarse con especial atención en los equipos electromecánicos del sistema de bombeo.

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

- 1.- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
MANUAL DE OBRAS CIVILES - HIDRAULICA, TOMO I
MEXICO.
- 2.- FRANCISCO J. APARICIO MIJARES
APUNTES DE HIDROLOGIA SUPERFICIAL
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
- 3.- ANASTASIO GUZMAN MARDUEÑO
HIDRAULICA DEL ALCANTARILLADO
- 4.- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE
SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
COMISION NACIONAL DEL AGUA.
- 5.- GILBERTO SOTELO AVILA
HIDRAULICA GENERAL, VOLUMEN I - FUNDAMENTOS
EDITORIAL LIMUSA, S.A. DE C.V.
MEXICO, 1974.
- 6.- NORMAS DE PROYECTO PARA OBRAS DE ALCANTARILLADO
SANITARIO
- 7.- NORMAS GENERALES DE CONSTRUCCION
TOMO 3a-2
DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
- 8.- ROBIE BONILLA GRIS
CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO DE OBRAS DE TOMA Y
CARCAMOS DE BOMBEO
CENTRO DE EDUCACION PERMANENTE I.P.N.