

47  
2ej

Universidad Nacional Autónoma de México  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN  
Ingeniería Civil

CONTROL DE AGUAS PLUVIALES EN  
LA ZONA DEL CERRO DEL CHIQUIHUIE

T E S I S

Que para obtener el Título de:  
INGENIERO CIVIL

Presenta:  
HORACIO VIAZCAN CORTES

Acatlán, Edo. de México, 1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

SR. HORACIO VIAZCAN CORTES  
ALUMNO DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL.  
P R E S E N T E :

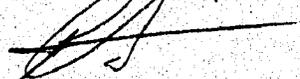
DE ACUERDO A SU SOLICITUD PRESENTADA CON FECHA 14 DE  
FEBRERO DE 1991, ME COMPLACE NOTIFICARLE QUE ESTA JEFATURA  
DEL PROGRAMA TUVO A BIEN ASIGNARLE EL SIGUIENTE TEMA DE  
TESIS: "CONTROL DE AGUAS PLUVIALES EN LA ZONA DEL CERRO  
CHIQUIHUIITE" EL CUAL SE DESARROLLARA COMO SIGUE:

- INTRODUCCION  
I.- TRABAJOS DE CAMPO.  
II.- ESTUDIO HIDROLOGICO.  
III.- SOLUCION OPTIMA.  
IV.- PROCESO CONSTRUCTIVO.  
V.- MANTENIMIENTO  
CONCLUSIONES.

ASI MISMO FUE DESIGNADO COMO ASESOR DE TESIS EL SR. ING.  
FERNANDO FAVELA LOZOYA.

PIDO A USTED TOMAR NOTA QUE EN CUMPLIMIENTO DE LO  
ESPECIFICADO EN LA LEY DE PROFESIONES, DEBERA PRESTAR  
SERVICIO SOCIAL DURANTE UN TIEMPO MINIMO DE SEIS MESES COMO  
REQUISITO BASICO PARA SUSTENTAR EXAMEN PROFESIONAL, ASI COMO  
DE LA DISPOSICION DE LA DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS  
ESCOLARES EN EL SENTIDO DE QUE SE IMPRIMA EN LUGAR VISIBLE DE  
LOS EJEMPLARES DE LA TESIS, EL TITULO DE TRABAJO REALIZADO.  
ESTA COMUNICACION DEBERA IMPRIMIRSE EN EL INTERIOR DE LA  
TESIS.  
SIN MAS POR EL MOMENTO, RECIBA UN CORDIAL SALUDO.

A T E N T A M E N T E  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
ACATLAN, EDO. DE MEX., A 25 DE MAYO DE 1995

  
ING. CARLOS ROSALES AGUILAR  
JEFE DEL PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



ENEP-ACATLAN  
JEFATURA DEL  
PROGRAMA DE INGENIERIA

**DEDICATORIA:**

**A MIS PADRES.- POR SU EDUCACION Y APOYO A LO LARGO DE MI VIDA.**

**A MI ESPOSA.- POR SU AMOR, COMPRESION Y APOYO CONSTANTE.**

**A MIS HIJOS.- CON TODO MI AMOR.**

**A MIS HERMANOS Y FAMILIARES.-**

## **Agradecimiento:**

Mi más sincero reconocimiento para el ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA, que con su experiencia profesional, su práctica y conocimiento logró dar una acertada orientación para la realización de este trabajo. Asimismo, agradezco al ING. HERMENEGILDO ARCOS SERRANO su tiempo, al aportarme tan valiosos comentarios.

Finalmente, doy las gracias por su asistencia al honorable jurado:

Ing. Fernando Favela Lozoya

Ing. Hermenegildo Arcos Serrano

Ing. Raúl A. Correa Arenas

Ing. Víctor Jesús Perusquia Montoya

Ing. Carlos Rosales Aguilar

# INDICE

## Capitulo I

### **Trabajos de campo**

- 1.1. Marco físico
- 1.2. Visita de reconocimiento
- 1.3. Recopilación de información
- 1.4. Levantamientos topográficos
- 1.5. Localización

## Capitulo II

### **Estudio hidrológico**

- 2.1. Aspectos generales
- 2.2. Bases de diseño
- 2.3. Gastos de diseño

## Capitulo III

### **Solución optima**

- 3.1. Alternativas de colector y planta de bombeo
- 3.2. Alternativas de canaletas pluviales y rasantes viales

## Capitulo IV

### **Proceso constructivo**

- 4.1. Planeación y programación
- 4.2. Construcción de canaletas pluviales
- 4.3. Construcción de colector chiquihuite
- 4.4. Estación de bombeo chiquihuite
- 4.5. Construcción de rasantes viales

## Capitulo V

### **Mantenimiento y operación de la obra**

- 5.1. Generalidades
- 5.2. Desazolve de canaletas pluviales y colector chiquihuite
- 5.3. Mantenimiento y operación de la planta de bombeo

### **Conclusiones**

## **Introducción**

El Departamento del Distrito Federal dentro de su programa de emergencias de alcantarillado, a través de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica D.G.C.O.H., unidad departamental de drenaje. Está considerando la elaboración de estudios, proyectos y soluciones adecuadas a los servicios de alcantarillado pluvial en varias colonias de las delegaciones del Distrito Federal, debido al desarrollo urbano, así como los asentamientos humanos irregulares en el valle de México entre otros factores los cuales han venido ocasionando el crecimiento de la infraestructura, para controlar inundaciones o bien ampliaciones o rehabilitaciones en los servicios de alcantarillado pluvial existentes.

Por tal motivo la tesis titulada

**Control de aguas pluviales en la zona del cerro chiquihuite presenta la solución a la problemática actual de alcantarillado pluvial en esta zona**

# **CAPITULO I**

## **Trabajos de campo**

### **1.1 Marco físico.**

A continuación se describen los problemas que afectan actualmente el Distrito Federal y al valle de México.

#### **Características generales de lluvias en el valle de México.**

El valle de México es una cuenca cerrada que se ubica en la altiplanicie de la república, por lo cual está protegido de la acción directa de los huracanes. Las lluvias más intensas se presentan en el verano, que son concentradas y de corta duración, ocasionando importantes inundaciones. En cambio las lluvias de invierno son más extensas y de mayor duración, pero debido a su poca intensidad no se presentan inundaciones.

#### **1.1.1. Distribución temporal de las lluvias.**

La distribución temporal de las lluvias en el valle de México es regular desde el punto de vista de su control y aprovechamiento, ya que la lluvia total de un año se concentra en unas pocas tormentas; así por ejemplo durante una sola tormenta con período de retorno de cinco años se precipita de 7 a 10% de la lluvia media anual, y del total de lluvia que se precipita durante la tormenta, más del cincuenta por ciento lo hace sólo en treinta minutos.

#### **1.1.2. Efectos de la urbanización.**

El desarrollo urbano en una cuenca obliga a mejorar la infraestructura para controlar inundaciones, debido por una parte a que el incremento de áreas menos permeables y más lisas producen corrientes cada vez mayores y por otra que la concentración de bienes en

zonas afectables hacen que el costo de los daños se incremente. En el valle de México ese fenómeno ha obligado a construir una infraestructura muy costosa y mientras el desarrollo de la mancha urbana continúe, deberán destinarse inversiones cada vez mayores que permitan al menos evitar inundaciones catastróficas.

### **1.1.3. Subsistema de colectores o red primaria.**

Su función es recibir las descargas de la red de alcantarillado y manejarlas para proteger de las inundaciones a zonas más o menos extensas, en el Distrito Federal se ha dividido el subsistema en 38 grupos de colectores, cuya longitud total se estima en 1,100 kms., además la red primaria incluye 44 plantas de bombeo con capacidad de almacenamiento de 160 m<sup>3</sup>, plantas de bombeo en pasos a desnivel con capacidad total de bombeo de 8.4 m<sup>3</sup>/seg., y las lagunas de regulación. En general los colectores de la red primaria conducen el agua de poniente a oriente y son interceptados por algunas de las estructuras del sistema general de desagüe.

### **1.1.4. Subsistema general de desagüe.**

Constituye el esqueleto de la infraestructura para controlar inundaciones en el Distrito Federal, su función es recibir las descargas de la red primaria, evitar inundaciones y desalojar las aguas residuales fuera del valle de México.

El análisis de este sistema requiere de la siguiente agrupación

Un conjunto de interceptores con orientación general de sur a norte, cuyos elementos van interceptando el agua, para evitar que pase hacia el oriente de la ciudad y conducirla hacia el norte para descargarlas fuera del valle de México; a este se le denominará sistema de interceptores. Una serie de conductos que corre de poniente a oriente, formada principalmente por antiguos ríos que escurren hacia el Lago de Texcoco, los que actualmente han sido entubados y en su trayectoria pueden descargar a los conductos que forman el sistema de interceptores.

El sistema de la zona sur, que controla las avenidas que se generan en esa zona para finalmente descargarlas en el Río Churubusco, que constituye el límite sur de los conductos que drenan hacia el Lago de Texcoco.

Los conductos que corren de poniente a oriente están formados por las siguientes estructuras:

#### **A. RIO CHURUBUSCO:**

A él concurren las crecientes generadas en toda la zona que se encuentra al sur del Río de la Piedad, mediante una serie de plantas de bombeo, a la altura de la planta de bombeo Aculco puede derivar agua al gran canal, a través de la prolongación sur del gran canal, descarga hacia el Lago de Texcoco.

#### **B. RIO DE LA PIEDAD:**

Como todos los de este subsistema, es un entubamiento que sigue el trazo del antiguo Río del mismo nombre, recibe las aportaciones de la cuenca situada entre su trazo y la del Río Consulado conduce las aguas al oriente y las descargas hacia el gran canal o al Río Churubusco.

#### **C. RIO DE LOS REMEDIOS:**

Ubicado en la zona en estudio el cual recibe las aportaciones de la parte baja de los ríos Tlalnepantla y San Javier, y parte de las descargas del Vaso de Cristo.

En la figura 1 se muestra la delimitación aproximada de las cuencas asociadas, a cada elemento del sistema general de desagüe.

### **1.2 Visita de reconocimiento.**

En compañía del personal de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica D.G.C.O.H. y de la delegación Gustavo A. Madero se realizaron visitas a la zona de estudio con objeto de conocer las condiciones actuales de las instalaciones existentes, en dicho recorrido se observó que la mayor parte de las calles carecen de coladeras pluviales y se encuentran sin pavimentar, por lo que se determinó la ubicación de las rejillas pluviales y canaletas de proyecto en las calles donde exista mayor aprovechamiento de estas estructuras, así como los servicios de pavimentación en las calles que lo requieran.

Por otro lado el desarrollo de la mancha urbana en el Distrito Federal ha ocasionado la invasión prácticamente de la parte baja del cerro Chiquihuite. Este fenómeno ha obligado a proyectar alcantarillado pluvial para controlar inundaciones.

Por otra parte se tiene que la localidad de estudio se encuentra entre el bordo del Río de los Remedios, ubicándose el área inundable en la parte más baja del cerro Chiquihuite por lo que se hace necesario incorporar las aguas pluviales al Río de los Remedios mediante equipo de bombeo a ubicarse en los terrenos aledaños al Río de los Remedios.

Se revisará la capacidad hidráulica del colector Chiquihuite (drenaje combinado) existente, y se proyectará la ampliación del mismo a lo largo de la Av. Chiquihuite.

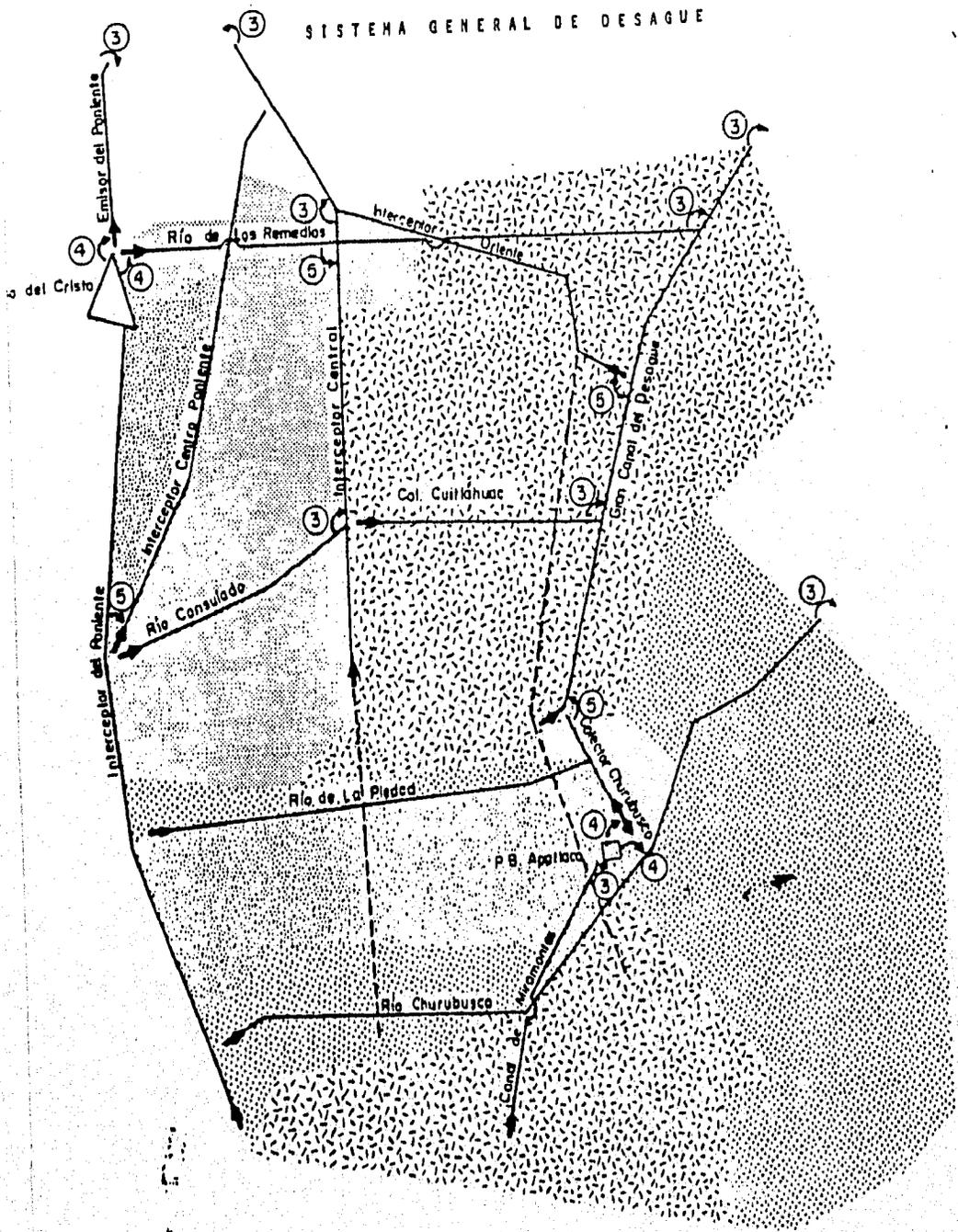


FIGURA 1 Areas de aportación al sistema principal de drenaje

### **1.3 Recopilación de información.**

La información se obtuvo principalmente de las oficinas de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica D.G.C.O.H. y la Delegación política Gustavo A. Madero.

La Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica proporcionó la planimetría escala 1:500, comprendida entre Av. Chiquihuite, el municipio de Tlalnepantla, el Río de los Remedios y la Av. Ticomán, la nivelación y secciones transversales de la Av. Río de los Remedios, Av. Acueducto de Guadalupe Norte, Av. Acueducto de Guadalupe Sur, Av. Chiquihuite Norte, Av. Chiquihuite Sur.

La nivelación y secciones transversales escala 1:500, en las calles 1,2,3,4,5, calle 4a. cerrada Chiquihuite, calle diagonal Cantera y calle Chamizal.

Los planos básicos de drenaje pluvial de los colectores chiquihuite, Acueducto de Guadalupe Norte y Acueducto de Guadalupe Sur.

En la Delegación Gustavo A. Madero se obtuvo la planimetría de la zona sur de la colonia San Juan Ticomán, la cual se completó con el vuelo fotogramétrico realizado en enero de 1987 por aerofoto, escala 1:2000 de toda el área adyacente al cerro Chiquihuite.

### **1.4. Levantamientos topográficos.**

Los trabajos consistieron en la nivelación y secciones transversales de las siguientes calles, apoyados en el banco de nivel maestro m(n07-bo1)2, ubicado en Av. Acueducto y Av. la Presa con una elevación de 2239.883 m.s.n.m.

Av. Río de los Remedios 1060 mts. longitud  
Av. Acueducto de Guadalupe Norte 300 mts. longitud  
Av. Acueducto de Guadalupe Sur 470 mts. longitud  
Av. Chiquihuite Sur 4ª Privada de Chiquihuite 240 mts. longitud  
Calle Chamizal 211 mts. longitud  
Calle Diagonal Cantera 168 mts. longitud  
Calle uno 74 mts. longitud  
Calle dos 110 mts. longitud  
Calle tres 125 mts. longitud  
Calle cuatro 113 mts. longitud  
Calle cinco 108 mts. longitud

Relación de planos:

1. Plano general
2. Rasante vial, y drenaje pluvial en Av. Río de los Remedios, Av. Acueducto - Av. Ticomán km. 0 + 000 - km. 0 + 575
3. Rasante vial y drenaje pluvial en Av. Río de los Remedios ,secciones transversales km. 0+000 - km 0+575.
4. Rasante vial y drenaje pluvial en Av. Río de los Remedios, Av. Acueducto - C. Sta. Cruz km. 0 + 000 - km 0+469
5. Rasante vial y drenaje pluvial en Av. Río de los Remedios ,secciones transversales del km 0+00 - km 0+469
6. Canaleta pluvial chiquihuite km. 0 + 000 - km 0 + 380
7. Canaleta pluvial chiquihuite km. 0 + 380 - km. 0 + 860
8. Canaleta pluvial chiquihuite secciones transversales km. 0 + 000 km. 0 + 860.
9. Canal de descarga Av. Ticomán secciones transversales km. 0 + 000 - km. 0 + 090.35
10. Colector Chiquihuite km 0 + 000 - km. 0 + 493
11. Colector Chiquihuite km. 0 + 493 - km. 0 + 916
12. Rasante vial en Av. Chiquihuite secciones transversales km. 0 + 020 - km. 0 + 290
13. Detalles de :
  - 13.1 Cruce de canaleta Río de los Remedios en Av. Acueducto
  - 13.2 Cruce en Av. Río de los Remedios hacia planta de bombeo
  - 13.3 Pozo vertedor en Av. Acueducto Norte
  - 13.4 Rejilla de descarga en pozo de visita. - Av. Ticomán
14. Detalles de :
  - 14.1 Rejilla y desarenador en planta de bombeo
  - 14.2 Desarenador en Av. Chiquihuite
  - 14.3 Canal de descarga en Av. Ticomán
  - 14.4 Planta de bombeo
15. Rasante vial en Av. Acueducto de Guadalupe Norte km 0 + 000 -km. 0 + 680
16. Rasante vial en Av. Acueducto de Guadalupe Norte secciones transversales km. 0 + 000 km. 0 + 360
17. Rasante vial en Av. Acueducto de Guadalupe norte secciones transversales km. 0 + 380 km. 0 + 680
18. Rasante vial en Av. Acueducto de Guadalupe Sur km. 0 + 000 km. 0 + 470.40
19. Rasante vial en Av. Acueducto de Guadalupe Sur, secciones transversales km 0 + 000 km. 0 + 470.40
20. Rasante vial en calles diagonales cantera y cuarta cda. chiquihuite
21. Rasante vial en calles diagonal cantera y cuarta cda. chiquihuite
22. Rasante vial en calles uno, dos, tres y cuatro
23. Rasante vial en calles uno, dos, tres, cuatro y cinco (secciones transversales)
24. Rasante vial en calle cinco y chamizal
25. Rasante vial en calle chamizal (secciones transversales)
26. Estructural - ducto, rectangular, canal trapecial, canal rectangular, desarenador en planta de bombeo
27. Estructural - Desarenador en Av. Chiquihuite

28. Colector Río de los Remedios km. 0 + 000 - km. 0 + 500

29. Colector Río de los Remedios km. 0 + 500 - km. 1 + 060

30. Colector san Juan km. 0 + 000 - km. 0 + 295

Además con los resultados obtenidos se elaboraron los planos básicos para las obras de protección de drenaje pluvial que son: Canaleta trapecial y rectangular, ampliación y rectificación del colector chiquihuite, estación de bombeo, rasantes viales y pavimentación de calles y rejillas pluviales.

## 1.5 Localización.

La colonia San Juan Ticomán se localiza al norte de la ciudad de México, en los límites del Distrito Federal con el municipio de Tlalnequapantla Estado de México, ubicada dentro de la delegación Gustavo A. Madero, la mayor parte de su área urbana se encuentra asentada en las faldas del cerro del Chiquihuite .

Colindando al norte con la zona alta del cerro Chiquihuite, al sur con la colonia La Escalera, al este con el municipio antes dicho y al oeste con la colonia La Pastora, sus principales vías de acceso son la Av. Acueducto de Guadalupe y Ticomán. En la figura 2 se muestra el croquis de localización.

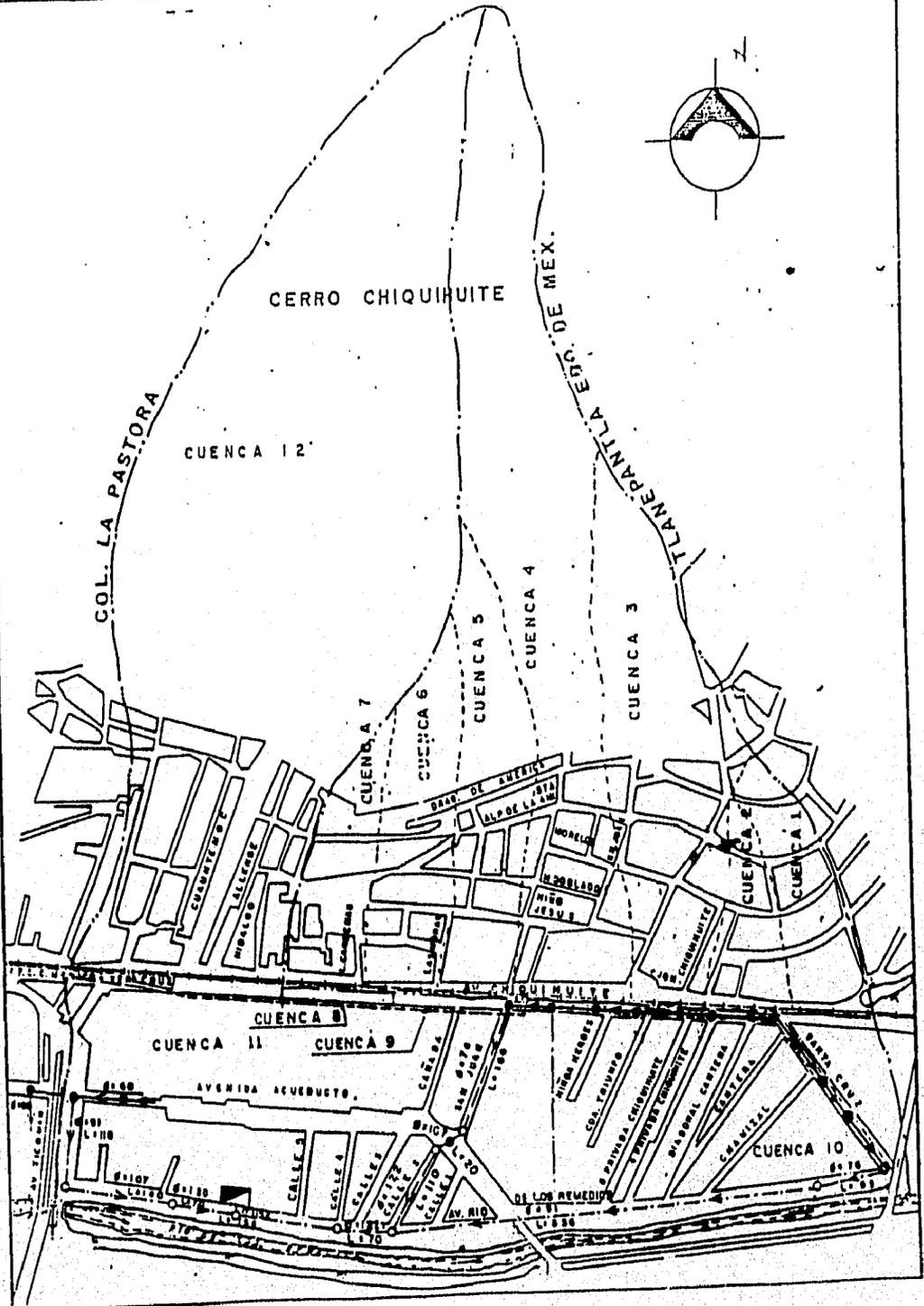
La vialidad que presenta la zona de estudio son: calles empedradas de acceso peatonal únicamente en su zona alta adyacente al cerro del Chiquihuite, en la zona baja se encuentran avenidas y calles pavimentadas que cuentan con guarniciones y banquetas, sin embargo teniéndose un número considerable de calles sin estos servicios públicos. En época de lluvias la colonia San Juan Ticomán presenta inundaciones en las áreas adjuntas, al Río de los Remedios, debido a los escurrimientos superficiales del gran caudal provenientes principalmente de la cuenca de aportación del cerro Chiquihuite.

Estas circunstancias ha obligado al diseño y construcción de un colector ubicado en la Av. Río de los Remedios, rejillas pluviales, coladeras de tormenta, canaletas pluviales y rasantes viales. Así como la ampliación y rectificación en su descarga del colector chiquihuite de 1.52 mts. de diámetro, a fin de desalojar el agua pluvial y enviarla mediante una planta de bombeo al Río de los Remedios.

FIGURA 2

CRONIS DE LOCALIZACION

COL. SN JUAN TICOMAN DELEGACION GUSTAVO A MADERO D.D.F. D.G.C.O.H.



## **CAPITULO II**

### **Estudios Hidrológicos**

#### **2.1. Aspectos generales:**

El crecimiento de las zonas impermeables en las cuencas urbanas modifican la magnitud y velocidad del escurrimiento de aguas pluviales, por lo que es necesario construir obras de drenaje pluvial que permitan proteger a personas y sus bienes ante posibles inundaciones.

Las obras de protección, que el ingeniero que se ocupa de proyectar, construir o supervisar el funcionamiento de instalaciones hidráulicas debe resolver numerosos problemas prácticos de muy variado carácter. Por ejemplo se encuentra con la necesidad de diseñar puentes, estructuras para el control de avenidas, presas, vertedores, sistema de drenaje para poblaciones, carreteras y aeropistas. Sin excepción estos diseños requieren de análisis hidrológicos, para la selección del evento de diseño necesario.

El objetivo de la hidrología aplicada es la determinación de esos eventos, que son análogos a las cargas de diseño en un análisis estructural, por poner un ejemplo de la ingeniería civil.

Por otra parte la mayoría de las obras, que garantizan totalmente que su capacidad no sea rebasada, resultan demasiado costosas, por lo que el diseño tiene que conciliar el grado de protección que se proporcione con el costo de la obra.

La finalidad de las obras de drenaje pluvial para controlar inundaciones en zonas urbanas, es evitar los daños directos a personas o propiedades y efectos indirectos que complican el desarrollo de las actividades normales de las ciudades.

En términos generales, los métodos tradicionales para determinar tormentas de diseño, tienen desventajas importantes.

La primera es que el análisis de diseño se basa en la información de una sola estación (generalmente la más cercana al sitio de estudio), sin aprovechar toda la información recabada en la zona. Este problema conduce con cierta frecuencia a diseños inconsistentes en una misma región.

La segunda se refiere a la falta de criterios de diseño para cuencas relativamente grandes, o estructuras de almacenamiento cuyo diseño depende más del volumen de las avenidas que de su gasto pico.

Debido a esas limitaciones, recientemente se han desarrollado otros enfoques, basados esencialmente en estudios regionales, en particular para el Distrito Federal, se han encontrado resultados con los que se obtienen tormentas de diseño para cualquier área de la cuenca en estudio, duración y período de retorno dado.

## **2.2. Bases de diseño**

De acuerdo al procesamiento de la información recopilada se delimitó la zona de estudio, la cual comprende una área total de 85 ha. de los cuales 52 ha. pertenecen a la zona urbana y 33 ha. a la zona despoblada.

Por otro lado se tomó una densidad de saturación de población de 250 hab./ha., teniendo la siguiente expresión.

52.00 ha zona urbana X 250 hab/ha = 13,000 habitantes como población futura.

### **2.2.1. Aportación y tipo de servicio**

Considerando el tipo de población se estableció una aportación de aguas negras de 250 lts/hab./día.

En función de las características topográficas del terreno, se eligió emplear el método "Racional" para la cuantificación de las aguas pluviales cuya expresión es la siguiente:

$Q = 2.32 CIA$  donde:

$Q$  = Gasto pluvial l.p.s.

$C$  = Coeficiente de escurrimiento

$I$  = Intensidad media de la lluvia, en mm/hr.

$A$  = Área drenada en has.

En cuanto al tipo de servicio se estableció emplear el sistema combinado para el desalojo de las aguas negras y pluviales del área adyacente al colector chiquihuite (existente) y pluvial para el área restante de la zona de estudio:

## 2.3 Gastos de diseño

### 2.3.1 Evaluación de aguas negras

De acuerdo a la población de proyecto y la aportación establecida se obtiene el gasto de aguas negras a desalojar en el proyecto.

a) Gasto medio diario (Q medio)

$$Q_{\text{medio}} = \frac{13,000 \text{ hab.} \times 250 \text{ lts/hab./día}}{86,400 \text{ seg/día}} = 37.62 \text{ l.p.s.}$$

b) Gasto máximo instantáneo (Q max. inst.)

Este gasto se obtiene afectando el gasto medio por el coeficiente de armon, teniendo la siguiente expresión.

$$Q_{\text{max. inst.}} = Q_{\text{medio}} \times M$$

$$M = 1 + \frac{14}{4\sqrt{p}} = 1 + \frac{14}{4\sqrt{13}} = 1 + \frac{14}{4 + 3.605}$$

$$M = 1 + \frac{14}{7.605} = 1 + 1.84 = 2.84$$

p = Población en miles

$$Q_{\text{max inst.}} = 2.84 \times 37.62 \text{ lts/seg} = 106.84 \text{ lts/seg.}$$

### 2.3.2. Evaluación de aguas pluviales

Para la obtención del gasto pluvial se utilizó el criterio mostrado en el manual de hidráulica urbana (tomo 1- 1982), elaborado por el Instituto de Ingeniería (U.N.A.M) para la D.G.C.O.H.

La fórmula del método racional es posiblemente el modelo más antiguo de la relación lluvia escurrimiento. Este modelo toma en cuenta, además del área de la cuenca, la intensidad de precipitación y es hoy en día muy utilizado particularmente en el diseño de drenajes urbanos.

En una cuenca no impermeable, sólo una parte de la lluvia , escurre directamente hasta la salida. Si se acepta que durante la lluvia o al menos una vez que se ha establecido el gasto de equilibrio, no cambia la capacidad de infiltración en la cuenca, se puede escribir la llamada fórmula racional.

$$Q = 2.32 CIA$$

### 2.3.2.1. Determinación del coeficiente de escurrimiento

"C" es un coeficiente de escurrimiento, que representa la fracción de la lluvia que escurre en forma directa, toma valores entre 0 y 1 y varía apreciablemente de una cuenca a otra ,debido a las condiciones de humedad iniciales. Sin embargo es común tomar valores de "C", representativos de acuerdo con ciertas características de las cuencas.

El valor de este coeficiente se dio de la siguiente manera:

c = 0.45 para el área urbana

c = 0.15 para el área despoblada

### 2.3.2.1. Cálculo de la intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia se evalúo por medio del método elaborado en el Instituto de Ingeniería, con el cual se evalúa la precipitación máxima con períodos de retorno de 2 a 10 años duración entre 5 min. y 24 hrs., el método está basado en estudios desarrollados en los últimos 10 años y regionalizado exclusivamente para la ciudad de México.

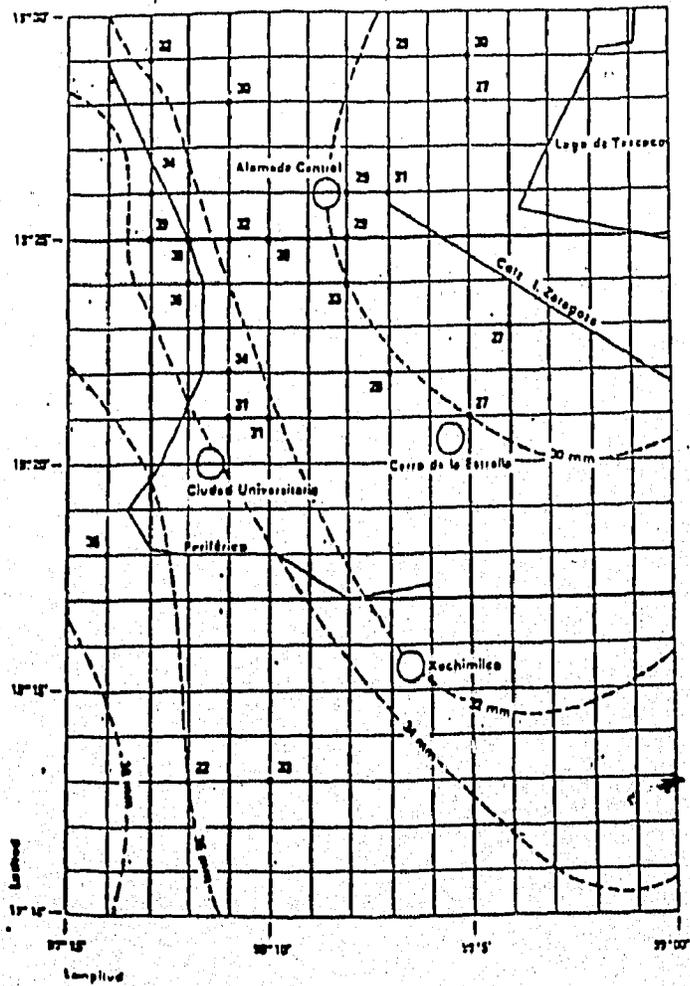
La caracterización regional de la precipitación máxima se define mediante un plano básico, que contienen las isoyetas de precipitación máxima para un período de retorno de 5 años y duración de 30 min. (ver figura 3)

Asimismo se emplearon factores de reducción para pasar de la precipitación máxima en un punto a la precipitación media en un área, empleando la siguiente expresión.

$$H_{ptr} = h \times f_{tr} \times f_d \times f_a$$

donde:

FIGURA 3 Isoyelas para  $d = 30 \hat{\text{min}}$  y  $T_r = 5 \text{ años}$



X = Valor calculado en cada estación pluviográfica

- H ptr = Altura de precipitación (mm) para un período de retorno duración y área determinados.
- h = Altura de precipitación (mm) para un período de retorno, de 5 años, y una duración de 30 min.
- ftr = Factor de ajuste del período de retorno (adimensional)
- fd = Factor de ajuste que afecta la duración de la tormenta (adimensional)
- fa = Factor de reducción por área (adimensional)

### 2.3.2.2.1. Factor de ajuste del período de retorno. (ftr)

Utilizando la figura N° 4 se fija un tiempo de retorno, de 5 años, lo que implica un factor por período de retorno de  $ftr = 1.00$

### 2.3.2.2.2. Factor de ajuste por duración (f d).

El factor de ajuste por duración se obtuvo empleando la fórmula:  
 $fd = 0.316 \ln(d) - 0.119$  donde:

fd = factor de duración

d = duración en minutos  
 o bien utilizando la figura 4 y 5 donde

- Se obtiene el valor de ajuste por período de retorno (f tr)
- Se obtiene el valor de ajuste por duración (f d).

### 2.3.2.2.2. Factor de ajuste por área (f a).

En función de la magnitud del área de estudio se determinó  
 $fa = 1.00$  según la siguiente tabla

área (km 2)	2	10	20
fa	1	0.96	0.87

#### 2.3.2.2.4 Altura de precipitación (mm), para un periodo de retorno de 5 años y duración de 30 min. ( H ptr).

De acuerdo con la figura N° 3 se obtuvo el valor de  $h_{p(5,30)}$ , para la zona de estudio, es decir:

$$h_{p5,30} = 30.50 \text{ mm.}$$

por lo tanto:

$$h_{ptr} = 30.5 \text{ mm} \times 1 \times fd \times 1$$

donde:

$$fd = tc = \text{tiempo de concentración.}$$

#### 2.3.2.2.5. Tiempo de concentración

El tiempo que transcurre entre el inicio de la lluvia y el establecimiento del gasto de equilibrio se denomina tiempo de concentración y equivale al tiempo que tarda el agua en pasar del punto más alejado hasta la salida de la cuenca.

Naturalmente el tiempo de concentración depende de la longitud máxima que debe recorrer el agua hasta la salida de la cuenca y de la velocidad que adquiere en promedio dentro de la misma. Esta velocidad está en función de las pendientes del terreno y de los cauces, y la rugosidad de la superficie de los mismos. El tiempo de concentración se calcula mediante la ecuación.

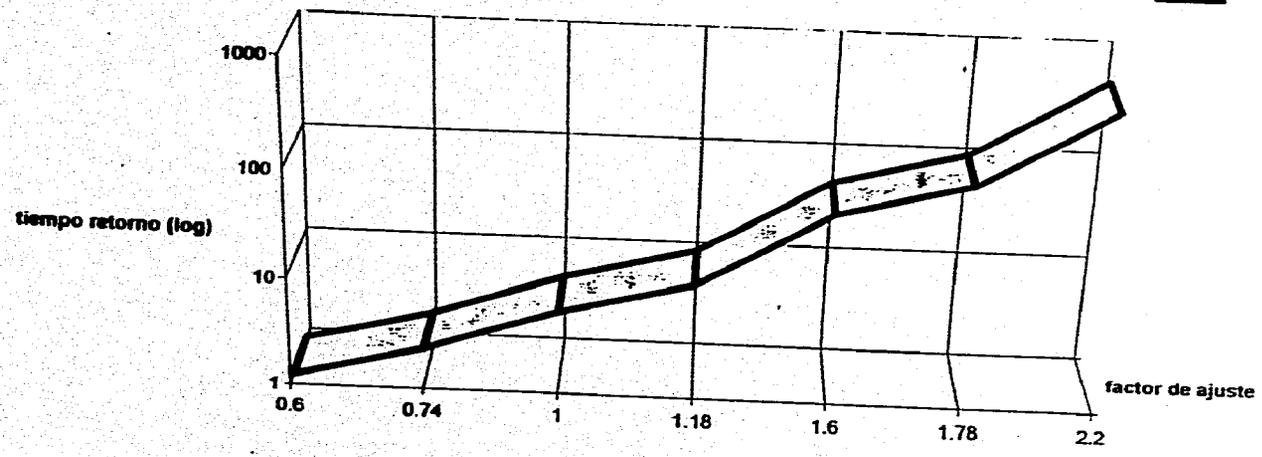
$$T_c = \frac{L}{60V}$$

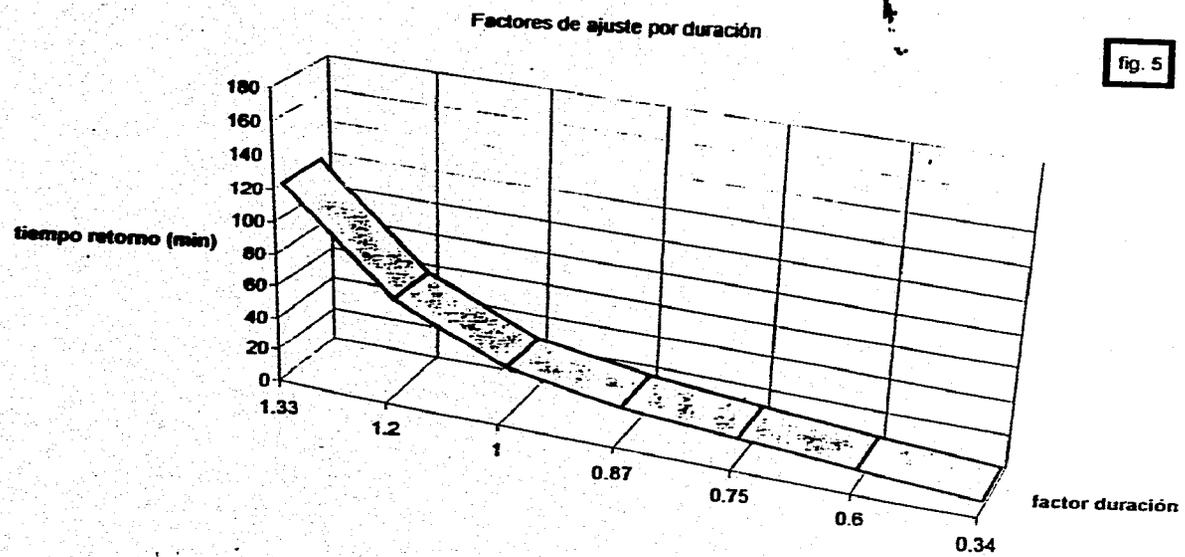
Donde "Tc" es el tiempo de concentración, "L" es la longitud del cauce principal de la cuenca en metros y "V" es la velocidad media del agua en el cauce principal en m/seg.

1. Para el caso de diseño de colectores se consideró un tiempo de concentración de 30 minutos.
2. Para el tramo siguiente aguas abajo, el valor del tiempo de concentración, se obtuvo sumando al inicial el tiempo de escurrimiento.
3. En un cruce de dos a más tramos, el tiempo de concentración que se utilizó, fue el mayor de los tiempos de los tramos con que se llegó al tramo analizado.

Factores de ajuste por período de retorno y duración

fig. 4





### 2.3.2.2.6. Cálculo de la intensidad de precipitación

La intensidad de precipitación se calculó de la siguiente manera asociada con el tiempo de concentración mediante la siguiente expresión.

$$I = \frac{60 \text{ h}}{T_c} = \frac{60 \times (30.5 \text{ mm})}{30 \text{ min.}} = 61.00 \text{ mm/hr}$$

I = intensidad de lluvia en mm/hr  
h = precipitación media para el período de retorno tr  
Tc = tiempo de concentración en minutos

Ahora bien, el gasto de diseño de un tramo, fue el gasto pluvial correspondiente al área tributaria a este tramo más el gasto sanitario de su área propia para el caso de colectores.

Para el diseño de las canaletas o drenes pluviales se diseñaron considerando una intensidad de precipitación de 61 mm/hr, que corresponde a la intensidad obtenida en el cálculo del colector chiquihuite, asimismo los coeficientes de escurrimiento fueron los mismos.

De acuerdo a lo anterior se tiene el siguiente gasto pluvial

Area urbana = 52 ha.  
Area no urbana = 33 ha.  
Coeficiente de escurrimiento  
Urbano c = 0.45  
No Urbano c = 0.15  
Intensidad de precipitación = 61 mm/hr

Q = 2.32 CIA  
Q1 urbano = 2.32 x 0.45 x 61 x 52 = 3311.57 l.p.s. gasto pluvial  
Q2 urbano = 2.32 x 0.15 x 61 x 33 = 700.52 l.p.s. gasto pluvial  
Qt = gasto pluvial total = 4012.09 l.p.s.

### 2.3.3. Diseño hidráulico de canales.

El problema del diseño de un canal generalmente se presenta teniendo como datos, el gasto que debe transportar, la pendiente disponible dependiendo de la topografía del terreno y la rugosidad de las paredes.

Con estos datos es posible determinar a partir de la ecuación de continuidad y flujo uniforme, la sección más conveniente donde.

$$Q = VA \quad \text{continuidad}$$

$$V = \frac{1}{n} Rh^{2/3} S^{1/2} \quad \text{fórmula de manning}$$

Sustituyendo manning en la fórmula de continuidad tenemos.

$$\frac{Qn}{S^{1/2}} = ARh^{2/3} \quad \text{Flujo uniforme}$$

En este caso, se optó una sección trapecial mínima de 1.50 mts. de su base menor, 1.90 mts en su base mayor y de 0.70 mts. de altura ajustándose según características topográficas del terreno.

Normalmente el talud de la sección no se elige arbitrariamente ya que está supeditado a que pueda resistir el material de excavación, los siguientes datos dan algunas recomendaciones al respecto, sobre los taludes para una sección trapecial.

Tipo de material excavado:	Talud recomendado:
Roca sana	0.0 a 0.25
Tepetate duro	1
Areniscas blandas	1.5 a 2.00
Arcillas saturadas	3

### **2.3.3.1. Cálculo del gasto pluvial en el diseño de las canaletas pluviales**

Considerando la división de la cuenca de influencia a la canaleta en área urbana y no urbana, así como, los coeficientes de escurrimiento de 0.45 y 0.15 respectivamente para las áreas anteriormente mencionadas y tomando el valor de la intensidad de lluvia igual a 61 mm/hr.

De acuerdo al proyecto de la rasante, en la Av. Río de los Remedios o de la topografía del terreno en la Av. Chiquihuite en que se alojó la canaleta pluvial y en la inteligencia de mantener una profundidad mínima se determinó la pendiente de la canaleta.

Una vez obtenido el gasto de aportación y diseño para cada tramo, considerado y establecido la pendiente, se analizó el funcionamiento hidráulico de la sección trapecial, empleando las fórmulas de manning y continuidad.

### **2.3.3.2. Canaleta pluvial sobre Av. Río de los Remedios**

Analizando la canaleta pluvial alojada sobre la Av. Río de los Remedios, el primer tramo considerado comprende toda la cuenca 10 que genera un gasto pluvial de 700.52 lts./seg., es decir:

$Q = 2.32 \times 0.45 \times 61 \times 11 = 700.52 \text{ lts./seg}$  mismos que pueden desalojarse en la canaleta trapecial con las siguientes características.

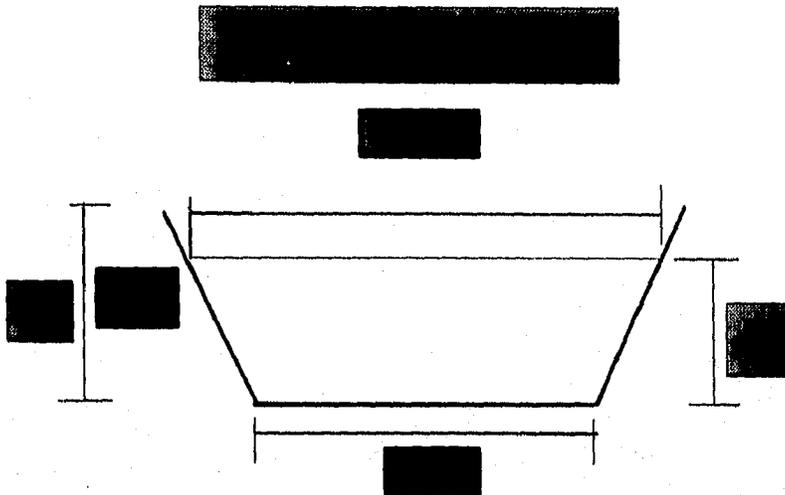


fig. 1

Área =  $A = by + y^2k = 0.86 \text{ m}^2$   
 Perímetro mojado =  $P = b + 2y\sqrt{k^2+1} = 2.58 \text{ mts.}$   
 Radio hidráulico =  $R_h = A/P = 0.33 \dots R_h^{2/3} = 0.477 \text{ mts.}$   
 Pendiente hidráulica mínima  $s = 0.0045 \dots s^{1/2} = 0.067$   
 Coeficiente de rugosidad =  $n = 0.020$   
 Aplicando manning se tiene  $v = 1.59 \text{ m/seg.}$   
 Por continuidad tenemos  $Q = 1.36 \text{ m}^3/\text{seg} = 1367.40 \text{ lts/seg}$

El segundo tramo analizado comprende la cuenca 11 la cual por facilidad de cálculo y tomando en consideración las dos descargas de esta canaleta (planta de bombeo y pozo de visita en Av. Ticomán), se dividió en 6/6, esto es 5/6 de esta cuenca se drenan hacia la planta de bombeo ( p.b.) de los cuales 2/6 se incorporan a la p.b. mediante el colador de 76 cm diámetro con inicio en la Av. Acueducto y 3/6 a través de la canaleta analizada, la parte restante 1/6 se considera descargara en el pozo de visita existente adjunto a la Av. Ticomán, con lo cual el gasto pluvial máximo que drenará esta canaleta hasta la p.b. es de 1305.52 l.p.s.

Cuenca 11 = 19 ha .. 3/6 = 9.5 ha ..  $Q = 2.32 \times 0.45 \times 61 \times 9.5 = 605 \text{ l.p.s.}$   
 $Q = 605 + 700.52 = 1305.52 \text{ l.p.s.}$  los cuales y con las siguientes características pueden desalojarse en la canaleta trapecial.

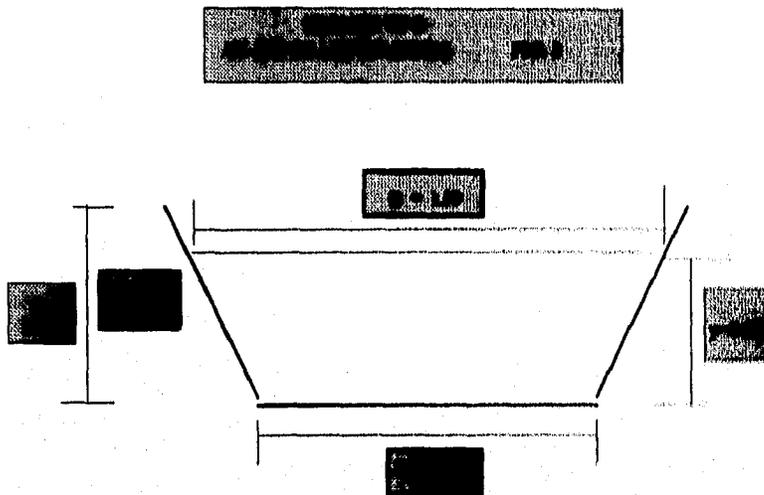


Fig. 2

Area  $A = by + y^2k = 1.43 \text{ m}^2$   
 Perímetro mojado  $P = b + 2y\sqrt{k^2+1} = 3.21 \text{ mts.}$   
 Radio hidráulico  $R_h = A/P = 0.4455 \dots R_h^{2/3} = 0.5833 \text{ mts.}$   
 Pendiente hidráulica mínima  $s=0.001 \dots s^{1/2} = 0.032$   
 Coeficiente de rugosidad  $n = 0.020$   
 Aplicando manning se tiene  $v = 0.93 \text{ m/seg.}$   
 Por continuidad tenemos  $Q = 1.334 \text{ m}^3/\text{seg} = 1334.59 \text{ lts/seg}$

El tercer tramo y último de esta canaleta comprende desde la p.b. hasta la descarga en el pozo de visita existente adyacente a la Av. Ticomán.

Cuando no se tenga aportación de esta canaleta hacia la planta de tratamiento (sin mantenimiento), se tendrá en el tercer tramo un gasto planial de 1507.19 l/s, correspondientes a 4/5 del área de la cuenca 11 (12.98 has) más 1/5 has. de la cuenca 10. Este gasto se descargará en la canaleta trapezoidal con las siguientes características.

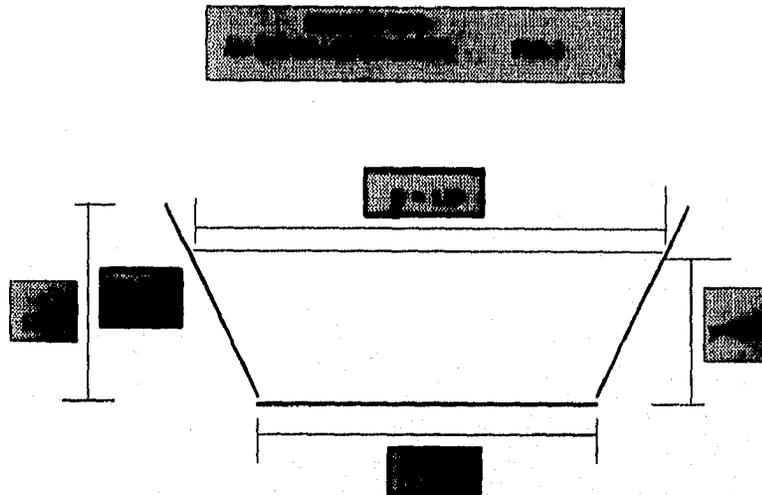


Fig. 2

Area =  $A = by + y^2k = 1.43 \text{ m}^2$   
 Perímetro mojado =  $P = b + 2y\sqrt{k^2+1} = 3.21 \text{ mts.}$   
 Radio hidráulico =  $R_h = A/P = 0.4455 \dots R_h^{2/3} = 0.5833 \text{ mts.}$   
 Pendiente hidráulica mínima  $s = 0.001 \dots s^{1/2} = 0.032$   
 Coeficiente de rugosidad =  $n = 0.020$   
 Aplicando manning se tiene  $v = 0.93 \text{ m/seg.}$   
 Por continuidad tenemos  $Q = 1.334 \text{ m}^3/\text{seg} = 1334.59 \text{ lts/seg}$

El tercer tramo y último de esta canaleta comprende desde la p.b. hasta la descarga en el pozo de visita existente adyacente a la Av. Ticomán.

Quando no se tenga aportación de esta canaleta hacia la planta de bombeo (por mantenimiento), se tendrá en el tercer tramo un gasto pluvial de 1507.19 l.p.s. correspondientes a 4/6 del área de la cuenca 11 (12.66 has) más 11 has. de la cuenca 10. Este gasto se desalojará en la canaleta trapecial con las siguientes características.

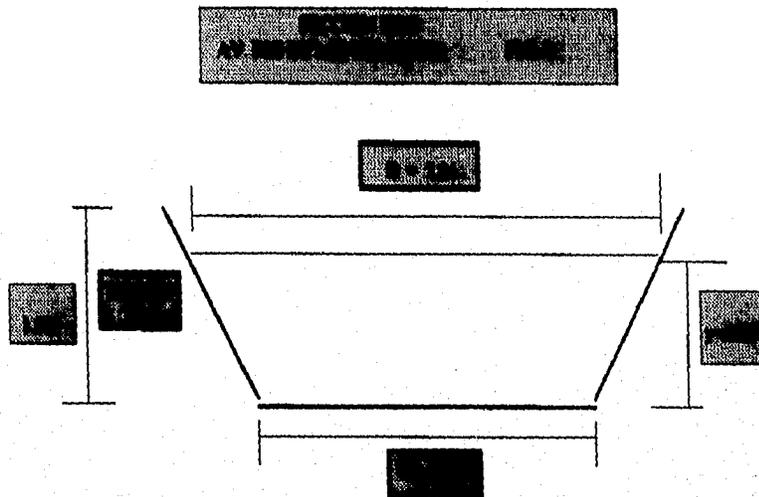


Fig 3

Área =  $A = by + y^2k = 1.59 \text{ m}^2$   
 Perímetro mojado =  $P = b + 2y\sqrt{k^2+1} = 3.38 \text{ mts.}$   
 Radio hidráulico =  $R_h = A/P = 0.4704 \dots R_h^{2/3} = 0.603 \text{ mts.}$   
 Pendiente hidráulica mínima  $s = 0.001 \dots s^{1/2} = 0.032$   
 Coeficiente de rugosidad =  $n = 0.020$   
 Aplicando manning se tiene  $v = 0.96 \text{ m/seg.}$   
 Por continuidad tenemos  $Q = 1.526 \text{ m}^3/\text{seg} = 1526.40 \text{ lts/seg}$

Quantificación de gasto pluvial para el diseño de la canaleta en la Av. Río de los Remedios.

Cuenca	Area urbana (ha)	Coefficiente	Intensidad (mm/hr)	Gasto (l.p.s.)
10	11	0.45	61.00	700.52
	19 - 2 = 9.5	0.45	61.00	605.00
11	2/8 (19) = 6.33	0.45	61.00	403.30
	1/6 (19) = 3.17	0.45	61.00	201.67

### 2.3.3.3. Canaleta pluvial sobre Av. chiquihuite km. 0 + 000 al km. 0 + 860.

Analizando la canaleta pluvial alojada sobre la Av. Chiquihuite en el sentido del escurrimiento, tenemos el primer tramo con un desarrollo de 620 m. (km 0+240 - km 0+860) que comprende las cuencas 1, 2, 3,...9 que generan un gasto pluvial de 1549.64 l.p.s. que se desalojará en la canaleta trapecial con las siguientes características.

En este tramo, se tienen tres pendientes diferentes, analizaremos para la pendiente menor ( $s = 0.001$ ).

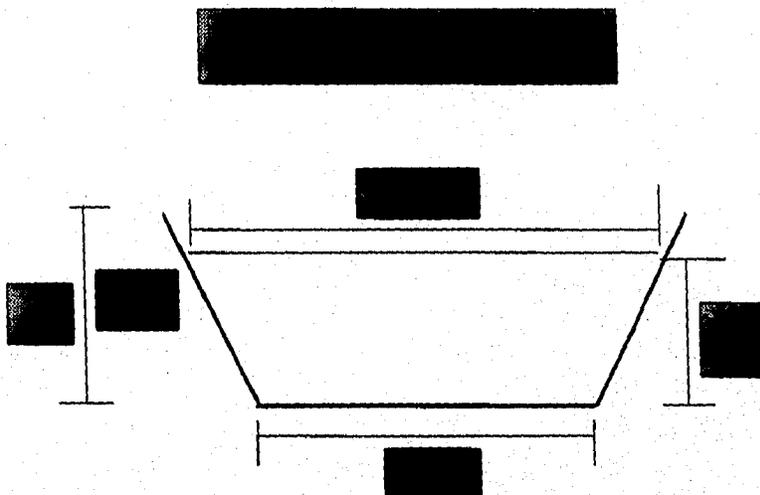


Fig 4

Área  $= A = by + y^2k = 1.69 \text{ m}^2$   
Perímetro mojado  $= P = b + 2y\sqrt{k^2+1} = 3.48 \text{ mts.}$   
Radio hidráulico  $= Rh = A/P = 0.4856 \dots Rh^{2/3} = 0.6178 \text{ mts.}$   
Pendiente hidráulica mínima  $s=0.001 \dots s^{1/2} = 0.032$   
Coeficiente de rugosidad  $= n = 0.020$   
Aplicando manning se tiene  $v = 0.988 \text{ m/seg.}$   
Por continuidad tenemos  $Q = 1.669 \text{ m}^3/\text{seg} = 1669.72 \text{ lts/seg}$

El segundo tramo considerado con un desarrollo de 240 m. del (km 0 + 000 al km 0 + 240) comprende la cuenca 12 que genera un gasto pluvial de 551.93 l.p.s. que adicionados a los 1549.64 l.p.s. del tramo anterior nos da un gasto pluvial total de 2101.57 l.p.s.

Del km 0 + 140 al km 0 + 240 el trazo de la canaleta se tiene una sección de 2.00 m. de ancho entre la vía del F.F.C.C.. y el corte vertical del cerro chiquihuite, lo que ocasionó

cambiar la sección trapezoidal tipo de la canaleta a sección rectangular la cual tiene las siguientes características.

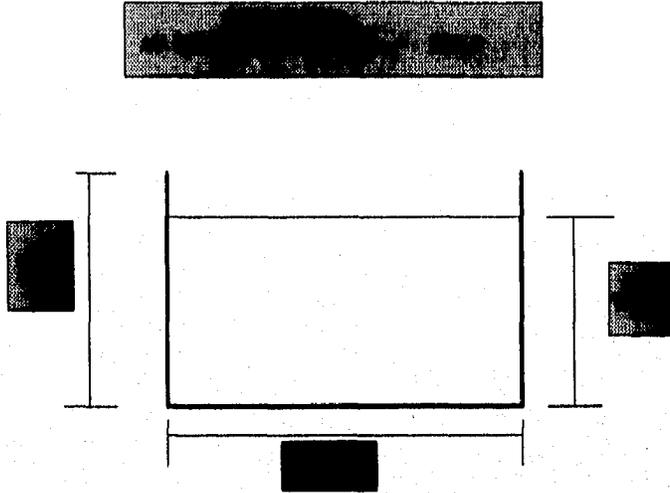


fig. 5

Área =  $A = yb = 1.62 \text{ m}^2$   
Perímetro mojado =  $P = 2y + b = 3.60 \text{ mts.}$   
Radio hidráulico =  $R_h = A/P = 0.450 \dots R_h^{2/3} = 0.587 \text{ mts.}$   
Pendiente hidráulica mínima  $s = 0.002 \dots s^{1/2} = 0.045$   
Coeficiente de rugosidad =  $n = 0.020$   
Aplicando manning se tiene  $v = 1.32 \text{ m/seg.}$   
Por continuidad tenemos  $Q = 2.139 \text{ m}^3/\text{seg} = 2139.61 \text{ lts/seg}$

La longitud restante de 140 m. de esta canaleta continuará con la sección trapezoidal tipo, hasta llegar al desarenador previo a la alcantarilla de cruce con la Vía del F.F.C.C., esta canaleta tendrá las siguientes características, donde la pendiente hidráulica mínima es de  $s = 0.002$  cambiando la velocidad, para el desalojo de los 2101.57 l.p.s.

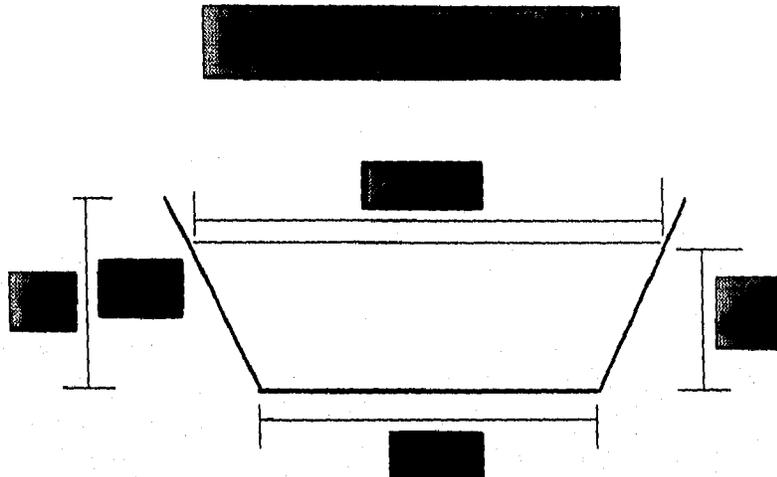


Fig. 6

$\text{Área } A = by + y^2k = 1.59 \text{ m}^2$   
 $\text{Perímetro mojado } P = b + 2y\sqrt{k^2+1} = 3.38 \text{ mts.}$   
 $\text{Radio hidráulico } Rh = A/P = 0.4704 \dots Rh^{2/3} = 0.603 \text{ mts.}$   
 $\text{Pendiente hidráulica mínima } s = 0.002 \dots s^{1/2} = 0.0447$   
 $\text{Coeficiente de rugosidad } n = 0.020$   
 $\text{Aplicando manning se tiene } v = 1.356 \text{ m/seg.}$   
 $\text{Por continuidad tenemos } Q = 2.157 \text{ m}^3/\text{seg} = 2157.23 \text{ lts/seg}$

**Quantificación de gasto pluvial para el diseño de la canaleta en la Av. Chiquihuite.**

$Q = 2.32 \text{ CIA}$  método racional- americano

Cuencas	Area (ha)		Coeficiente		Intensidad mm/hr	Gasto l.p.s.
	urb.	no urb.	urb.	no urb.		
1	3.32	-	0.45	-	61.00	211.43
2	1.83	-	0.45	-	61.00	103.80
3	3.98	2.5	0.45	0.15	61.00	305.26
4	3.52	10.02	0.45	0.15	61.00	436.87
5	2.49	1.18	0.45	0.15	61.00	183.62
6	2.28	0.17	0.45	0.15	61.00	159.85
7	2.22	-	0.45	0.15	61.00	141.38
8	-	0.17	0.45	0.15	61.00	3.61
9	-	0.18	0.45	0.15	61.00	3.82
12	2.60	18.20	0.45	0.15	61.00	551.93
total	22.00	33.00	0.45	0.15	61.00	2,101.57

## **CAPITULO III**

### **Solución óptima**

#### **3. Alternativas de solución**

Con objeto de que la población de la colonia San Juan Ticomán, cuente con un sistema de alcantarillado pluvial que satisfaga las demandas de sus habitantes y tomando en cuenta sus características topográficas de la entidad, se plantean a continuación cuatro alternativas de solución, de las cuales dos corresponden al proyecto del colector, rejillas pluviales y coladeras de tormenta alojadas sobre la avenida Río de los Remedios, y dos para el proyecto de canaletas pluviales y rasantes a ubicarse en calles o avenidas donde exista mayor aprovechamiento de estas estructuras.

#### **3.1. Alternativas del colector y planta de bombeo.**

##### **3.1.1. Alternativa no. 1**

Esta alternativa plantea dividir en dos partes al colector existente sobre la Av. Chiquihuite en el cruce de esta con la calle cantera, a fin de cambiar el funcionamiento hidráulico de este, es decir eliminando su actual descarga parcialmente ahogada al Río de los Remedios (tramo comprendido entre la calle cantera y la descarga).

Mediante su incorporación al colector de proyecto a alojarse sobre la av. Río de los Remedios, así mismo, el tramo restante comprendido entre la calle San Juan Ticomán y calle cantera se hará trabajar en contra pendiente por carga hidráulica y descargar en el colector de proyecto de 295 metros de longitud a ubicarse en la calle San Juan y calle 2 a su vez en el colector de la avenida Río de los Remedios antes dicho.

El colector de la av. Río de los Remedios cuenta con 1060 m. de longitud descargando sus aguas este último en el kilómetro 0 + 850 hacia la planta de bombeo de proyecto que elevará las aguas al río antes dicho. El tramo de este colector comprendido entre la avenida Ticomán y la planta de bombeo recibe en su primer pozo de visita las aguas del tercer colector de proyecto adyacente a la av. antes mencionada que alivia al colector existente sobre la avenida Acueducto de Guadalupe, la longitud del colector de proyecto es de 110 mts. (ver fig. 3.1)

FIGURA 3.1  
 FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DE ALCANTARILLADO COMBINADO  
 ALTERNATIVA N° 1  
 COL. SN JUAN TICOMAN DELEGACION GUSTAVO A MADERO D.D.F. D.G.C.O.H.

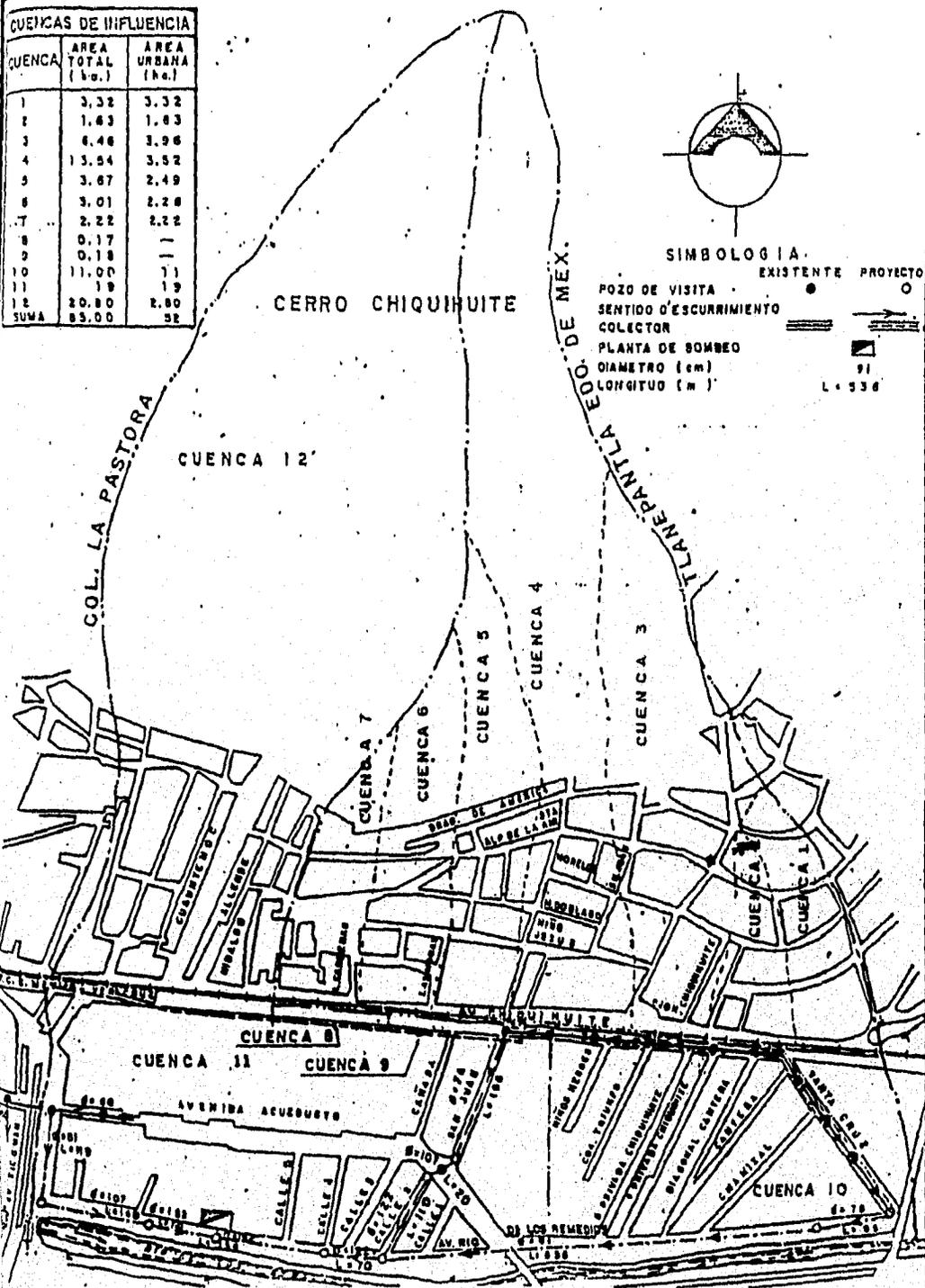
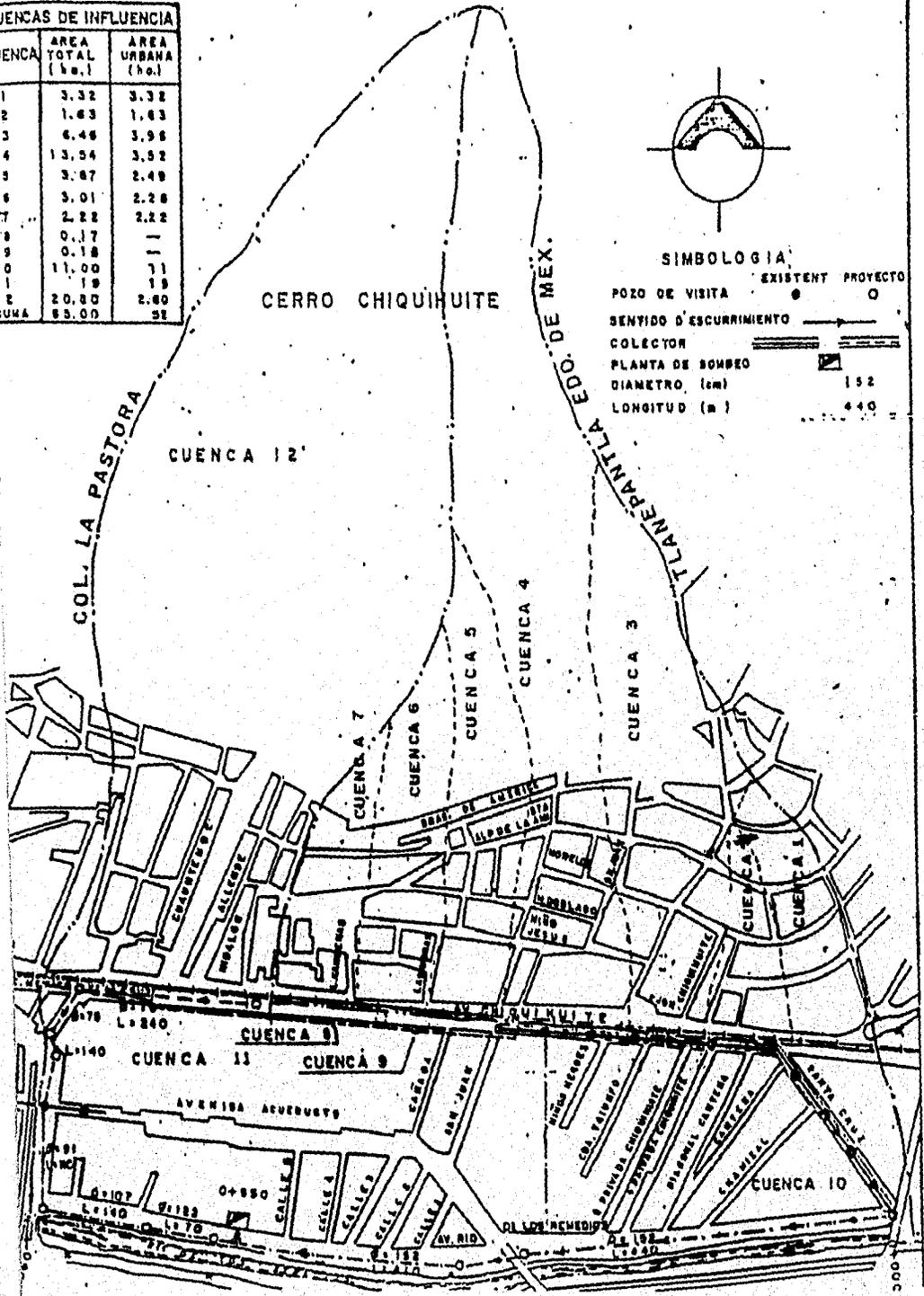


FIGURA 3.2  
 FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DE ALCANTARILLADO COMBINADO

ALTERNATIVA N° 2

COL. SN JUAN TICOMAN DELEGACION GUSTAVO A MADERO D.D.F. D.G.C.O.H.

CUENCAS DE INFLUENCIA		
CUENCA	AREA TOTAL (ha.)	AREA URBANA (ha.)
1	3.32	3.32
2	1.63	1.63
3	6.46	3.96
4	13.54	3.52
5	3.67	2.49
6	3.01	2.28
7	2.22	2.22
8	0.17	—
9	0.18	—
10	11.00	11
11	1.19	1.19
12	20.80	2.60
SUMA	65.00	52



300

### **3.1.2. Alternativa nº. 2**

Esta alternativa expone incorporar el colector Chiquihuite al colector de proyecto a ubicarse sobre la av. Río de los Remedios eliminándose así la descarga del primero.

El colector de proyecto ubicado sobre la av. de los Remedios tiene una longitud de 1060 m. y su descarga se localiza en el mismo sitio que la del colector de la alternativa no. 1 alojado en la misma avenida, en la inteligencia de que el primer pozo de visita del tramo comprendido entre la avenida Ticomán y la planta de bombeo recibe la incorporación de un colector que inicia en la avenida Chiquihuite continuando por la avenida Ticomán hasta llegar al pozo de visita antes dicho según se muestra en la ( fig.3.2).

## **3.2. Alternativas de canaletas pluviales y rasantes viales.**

### **3.2.1. Alternativa no. 3**

Esta alternativa plantea la localización de canaletas pluviales sobre la av. Río de los Remedios para drenar el área comprendida entre esta avenida y la av. Chiquihuite, encauzando superficialmente por calles, el escurrimiento pluvial hacia las canaletas mediante un proyecto adecuado de rasantes viales. La descarga de la canaleta antes mencionada se divide en dos partes, la primera en el pozo de visita existente, localizado adjunto a la av. Ticomán y la segunda en la planta de bombeo no. 2 de proyecto a ubicarse en el kilómetro 0+850.

De igual manera en la parte baja de la Av. Chiquihuite se propone proyectar un colector que inicie en el límite poniente de la cuenca de influencia hasta unirse al 1er. p.v. del colector existente Chiquihuite a fin de drenar el área correspondiente a las cuencas. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 12, así mismo se propone eliminar la descarga actual al Río de los Remedios, del colector Chiquihuite mediante la incorporación de este a la planta de bombeo no. 1 de proyecto que elevara el agua pluvial al Río de los Remedios, según se muestra en la figura ( fig. 3.3)

Por otra parte se contempla la incorporación de las aguas pluviales drenadas por el colector de la av. Acueducto de Guadalupe hacia la planta de bombeo no. 2 que junto con las aguas que drena la canaleta de la av. Río de los Remedios, serán enviados por la planta al río de los Remedios.

La magnitud de la canaleta ubicada en la av. Río de los Remedios es de 1060 m., así como, la longitud del colector de proyecto sobre la av. Chiquihuite es de 550 m. y 150 m. de los de llegada a las plantas de bombeo.

### 3.2.2. Alternativa no. 4

Esta alternativa propone al igual que la alternativa 3 la eliminación de la descarga actual del colector Chiquihuite mediante la incorporación de este a la planta de bombeo no. 1 de proyecto ubicada según (fig. 3 y 4) esta planta a su vez recibirá el agua pluvial del área correspondiente a la cuenca 10 mediante una canaleta alojada en la avenida Río de los Remedios, es decir: esta canaleta inicia en la av. Acueducto y termina en la estación de bombeo no. 1

El área restante se plantea drenaría mediante dos canaletas pluviales, una ubicada en la av. Río de los Remedios en el tramo av. Ticomán, av. acueducto y con una sola descarga hacia la planta de bombeo no. 2, ubicada según (fig. 3-4), así mismo, el proyecto de una canaleta ubicada en la avenida acueducto norte entre el tramo avenida Ticomán y calle San Juan. Esta canaleta descargara en un colector de proyecto que incorpora estas aguas a la planta de bombeo no. 2. En función de lo anteriormente expuesto se eligió la alternativa no. 1 para el caso del proyecto de colectores, sin embargo, debido a la existencia de conductos de Pemex poco profundos en la av. Río de los Remedios se decidió por la alternativa no. 3 con las siguientes observaciones.

- 1.- El colector de proyecto sobre la parte baja de la av. Chiquihuite comprenderá desde la cuenca 7 hasta el pozo de visita del colector existente de 152 cms. de diámetro, ubicado en el cruce de la calle San Juan con la av. antes mencionada.
- 2.- Se mejorara la actual descarga del colector Chiquihuite a partir del ultimo pozo de visita de este, por lo tanto se elimina la proposición de la planta de bombeo no. 1.
- 3.- El proyecto de una canaleta pluvial en la parte alta de la av. Chiquihuite con origen en la cuenca 2 hasta la cuenca 12 en donde descargere a la alcantarilla existente así mismo se acepta el planteamiento de la canaleta pluvial sobre la av. Río de los Remedios, el proyecto de la planta de bombeo no. 2, la incorporación de las aguas pluviales captadas por el colector de la av. Acueducto de Guadalupe hacia la planta de bombeo antes mencionada, y el proyecto de canaletas pluviales con una sección trapecial mínima de 1.50 m. en su base menor, 1.90 m. en su base mayor y de 0.70 m. de altura, con ajustes necesarios en función de las características topográficas del terreno.

FIGURA 3.3

FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL  
ALTERNATIVA N°3

COL. SAN JUAN TICOMAN DELEGACION GUSTAVO A NADERO O.D.F. D.G.CO.H.

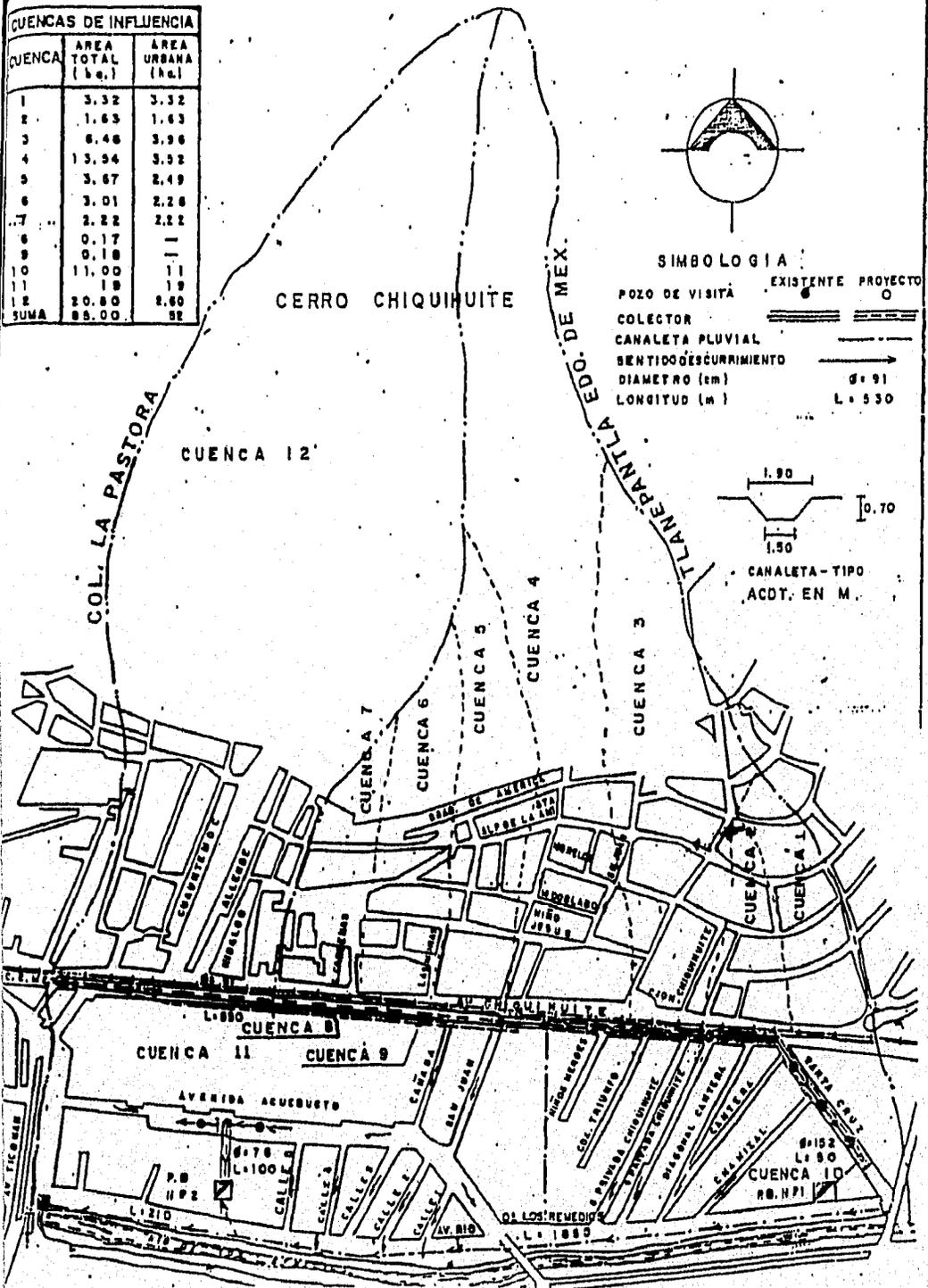
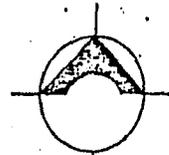


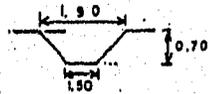
FIGURA 3.4  
 FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL  
 ALTERNATIVA N° 4  
 COL. SAN JUAN TICONAN DELEGACION GUSTAVO A. MADERO D.F. D.G.C.O.H

ZONAS DE INFLUENCIA		
ZONA	AREA TOTAL (ha.)	AREA URBANA (ha.)
1	3.32	3.32
2	1.63	1.63
3	4.46	3.98
4	13.94	3.52
5	3.67	2.49
6	3.01	2.26
7	2.22	2.22
8	0.17	—
9	0.18	—
10	11.00	11
11	9.9	19
12	20.50	2.60
13	33.00	32

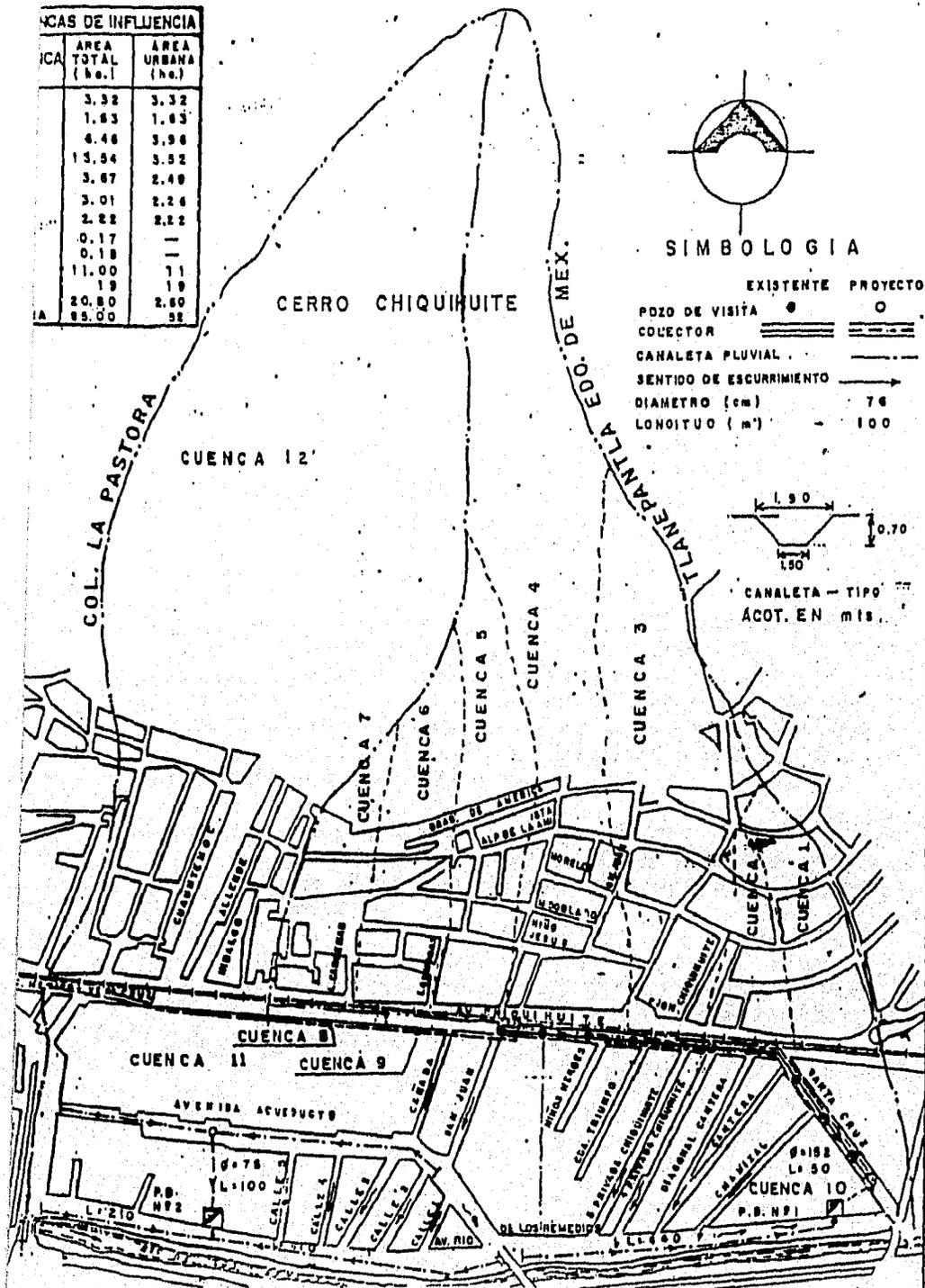


SIMBOLOGIA

- | EXISTENTE                  | PROYECTO  |
|----------------------------|-----------|
| POZO DE VISITA ●           | ○         |
| COLECTOR ≡≡≡               | ≡≡≡       |
| CANALETA PLUVIAL - - - - - | - - - - - |
| SENTIDO DE ESCURRIMIENTO → | →         |
| DIAMETRO (cm)              | 76        |
| LONGITUD (m)               | 100       |



CANALETA - TIPO ACOT. EN MIS.



## **CAPITULO IV**

### **Proceso Constructivo**

#### **4.1 Planeación y Programación.**

Toda obra realizada por el hombre es motivada por una necesidad ya sea , estética , de abrigo , de alimento o de supervivencia , y para satisfacerla , es necesaria una técnica para planearla , un tiempo para construirla y los recursos necesarios para llevarla a cabo. Respecto a la técnica , podemos decir que actualmente no existe obra imaginada por el hombre que no sea posible de realizar.

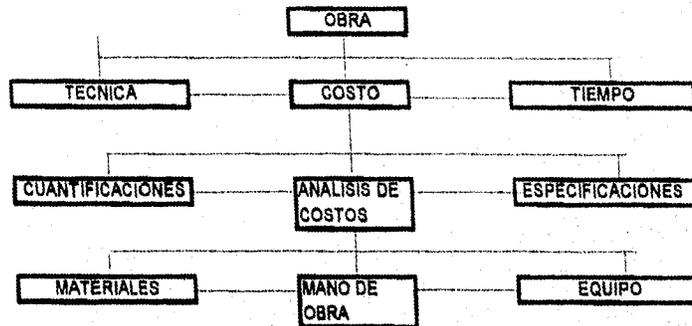
En relación al tiempo , también podemos afirmar que las nuevas disciplinas de programación proporcionan al hombre la posibilidad de realizar cualquier obra en condiciones de tiempo anteriormente imposible , pero en referencia al costo (recursos) , es más común en la época moderna , encontrar la palabra *incosteable* , que la palabra *irrealizable* , en ultima instancia podemos decir que si el elemento costo de una obra cualquiera , está dentro de los rangos lógicos acostumbrados para ese momento o época histórica , es posible realizar la misma , reduciendo los tiempos de ejecución y aun supliendo en muchos casos las carencias de técnica.

En forma aislada el costo también requiere un correcto balance entre sus bases , especificaciones y análisis de costos. En nuestra opinión un costo balanceado sería aquel , cuyas especificaciones tanto gráficas como escritas definirían sin lugar a duda que es lo que se desea construir y que dichas especificaciones permitan cuantificar lo más exactamente posible los volúmenes de conceptos que se pretenden hacer intervenir en la obra , y se puede proceder a analizar el procedimiento constructivo y obtener el costo parcial de cada uno de dichos procesos.

Desglosando el concepto análisis de costo en sus integrantes , podemos también señalar , la importancia del balance del material , la mano de obra , y el equipo a emplearse , para lograr su congruente y óptimo aprovechamiento a integrarse al siguiente diagrama general de balance de una obra.

La planeación cuenta con dos tipos de control, el primero es el control administrativo; el cual se encarga de la revisión del uso de recursos; el segundo el control de calidad, el cual vigila la calidad de la obra en su proceso constructivo.

### DIAGRAMA DE BALANCE DE OBRA



La planeación y programación de la obra requiere

1. Conocimiento claro del proyecto y sus especificaciones.
2. Conocimiento del sitio de la obra.
3. Implementación del proceso constructivo mas conveniente.
4. Programación de la obra.

Una vez definidas las estrategias y procedimientos de construcción, se deben elaborar programas de obra los cuales consisten básicamente en:

- 1.- Determinación de los tiempos de inicio, duración, dando con esto, la asignación adecuada y oportuna de recursos humanos, materiales, técnicos y económicos.
- 2.- Programas de inversión, ruta crítica diagonal, de barras.
3. Selección y asignación de recursos.
4. Necesidades de instalaciones fijas y semifijas.
5. Calculo de costos de los procesos constructivos y globales de la obra..

## 4.2. Construcción de canaletas pluviales.

### 4.2.1. Despalme

El despalme es la actividad que consiste principalmente en la remoción de una capa superficial del terreno natural, cuyo material no resulta adecuado para la construcción, se efectúa en áreas destinadas al desplante de cimentaciones de estructuras, terrapienes, bancos y caminos, en ocasiones la construcción y ejecución del despalme cumple con las actividades del desmonte, por contarse con vegetación escasa y pocos arboles, en las áreas de excavación las operaciones del despalme deben coordinarse con el desmonte y la construcción de las canaletas. Un retraso en la construcción de las estructuras, traerá como consecuencia que surjan nuevos brotes de vegetación en la zona.

### 4.2.2. Excavaciones en canales

Estas son ejecutadas a cielo abierto, las excavaciones para canales se ajustaran a los procedimientos de construcción fijados por D.G.C.O.H., siguiendo un sistema de ataque que facilite el drenaje natural de la excavación durante el proceso de excavación, se ordenaran obras auxillar necesarias para ejecutar hasta donde sea posible económicamente la excavación en seco durante la construcción, cuando el material se desperdicie lateralmente se dejara una berma o camino entre la excavación y el depósito, con un ancho mínimo igual a la mitad de la altura del corte del canal y en ningún caso menor de un (1) metro. Antes de iniciar cualquier trabajo de excavación, deberá contarse con alineamientos longitudinales y verticales del proyecto (nivelación), las secciones mas usuales de excavación en canales son las siguientes

- a) Formación de terrapienes de prestamos laterales, excavación de cubeta del canal

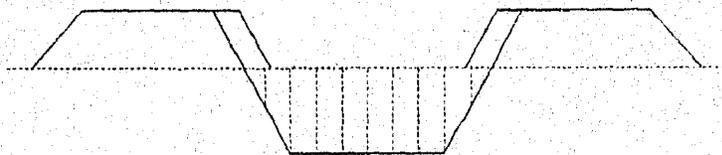


Fig. "a"

b) Construcción de bordos y canales.

b.1. Formación del bordo a, b, c, d.

b.2. Excavación de la cubeta e, f, g, h. y ampliación del bordo c, i, j, d., con el producto de excavación.

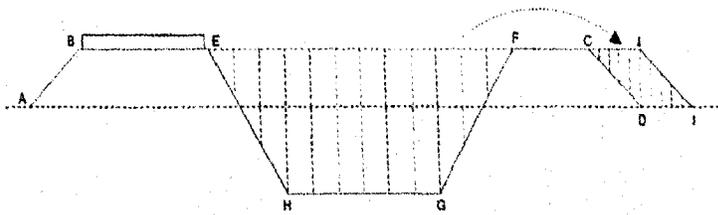


fig. "b"

c) Excavación cubeta caso a ampliando un bordo para hacerlo camino

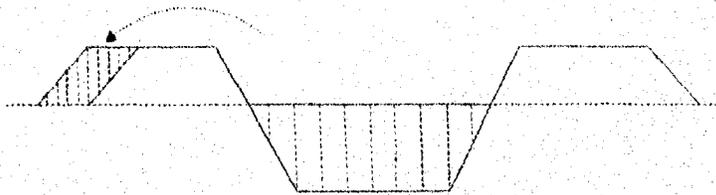


fig. "c"

d) Excavación de cubeta caso b. formando un camino abajo del bordo.

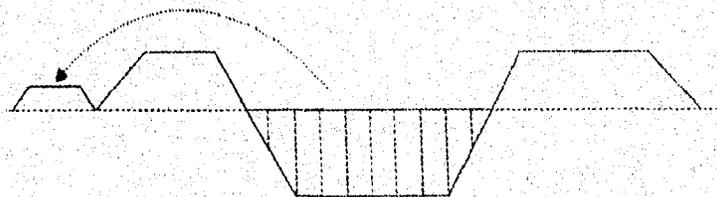


fig. "d"

e) Canal en tajo y camino en uno de los bordos.

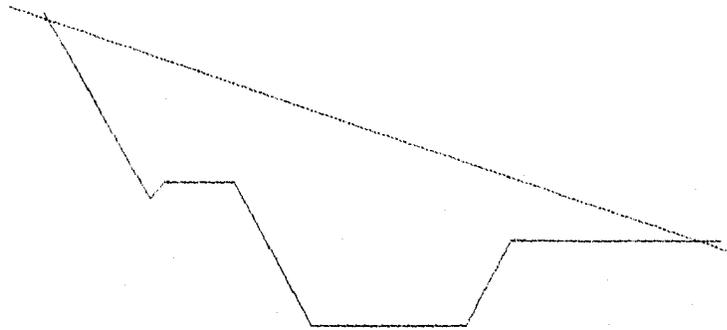


fig. "e"

f) Canal principalmente en balcón con camino en banqueta.

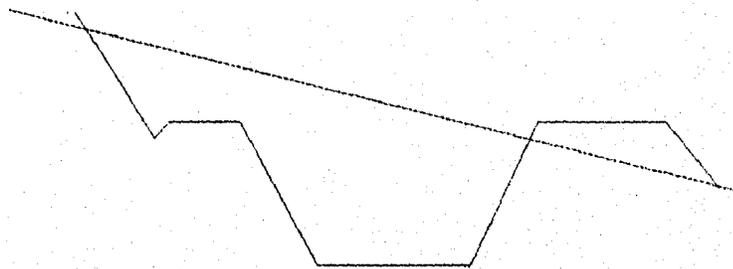


fig. "F"

De las secciones antes mostradas, se pueden describir tres procedimientos constructivos.

1. Sección en terraplén.- Se construye primeramente un terraplén y posteriormente se excava la cubeta, el terraplén se construye sobre el terreno natural, en ocasiones cuando se tienen arcillas expansivas, se excava sobre ese material desechándolo y rellenando ese lugar con otro tipo de material formándose el terraplén, abarca las secciones "a" a la "d" en canales pequeños.
2. Sección en cortes.- En este, se construye toda la sección en corte, solamente con excavación; caso sección "e" para canales grandes.
3. Sección en balcón.- Se construye parte de la cubeta en corte y parte de esta en terraplén, respecto a los bordos uno puede construirse en cortes y otro en terraplén. fig ( f ).

### **4.2.3. Revestimiento de canales.**

Generalmente se estima que una cuarta parte de toda el agua derivada para fines de riego, se pierde en la conducción. La máxima reducción de perdidas en un canal, se obtiene al construir una pantalla que impida el paso del agua por el suelo, a esta pantalla se le llama revestimiento impermeable, el objetivo principal es el de reducir las perdidas por infiltración, algunas veces se requiere además evitar la erosión para seguridad y resistencia al canal y disminuir el costo de mantenimiento.

#### **4.2.3.1. Reglas generales para revestimientos.**

1. Debe ser impermeable; impedir o anular la infiltración.
2. El costo no debe ser muy alto (incluyendo construcción y mantenimiento)
3. No debe permitir el crecimiento de yerbas.
4. Debe ser adaptable para construir secciones lisas, que aumenten la capacidad de conducción del canal al permitir velocidades mayores.

#### **4.2.3.2. Factores para decidir el tipo de revestimiento.**

1. Cimentación (el suelo que va a recibir el revestimiento roca, tierra en buenas condiciones de estabilidad, etc., dependiendo de esto el revestimiento puede ser rígido o flexible.
2. Material disponible.
3. Clima (daños posibles)
4. Duración (materiales, calidad y proporcionamiento).
5. Costo (construcción, operación y mantenimiento).
6. Hacer un estudio general del tipo de material por donde pasara el canal.
7. La facilidad de conseguir el material requerido para hacer el revestimiento, así como la maquinaria para la colocación de este.
8. Ventajas y desventajas entre los tipos de revestimiento.
9. Estudio económico de las alternativas.
10. Seleccionar el mas económico, entendiendo por esto, el balance entre el costo de construcción, su durabilidad, el costo por mantenimiento y sus ventajas hidráulicas.

### 4.2.3.3. Tipos de revestimiento.

1. Rígidos: los cuales abarcan - mampostería, concreto hidráulico, losas prefabricadas, suelo cemento.
2. Flexibles: los cuales abarcan - tierra sin compactar y compactada, concreto asfáltico, gunita, membrana sintética.

### 4.2.4. Canaletas de conducción.

La primera tendrá una sección trapecial de 1.50 mts. de plantilla y con un talud 1:0.30 con una altura promedio de 1.00 mts. (fig 7), la segunda tendrá una sección rectangular con 1.50 mts. de plantilla y 2.00 mts. de altura (fig. 8). A continuación se muestran las secciones de construcción así como las cantidades y conceptos de obra a ejecutarse.

#### 4.2.4.1. Canaleta trapecial

Como se muestra en la fig. 7, tenemos lo siguiente:

a.- Acero de refuerzo

Marca	#	Long.(m)	Cant.(pza)	Peso (kg)
a	4	350	168	588
b	4	250	368	920
c	4	302	168	507
d	3	182	48	49
total				2064.00 kgs.

b.- Volumen de concreto

$$a = \frac{b_1 + b_2}{2} \times h = \frac{1.81 + 1.50}{2} \times 1.00 = 1.65 \text{ m}^2 \times 67 \text{ m} = 110.55 \text{ m}^3$$

c.- Cimbra de triplay de 19 mm

$$(1.92 \times 10) = 0.192 \times 33 \text{ pzs.} = 6.33 \text{ m}^2$$

d.- Banda de pvc

66 m de 15 cms. de ancho

# Sección Tipo Trapecial

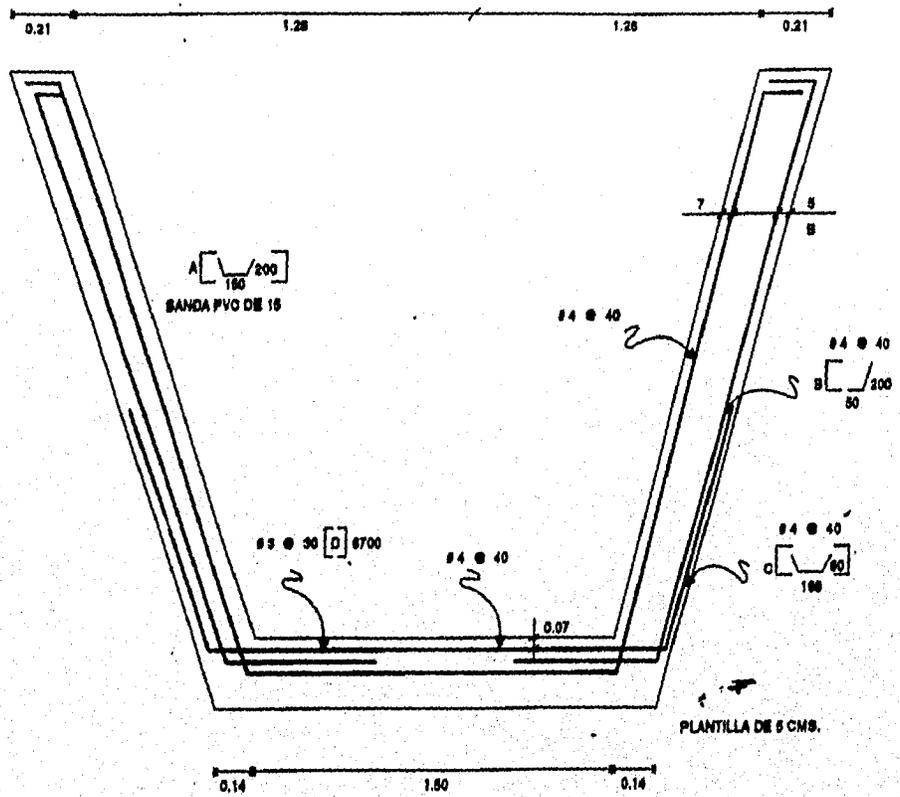


Fig. 7

#### 4.2.4.2. Canaleta rectangular

Como se muestra en la figura 8, tenemos los siguiente:

a.- Acero de refuerzo.

Marca	#	Longitud (mts)	Cantidad (pza)	Peso (kg)
a	4	240	128	307
b	5	404	84	339
c	5	299	84	376
d	4	219	64	140
e	4	2500	40	1000
total				2161.00 kg.

b.- Volumen de concreto.

$$(0.25 \times 1.00 \times 1.80) + (1.80 \times 0.25) \times 25.00 = 5.06 \text{ m}^3$$

c.- Cimbra de triplay de 19 mm (3/4")

$$(1.00 \times 2.00 \times 1.00 \times 2.00) \times 25.00 = 50.00 \text{ m}^2.$$

son 108.00 hojas de triplay de 19 mm (3/4")

d.- Banda de p.v.c.

50.00 mts de 15.00 cms de ancho.

# Sección Tipo Rectangular

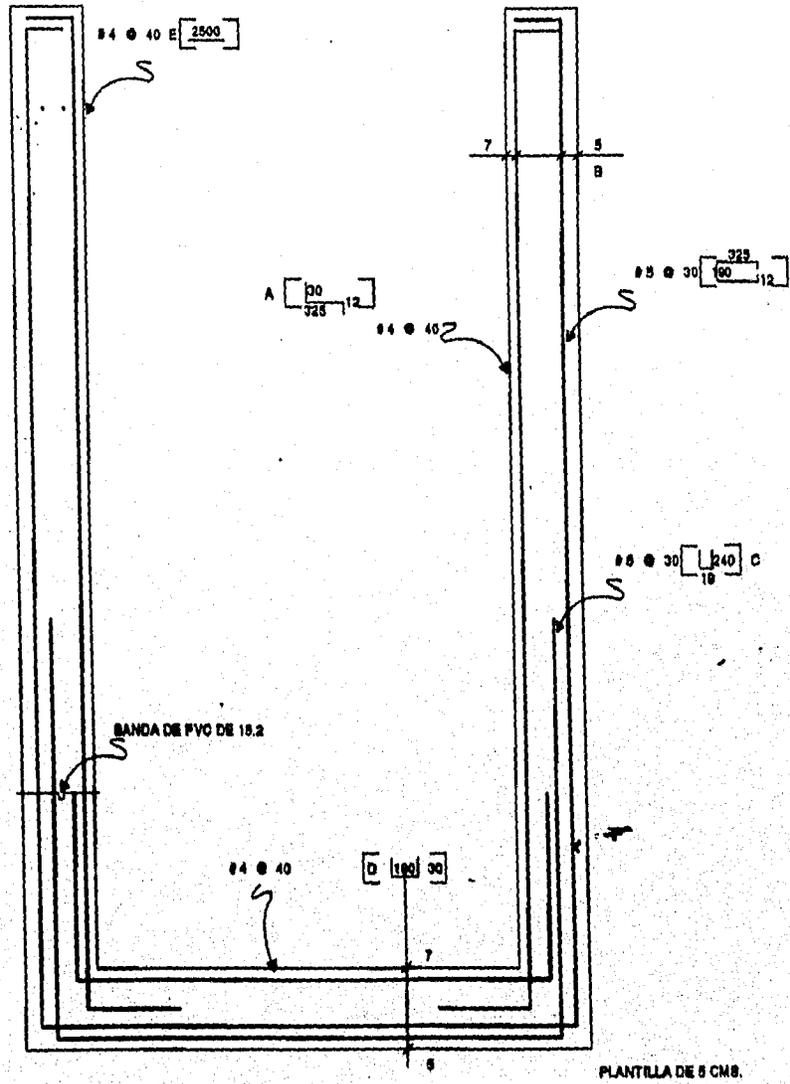


Fig. 8

### **4.3. Construcción del colector Chiquihuite.**

#### **4.3.1 Definición.**

Los principales elementos que constituyen un sistema de alcantarillado se pueden clasificar en dos grupos .Tuberías o conductos y obras o estructuras accesorias. Los conductos o tuberías que generalmente integran un sistema de alcantarillado sanitario y pluvial se denominan atarjeas , subcolectores y colectores.

Los colectores captan el agua de los subcolectores y de las atarjeas , por lo cual son de mayor diámetro que los subcolectores . Los colectores reciben convencionalmente , el nombre de interceptores cuando son colocados en forma perpendicular a otros conductos de menor diámetro .

#### **4.3.2. Excavaciones de colectores. Anchos de zanja.**

Los anchos de zanja destinados a los conductos , deben excavarse lo más estrecho posible , pero permitiendo a su vez la correcta colocación de la tubería y sea suficiente para poder hacer e inspeccionar las juntas , además de que disminuye el material de excavación y facilita que el relleno quede bien consolidado.

En zanjas la excavacion de las paredes laterales se hacen con un cierto talud para aminorar la posibilidad de un deslave , en terreno muy suelto como en arena o limo arenoso, será necesario construir un ademe.

La excavación de la zanjas se pueden efectuar utilizando maquinaria o mano de obra , si se utiliza maquinaria se cuenta con tres equipos.

- a.) Retroexcavadoras.- Se utilizan para excavar zanjas de 60 cms. de ancho como mínimo y una profundidad de 8.00 metros máximo , aunque tiene aditamentos para alargar el brazo.
- b.) Dragas.- Tienen gran versatilidad en el avance , se utilizan para excavar zanjas de 60 cms de ancho como mínimo y la profundidad máxima varia entre 10 y 12 metros.
- c.) Zanjadoras.- Son equipos muy rápidos pero solo excavan zanjas de 60 cms. de ancho por 1.00 metro de profundidad.

La dimensión mínima del ancho de la zanja , para facilitar maniobras se muestra en la siguiente tabla.

Diámetro del tubo mts.	Ancho de la cepa mts.	Profundidades mts.
1.07	2.10	2.00 a 2.50
1.22	2.10	2.50 a 4.00
	2.20	4.00 a 6.00
1.52	2.50	3.00 a 6.00
	2.70	6.00 a 8.00
1.83	2.80	4.00 a 8.00
2.13	3.20	4.50 a 8.00
2.44	3.60	5.00 a 9.00
3.15	4.70	5.00 a 7.00
3.50	5.30	6.00 a 8.00

#### **A.1. Excavaciones de 0.00 a 2.00 mts. de profundidad.**

La excavación se ejecutará con pico y pala o bien con equipo mecánico , el material excavado se depositara a 0.50 mts. de la orilla de la cepa . La excavación se realizará afinando paredes y fondo de la cepa además limpia de raíces o cualquier material suelto.

#### **A.2. Excavaciones de 2.00 a 4.00 mts. de profundidad.**

La excavación se ejecutará a máquina , afinando paredes verticales y el fondo de la cepa , el material excavado se depositara a 0.50 mts. de la orilla de la cepa . Para poder continuar las excavaciones de las cepas se tendrá que tener protegida la obra mediante una estructura que ayude a contrarrestar el empuje horizontal de la tierra llamados ademes.

#### **A.3. Longitud máxima de la cepa abierta.**

Con el fin de evitar accidentes en la obra , la longitud máxima por frente será .

- 10 mts. excavados de 0 a 2 mts. de profundidad
- 10 mts. excavados de 2 a 4 mts. de profundidad
- 10 mts. de tubo colocados
- 10 mts. de relleno y acostillado hasta el lomo del tubo
- 10 mts. de relleno consolidado hasta la rasante del terreno

### **4.3.3. Ademes.**

#### **4.3.3.1. Definición**

Es una estructura que se coloca en las paredes de la excavación, que tiene por objeto evitar la socavación de las paredes de la zanja, puede ser madera o combinada por viguetas de acero y forro de madera, largueros de madera ayudado con puntales y troqueles.

#### **4.3.3.2. Forro de madera**

Forro de madera, lo componen tablonces verticales de sección de 5 x 20 x 183 cms. (2" x 8" x 6') que se colocan en cada pared de la cepa, los tablonces por metro lineal serán de 3.00, como máximo y se reducirán de acuerdo con el tipo del terreno y de la profundidad de la cepa.

#### **4.3.3.3. Largueros de madera .**

Lo componen piezas cuadradas de madera, de sección mínima de 10 x 10 x 183 cms. (4" x 4" x 6') y máxima de 20 x 20 x 183 cms. (8" x 8" x 6') que se colocan a lo largo y en cada lado de la cepa, con separaciones mínimas de 1.50 metros.

#### **4.3.3.4. Puntales y troqueles .**

Lo componen piezas cuadradas de madera; de sección mínima de 15 x 15 (6" x 6") y máxima de 25 x 25 (10" x 10"); que se apoyan en los largueros y se acuñan en un extremo para apretar el ademe y contrarrestar el empuje de la tierra. pueden ser substituidos por puntales de tubo de acero llamado troquel, que en un extremo tiene un gato mecánico para apoyarse en otro larguero del otro lado de la cepa

El gato mecánico aprieta y ajusta el ademe, la sección del puntal de madera o del troquel de tubo de acero; dependerá del ancho de la cepa o de la profundidad.

El ademe se retirará cuando se tenga el relleno sobre el lomo del tubo, por lo menos con una altura de un metro.

#### **4.3.4. Cama o plantilla .**

##### **4.3.4.1. Definición**

Cuando el fondo de la zanja no ofrezca las condiciones necesarias para mantener el conducto en forma estable y que tenga un asiento correcto , en toda su longitud , es necesario la construcción de una cama o plantilla para satisfacer estas condiciones de estabilidad.

##### **4.3.4.2. Plantilla clase b y relleno**

Es el encamado en el que la tubería se apoya en un piso de material fino (arena) , colocado sobre el fondo de la zanja , que previamente ha sido arreglado con la concavidad necesaria para ajustarse a la superficie externa inferior de la tubería , con un ancho cuando menos igual al 60% de su diámetro exterior ( De). El resto de la tubería deberá ser cubierto hasta una altura de cuando menos 30 cms. arriba de su lomo con material granular fino colocado a mano y perfectamente compactado . Este relleno se hará en capas que no excedan de 15 cms de espesor . El siguiente relleno se ejecutará a volteo hasta el nivel señalado.(fig. 9 )

El espesor de la cama varía de acuerdo con el diámetro del tubo y la clase de terreno, normalmente se dan los siguientes espesores.

1.52 a 1.83 m de diámetro = 0.20 metros

2.44 a 3.00 m de diámetro = 0.40 metros

3.50 a 5.00 m de diámetro = 0.40 a 0.60 metros

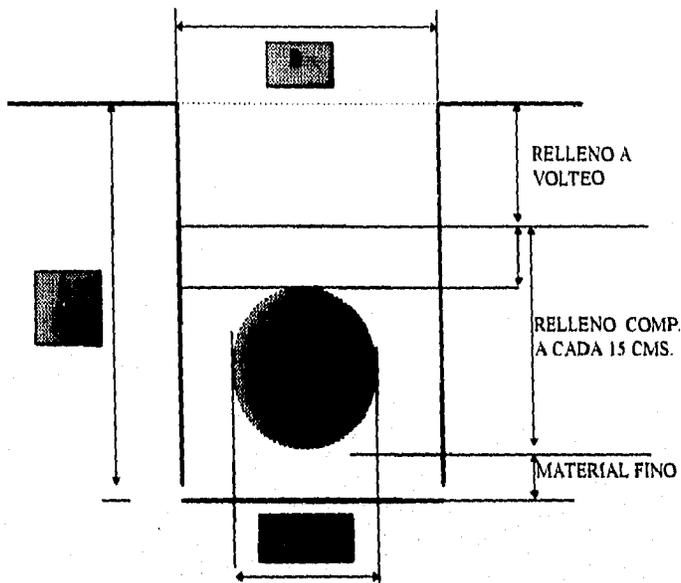


fig. 9

#### 4.3.5. Bombeo

Es la operación de extraer el agua del fondo de la cepa, donde se tengan suelos saturados de agua o tramos inundados. Por consiguiente las cepas que estén saturadas de agua, es necesario desalojar dichas aguas para poder afinar el fondo de la excavación, permitiendo la colocación del tubo en seco.

#### 4.3.6. Instalación de tubería de concreto reforzado de 1.52 y 1.07 m de diámetro.

Entre los factores más importantes que hay que tener en cuenta al elegir el material para la construcción de una tubería figuran la resistencia a la corrosión, la resistencia mecánica, la duración, el peso, la impermeabilidad y el costo.

Los tubos de concreto reforzado se fabrican con una mezcla de cemento portland (puzolana) , agregado fino y grueso , agua y acero de refuerzo , el cual consiste en varillas de acero colocadas en anillos individuales para absorber los esfuerzos de tensión . Estas tuberías se fabrican en 5 clases , según su resistencia a la presión.

Para la instalación de la tubería . El manejo del tubo en su descarga en la obra , se hará con bastante cuidado para no romper campanas o espigas . Es importante colocar la tubería a un lado del trazo de la cepa . Se bajara la tubería al fondo de la cepa , empleando equipo adecuado , de acuerdo con el diámetro y su peso , se apoyara sobre la plantilla alineándose en línea recta entre un pozo de visita y otro pozo de visita , verificando los niveles señalados . Se colocan 310 metros de tubería de concreto reforzado de 1.07 mts de diámetro, km 0+000 al km 0+493 , y 123.00 metros de tubería de concreto reforzado de 1.52 mts, de diámetro km. 0+493 al km 0+916. (fig . 10 )

UNION DE TUBERIA DE  
CONCRETO REFORZADO

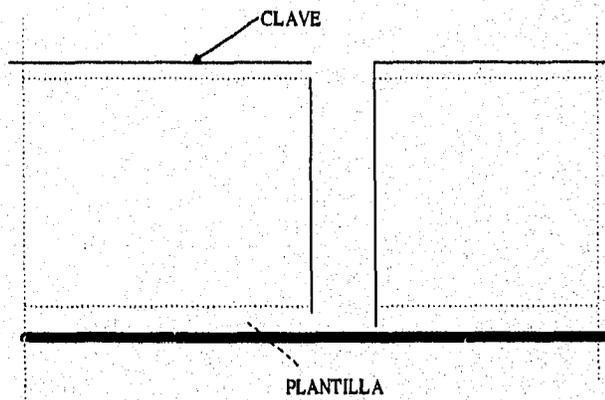


fig. 10

**Cantidades de obra y presupuesto.**

**Drenaje combinado km 0 + 000 - km 0 + 493**

<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Excavación	m3	1533.41
Relleno	m3	1021.20
Plantilla	m3	132.99
Tubería de concreto reforzado 107 cms.	m	310.00
Pozos de visita	pza	6.00

**Drenaje combinado km 0 + 493 - km 0 + 916**

<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Excavación	m3	973.90
Rellenos	m3	577.62
Plantilla	m3	92.25
Tubería de concreto reforzado de 152 cms.	m	123.00
Pozos de visita	pza	3.00

## **4.4. Estación de bombeo Chiquihulte**

### **4.4.1. Generalidades**

Las condiciones topográficas de la zona en estudio requiere , utilizar una estación de bombeo para solucionar el desalojo de las aguas pluviales.

Una estación de bombeo es una obra de ingeniería donde se acondicionan ciertas instalaciones especiales como son : cárcamos , generadores , motores eléctricos , y de combustión interna , transformadores , medidores de agua y electricidad y dispositivos de regulación automática.

Generalmente se requiere construir una estación de bombeo en cualquiera de los casos siguientes .

- a) Cuando las cotas topográficas del área por servir son más bajas que la corriente natural del drenaje , del colector existente o de proyecto.
- b) Cuando los costos de construcción sean muy elevados debido a la profundidad en la instalación de los colectores o el emisor , a fin de que trabajen por gravedad.

Es importante destacar algunos de los aspectos importantes para la construcción de una estación de bombeo.

#### **1. Gastos en la estación de bombeo.**

Deberá hacerse un análisis de los gastos de bombeo máximo y mínimo, tanto para las necesidades inmediatas como para las necesidades futuras.

#### **2. Alturas de bombeo**

Deberá contarse con información relacionada con las alturas de succión y descarga y alturas totales, estáticas y dinámicas que se tendrán bajo las diferentes condiciones de bombeo.

#### **3. Requisitos de potencia**

Los requisitos de potencia son el producto de los gastos y altura de bombeo, considerando

#### **4. Localización**

- a) Topografía
- b) Características geológicas (estudios de mecánica de suelos)
- c) Zona que rodea la estación
- d) Comunicaciones
- e) Peligros potenciales; como inundaciones, fuego, viento, temblores

## 5. Tipos de energía

Si se selecciona energía eléctrica, deberá conocerse el ciclaje, fases, voltaje, limitaciones de carga, demanda máxima permisible, y demandas ordinarias, factores de potencia, confiabilidad, costos y otras

## 6. Fuentes auxiliares de energía

Se considera en que condiciones serán necesarias, unidades auxiliares de energía y que tipo será seleccionado.

## 7. Tipos de bombas

### 8. Bombas centrífugas

- a) Tipos
- b) Números de unidades
- c) Tamaño de las unidades
- d) Horizontales o verticales
- e) Succión única o doble
- f) No. de pasos
- g) Tipo de impulsores
- h) Curvas características
- i) Velocidad
- j) Sumergencia

### 9. Características del cárcamo de bombeo

De una sola cámara o de dos, disposición relativa, altura de succión, acceso y protección sanitaria del agua.

### 10. Diseño de los cárcamos

Capacidad, dimensiones, controles, acceso, limpieza, drenaje de masías, iluminación y ventilación.

### 11. Motores eléctricos

Tipos, velocidad, voltaje, potencia y sobrecarga, reguladores de velocidad, corriente de arranque y de operación, eficiencias con o sin carga.

### 12. Subestación eléctrica

Tipo, capacidad, dimensiones, tableros y controles.

### 13. Tuberías, válvulas y accesorios

Consideración general a la economía . Accesibilidad para reparaciones y operación , pendientes , apoyos , atraques , desfuegos , protección contra corrosión , método de operación de las válvulas ( manual , eléctrico o mecánico ) .

#### **4.4.2. Observaciones de estaciones de bombeo**

Como partes integrantes de las estaciones de bombeo, se tienen el gasto , la altura , la potencia del equipo de bombeo.

Los cárcamos son los espacios o cámaras donde se almacenan las aguas residuales para ser, posteriormente, elevadas o impulsadas por los equipos de bombeo , es decir, los cárcamos tienen como función primordial, actuar como depósitos reguladores para reducir al mínimo las fluctuaciones de carga de las bombas, de esta manera el volumen de almacenamiento queda fijo, entre el nivel mínimo para mantener la bomba cebada y el máximo para evitar que la tubería que alimenta el cárcamo trabaje ahogada.

El diseño y construcción de los cárcamos sigue, generalmente los lineamientos siguientes: Para evitar la acumulación de sedimentos debe proporcionarse una cierta inclinación al piso hacia un sumidero, o una región baja donde se localiza la entrada de succión de la bomba. Es conveniente que las paredes sean verticales, con toda su superficie bien accesible, para facilitar limpieza y evitar incrustaciones en la pared. También deben calcularse de tal forma de que nunca mantengan por mas de dos horas las aguas residuales y pluviales, para evitar la septicidad por carencia de oxígeno disuelto en el agua.

En relación al equipo de bombeo, existen distintas clases de bombas, pero la elección de cada tipo depende del sistema que se desee emplear. Existen básicamente dos criterios para la elección del sistema:

- 1.- El criterio del cárcamo seco.
- 2.- El criterio del cárcamo húmedo

El sistema de cárcamo seco consiste en dos cámaras: Una que es la que almacena el volumen de aguas pluviales por bombear y la otra, para contener las bombas y los motores, como se observa en la figura .

El funcionamiento de este sistema es el siguiente: las aguas pluviales llegan al cárcamo por una tubería ubicada en la parte alta del cárcamo, cuando el agua alcance el nivel de arranque, un interruptor eléctrico accionado por un flotador pone en marcha el motor de la bomba. Las aguas son succionadas por las bombas que se encuentran en la cámara seca por medio del tubo de succión para ser impulsadas y conducidas por otra tubería de salida hacia la tubería del alcantarillado municipal.

El segundo sistema consiste en solo una cámara para almacenar el agua pluvial y alojar la bomba. Estas bombas son del tipo sumergibles y quedan en el fondo del cárcamo mientras que los motores quedan a un nivel mas alto como se observa en la figura v.7

Esta instalación es mas barata, al no necesitar de cámara seca, pero tiene el gran inconveniente de que cualquier reparación obliga a subir la instalación de las bombas al piso superior donde están los motores. Este sistema trabaja bajo las mismas condiciones que en el sistema de cárcamo seco.

Las bombas que se emplean para impulsar las aguas pluviales son casi exclusivamente bombas centrifugas, pues se adaptan muy bien al servicio, sea en unidades grandes o pequeñas, al control automático y remoto así como por el diseño especial de su impulsor que permite el paso de sólidos a través de la bomba sin obstruirse.

En los sistemas de cárcamo seco y cárcamo húmedo, es común el emplear bombas centrifugas de eje vertical, donde la bomba siempre queda situada por debajo del nivel de las aguas, lo que permite mantener su succión ahogada y queda enlazada por un vástago o eje vertical con el motor situado en un local a mas altura (ver figuras v.6 y v.7)

También existen bombas centrifugas de eje horizontal que se instalan generalmente en el sistema de cárcamo seco, porque se requiere la cámara seca para alojar la bomba y el motor.

El empleo de esta clase de equipo puede requerir mayor gasto para la construcción, pero el costo de instalación de la bomba será menor y el funcionamiento y la conservación mas económica debiéndose evitar, desde luego, el riesgo de inundaciones de la cámara seca y proporcionar una buena ventilación para eliminar la humedad y los gases. Estas bombas van acompañadas de un equipo de cebado automático que es principalmente una bomba de vacío montada sobre el mismo eje que la bomba principal.

El numero de bombas por instalar depende de la altura a la que se desee elevar el agua y al volumen o gasto de estas aguas que transporta nuestro colector, sin embargo, suele ser conveniente instalar en las estaciones de bombeo un mínimo de cuatro bombas, dividiendo sus capacidades de tal modo que una tenga capacidad igual o ligeramente mayor que el gasto medio y otra que tenga una capacidad igual o ligeramente mayor que el gasto máximo. Siendo las capacidades combinadas de las dos bombas mas pequeñas igual a la capacidad de la bomba mas grande. Además, se instalara una bomba de seguridad, con energía independiente y con capacidad igual a la unidad de mayor capacidad o la de capacidad necesaria según las condiciones locales.

Se recomienda que el ciclo de operación, es decir, el tiempo entre dos arranques sucesivos, sea de cuando menos de 15 min.

Un aspecto importante en el mantenimiento de las unidades de bombeo se refiere a la prevención de las obstrucciones en ellas, aun si bien las bombas que se emplean son del tipo centrifugas que están diseñadas de modo que no puedan sufrir obstrucciones. Es

El segundo sistema consiste en solo una cámara para almacenar el agua pluvial y alojar la bomba. Estas bombas son del tipo sumergibles y quedan en el fondo del cárcamo mientras que los motores quedan a un nivel mas alto como se observa en la figura v.7

Esta instalación es mas barata, al no necesitar de cámara seca, pero tiene el gran inconveniente de que cualquier reparación obliga a subir la instalación de las bombas al piso superior donde están los motores. Este sistema trabaja bajo las mismas condiciones que en el sistema de cárcamo seco.

Las bombas que se emplean para impulsar las aguas pluviales son casi exclusivamente bombas centrifugas, pues se adaptan muy bien al servicio, sea en unidades grandes o pequeñas, al control automático y remoto así como por el diseño especial de su impulsor que permite el paso de sólidos a través de la bomba sin obstruirse.

En los sistemas de cárcamo seco y cárcamo húmedo, es común el emplear bombas centrifugas de eje vertical, donde la bomba siempre queda situada por debajo del nivel de las aguas, lo que permite mantener su succión ahogada y queda enlazada por un vástago o eje vertical con el motor situado en un local a mas altura (ver figuras v.6 y v.7)

También existen bombas centrifugas de eje horizontal que se instalan generalmente en el sistema de cárcamo seco, porque se requiere la cámara seca para alojar la bomba y el motor.

El empleo de esta clase de equipo puede requerir mayor gasto para la construcción, pero el costo de instalación de la bomba será menor y el funcionamiento y la conservación mas económica debiéndose evitar, desde luego, el riesgo de inundaciones de la cámara seca y proporcionar una buena ventilación para eliminar la humedad y los gases. Estas bombas van acompañadas de un equipo de cebado automático que es principalmente una bomba de vacío montada sobre el mismo eje que la bomba principal.

El numero de bombas por instalar depende de la altura a la que se desee elevar el agua y al volumen o gasto de estas aguas que transporta nuestro colector, sin embargo, suele ser conveniente instalar en las estaciones de bombeo un mínimo de cuatro bombas, dividiendo sus capacidades de tal modo que una tenga capacidad igual o ligeramente mayor que el gasto medio y otra que tenga una capacidad igual o ligeramente mayor que el gasto máximo. Siendo las capacidades combinadas de las dos bombas mas pequeñas igual a la capacidad de la bomba mas grande. Además, se instalara una bomba de seguridad, con energia independiente y con capacidad igual a la unidad de mayor capacidad o la de capacidad necesaria según las condiciones locales.

Se recomienda que el ciclo de operación, es decir, el tiempo entre dos arranques sucesivos, sea de cuando menos de 15 min.

Un aspecto importante en el mantenimiento de las unidades de bombeo se refiere a la previsión de las obstrucciones en ellas, aun si bien las bombas que se emplean son del tipo centrifugas que están diseñadas de modo que no puedan sufrir obstrucciones. Es

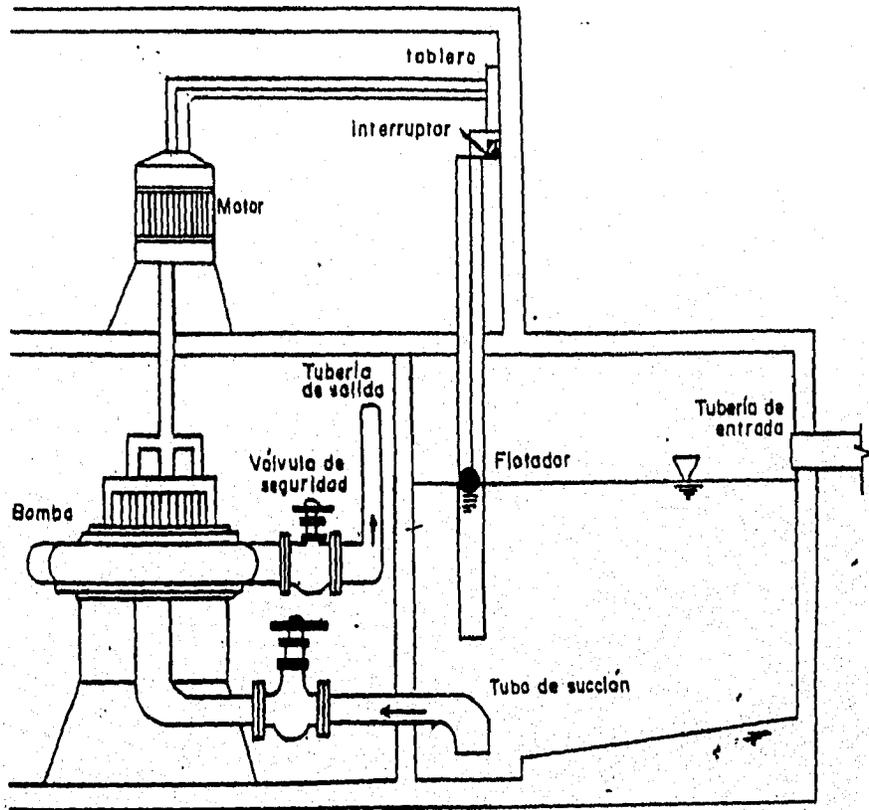


Figura V.6

Sistema de c&acute;rcamo seco

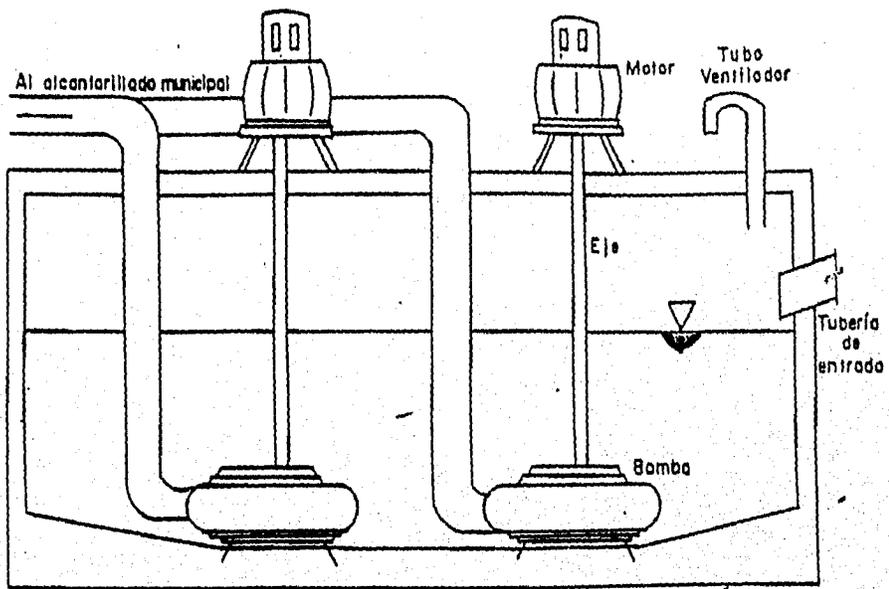


Figura V.7  
Sistema de cárcamo húmedo

recomendable instalar a la entrada del cárcamo una rejilla que detenga todo el material voluminoso como son, por ejemplo; palos, trapos, papel, etc., que traen consigo las aguas pluviales.

#### **4.4.3. Planeamiento de las instalaciones.**

El fabricante deberá proporcionar todos los datos necesarios para poder planear correctamente la instalación de tuberías, piezas especiales y los equipos de bombeo. Sin embargo, pueden hacer anteproyectos de la estación de bombeo utilizando catálogos o usando los datos de una bomba semejante.

##### **4.4.3.1. Reglas generales a considerar para la instalación correcta de las tuberías.**

1. Nunca deberán usarse tuberías de diámetro menor que los diámetros de succión y descarga de la bomba de referencia mayores.
2. El diámetro de la tubería de succión será igual o mayor que el diámetro que la tubería de descarga.
3. Usar reducciones excéntricas en la succión, para evitar la formación de bolsas de aire.
4. Los aumentos y reducciones en la descarga y succión, deberán ser graduales para que aseguren un escurrimiento eficiente y ahorro de energía.
5. Deben instalarse las tuberías de succión y descarga, lo más directamente posible y con un mínimo de codos, y otras piezas especiales.
6. Las tuberías de succión deberán ser colocadas horizontalmente y con pendiente uniforme, hacia arriba del cárcamo de succión hacia la bomba.
7. Nunca debe ponerse un codo en un plano horizontal directamente en la brida de descarga de la bomba, entre el codo y la brida de succión usar un tramo recto de por lo menos 4 a 6 veces el diámetro del tubo, un codo en las circunstancias desfavorables señaladas causa empuje desigual y pérdida hidráulica. Esto se debe a un mejor llenado de un lado de la cámara de succión que en el otro.
8. Selecciónese tuberías, válvulas y piezas especiales lo más económica posibles.

#### **4.4.3.2. Materiales y accesorios.**

1. Las válvulas son de fierro fundido y requieren conexión con bridas.
2. Las piezas especiales son de fierro fundido.
3. Las líneas de succión y descarga pueden ser de :
  - a) asbesto cemento.
  - b) concreto
  - c) Acero
  - d) Fierro fundido.
4. Juntas flexibles: Se usan juntas gibault para conectar tuberías de fierro fundido con asbesto cemento y juntas dresser para tuberías de acero . Su uso puede ser necesario para :
  - a) Unir tubos de extremos lisos.
  - b) Tomar esfuerzos causados por movimientos diferenciales , cambios de temperatura y vibraciones .
5. Atraques: Son estructuras geométricas de concreto armado las cuales soportan los esfuerzos de tensión y compresión que actúan en las tuberías.
6. Válvulas de aire . Se instalaran válvulas de entrada y alivio de aire en las líneas de descarga .

#### **4.4.4. Instalaciones de maquinas y detalles complementarios.**

##### **4.4.4.1. Generalidades**

Las bombas, se colocaran en lugares limpios, secos e iluminados, lo importante es la elección apropiada del motor, el cual se considera a prueba de goteo y polvo. Se proporcionara suficiente espacio, para que en caso de reparación, se pueda desarmar la bomba.

##### **4.4.4.2. Cimentacion para bombas.**

Las bases para apoyar bombas centrifugas son estructuras pesadas que proporcionan un soporte rígido al área total de la placa de apoyo de la bomba , absorbiendo cualquier esfuerzo de tensión y vibración. Las bases de concreto, son las mas recomendables , las dimensiones dependerán del tamaño del equipo y las características del suelo.

#### 4.4.4.3. Montaje de bombas verticales.

Se usa un marco metálico para fijar la placa de apoyo de la bomba, construida a base de canales y viguetas h. Si la descarga esta arriba de la placa, deberá dejarse suficiente espacio para permitir el paso de las secciones de la bomba, localizada abajo.( ver 11 )

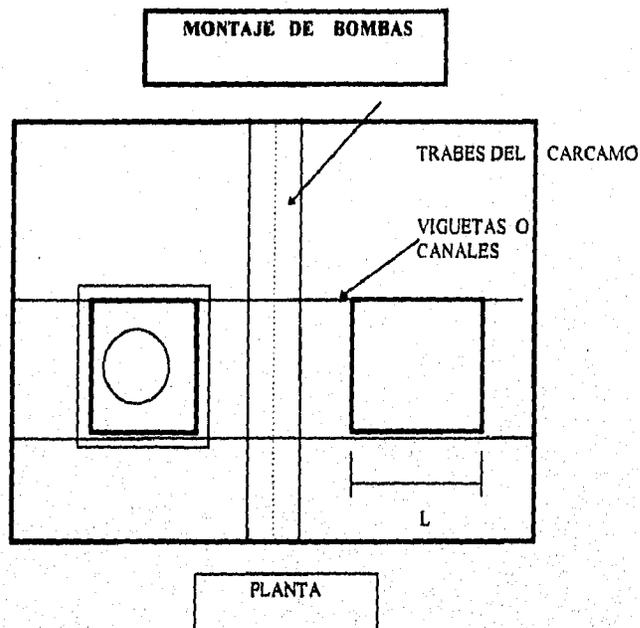


fig. 11

#### 4.4.4.4. Relleno debajo de la placa.

Una vez alineadas las bombas, será necesario rellenar a base de concreto  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  el espacio entre la placa y la base, antes de efectuar la conexión de tuberías.

#### **4.4.5. Construcción de planta de bombeo .**

##### **4.4.5.1. Preliminares**

1.1. Despalme: La extracción y retiro de la capa superficial del terreno natural, se hará cuando las características de esta resulten inadecuadas para recibir la construcción de las obras por ejecutar.

El despalme se ejecutara en las áreas destinadas a la construcción y zonas que indique el proyecto, para controlar el espesor del despalme, previa a su ejecución, deberán fijarse referencias y bancos de nivel, los materiales se clasificaran de acuerdo al siguiente criterio.

a) **Material clase a:** Poco o nada cementado, excavado con pala de mano y cargado eficientemente con herramienta.

b) **Material clase b:** Es el que pudiera ser excavado manualmente o que por sus características solo puede extraerse y cargarse con equipo mecánico; tales como rocas, conglomerados, areniscas blandas, tepetates, y piedras sueltas.

1.2. Trazo y nivelación: La localización general, trazo, alineamientos, bancos de referencia y niveles de trabajo para el despiante de la obra serán marcados en campo por el contratista. Los trazos y nivelaciones en razón de la precisión requerida podrán ejecutarse mediante el empleo de hilos, estacas, plomada, brújula, cinta métrica, estadal, baliza, niveleta o los aparatos de topografía y otros equipos que se requieran y de mayor precisión para la correcta ejecución de los trabajos.

##### **4.4.5.2. Excavación . Barda perimetral cárcamo de bombeo**

**Generalidades:** Los procedimientos para los trabajos de excavación se determinaran de acuerdo a las características del terreno y materiales por extraer , así como el empleo de herramienta y equipo.

**Ejecución.** La excavación para la cimentación y estructura en el cárcamo de bombeo , se realiza en material tipo b el cual se ataca con equipo mecánico . La excavación para los cimientos de la barda perimetral es una sección de 0.80 mts. de ancho por 0.50 mts de altura . En general el fondo de la excavación para los cimientos deberá quedar terminada a los niveles que indica el proyecto formando una superficie uniforme , limpia de raíces , troncos o cualquier material suelto.

#### **4.4.5.3. Acarreos de material.**

**Definición:**

Es la operación de transportar los materiales producto de las excavaciones del cárcamo , instalaciones y barda perimetral.

**Ejecución.-**

Todos los materiales contemplaran un acarreo libre a partir del cual su transporte se considera como sobre acarreo , tomando como unidad el m<sup>3</sup>. también se tomara en cuenta el acarreo libre y primera estación, carga, transporte, descarga, acomodo (los tiempos parados del camión, durante la carga y descarga). Los materiales a considerar pueden ser tierra , tepetate o material mixto.

#### **4.4.5.4. Cimentación.**

La cimentación en la barda perimetral y el cárcamo de bombeo , será de mampostería construida a base de piedra braza junteada con mortero arena 1: 4 , con una sección de 0.80 mts. de base y 0.90 mts de altura . ( fig. 12 )

**Ejecución.**

- a) Deberá procurarse que en las hiladas inferiores se acomoden las piedras de mayor tamaño.
- b) Para las caras de las piedras que queden al exterior visible del elemento del que se trate, no se admitirán discrepancias mayores de 2 cms.
- c) La piedra deberá humedecerse antes de su colocación.
- d) La plantilla sobre la que se desplante la mampostería, deberá previamente humedecerse.
- e) En el caso que durante el proceso de ejecución de una mampostería se aflojara alguna piedra o quedara mal asentada, deberá ser retirada y después de eliminado el mortero sobrante se restituirá el elemento a su lugar, colocándolo con mortero fresco.

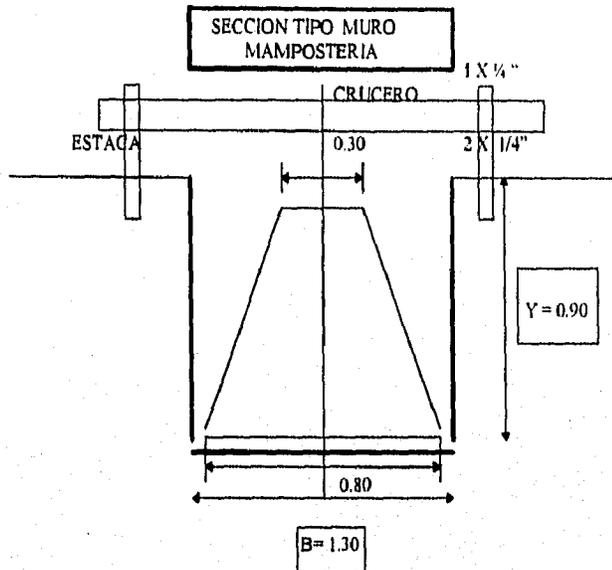


fig. 12

#### 4.4.5.5. Plantillas para desplante de cimientos en cárcamo de bombeo .

**Definición.-** El elemento constructivo que se coloca sobre el terreno para desplante de la cimentación. (fig. 13)

**Generalidades.-** Las plantillas tienen como finalidad principal proporcionar una superficie uniforme y limpia para los trabajos de trazo y desplante, así como evitar la contaminación de materiales con que se construyen los cimientos. Las plantillas pueden ser de:

- a) Concreto
- b) Grava cementada
- c) Material del terreno aglutinado
- d) Mortero de cemento-arena

### Ejecución

a) La superficie del terreno sobre la que se va a colocar la plantilla, deberá estar exenta de troncos, raíces, hierbas y demás cuerpos extraños.

b) La plantilla es de concreto con  $F'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ , agregado máximo  $1/2$  cemento normal en espesor de 10 cms..

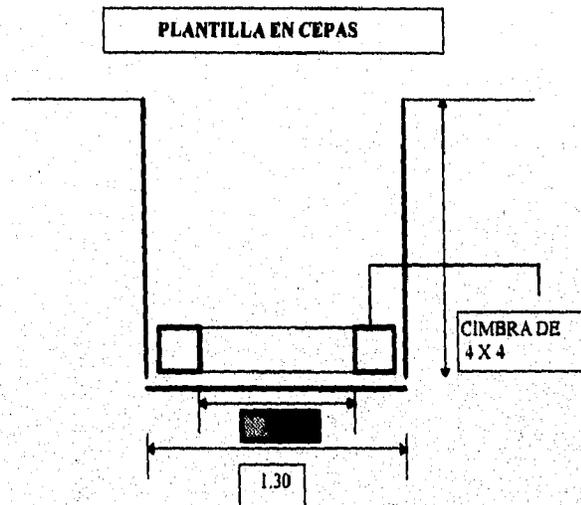


FIG. 13

### 4.4.5.6. Castillos y cadenas en cárcamo de bombeo .

#### Generalidades:

- 1.- Proporcionar rigidez y/o estabilidad al muro.
- 2.- Cuando el proyecto estructural lo indique, proporcionar la liga requerida de los muros a la estructura a efecto que trabajen ambos mancomunadamente.

3.- Ligar a muros que se intercepten.

4.- Como elementos de distribución de carga en el desplante de muro.

5.- El espaciamiento máximo entre castillos será de 20 veces el espesor del muro.

6.- Deberán construirse cadenas de concreto en los siguientes casos:

- Sobre el coronamiento de cimientos de mampostería como desplante de muros.
- Para remates horizontales o inclinados de bardas, pretilos y muros que no vayan a estar ligados con puertas y ventanas

7.- El espaciamiento máximo entre cadenas será de 15 veces el espesor del muro.

8.- El concreto que se emplee en la construcción de castillos y cadenas tendrá  $f'c=150$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### Ejecución:

a) El armado deberá traslaparse con anclajes previstos en las estructuras.

b) En cuanto al armado, deberá atenderse a lo indicado en las especificaciones, relativo al doblado de varillas, ganchos y dobleces.

c) La cadena de desplante será de concreto armado con una sección de 15 x 20 cms armada con 4 varillas del no. 3 y estribos del no. 2.

d) Los castillos serán de concreto armado con una sección de 15 x 15 cms armada con 4 varillas del no. 3 y estribos del no. 2 a cada 20 cms . (fig. 14)

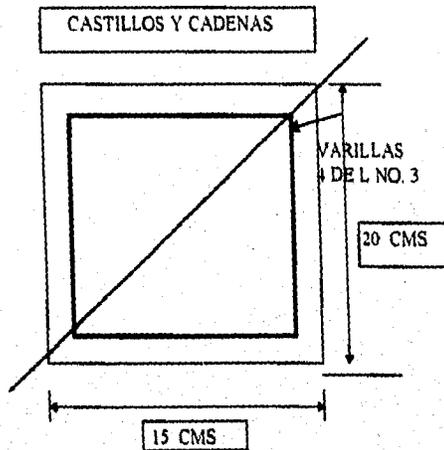


fig. 14

#### 4.4.5.7. Muros:

##### Definición:

Elementos constructivos, arquitectónicos y estructurales que se construyen verticalmente o inclinados para delimitar espacios o para desempeñar una función estructural.

##### Generalidades

a) En la construcción de los muros todos los materiales deberán satisfacer las especificaciones que indique el proyecto, se mencionan algunos tipos de muros:

- 1.- muros de mampostería
- 2.- muros de tabique de arcilla recocida
- 3.- muros de block hueco y macizo de cemento arena
- 4.- muros de concreto armado

#### Ejecución:

El tabique será con dimensiones aproximadas de 6 x 13 x 26 cms de barro recocido sin que presente imperfecciones que comprometan su resistencia , duración y aspecto.

El tabique se asentara con mortero cemento arena en proporción 1:4 y de manera que sus caras queden bien adheridas por el mortero , el tabique se satura con agua antes de asentarse . La distribución de los tabiques será tal que las juntas verticales queden cuatrapeadas , la junta del mortero no tendrá un espesor menor de 1/2 cms. ni mayor de 1.5 cms.

- 1.- El mortero deberá repartirse de tal manera que al asentar el tabique a junta resulte homogénea.
- 2.- Con objeto de evitar desplomes y derrumbes, no deberán levantarse muros en una altura mayor de 2.00 mts., sin que se hayan construido los refuerzos verticales adyacentes.
- 3.- Cuando el proyecto estructural así lo señale, los refuerzos de concreto armado de los muros, deberá anclarse a la estructura.
- 4.- Las dimensiones, disposiciones de las piezas, juntas, tratamiento superficial y demás características de acabado en los muros, estarán dados por el proyecto.

#### 4.4.5.8. Aplanados.

**Aplanado fino de mortero:** Sobre las superficies a aplanar quedara libre de partículas extrañas o agregados de concreto, se aplicara una capa de mortero cemento-arena en proporción 1:4 de 2 cms. de espesor aproximadamente teniendo especial cuidado de humedecer los muros y plafones , después se afinara la superficie, aplicando una capa delgada de mortero de arena ceruida con una plana de madera para dar la textura final conveniente.

Las superficies aplanadas deberán quedar a plomo, si son verticales a nivel si son horizontales.

#### **4.4.5.9. Pintura. barda perimetral**

**Definición:** Material de fabricación industrial utilizado como protección contra la corrosión, en elementos metálicos, y como material de recubrimientos de acabado en superficies de elementos constructivos.

**Generalidades:**

- a) El tipo, calidad, color, es de sherwin williams o similar, especificado en el proyecto.
- b) Durante la aplicación de pintura; el medio ambiente deberá estar libre de polvo y a temperatura mínima de 10°C
- c) La pintura a utilizar deberá cumplir con lo siguiente:
  - 1.- Deberá ser resistente a la acción decolorante directa o reflejo luz solar.
  - 2.- Conservar la elasticidad suficiente para no agrietarse con las variaciones naturales de la temperatura.
  - 3.- Serán resistentes a la acción del intemperismo y a las reacciones químicas entre sus componentes y la superficie.

**Ejecución:**

- a) La superficie por cubrir deberán estar sujetas al siguiente proceso.
  - 1.- Limpieza con zacate y cepillo.
  - 2.- Resane general con plaste hecho a base de yeso.
  - 3.- Lijado para eliminar rebabas o bordes.
  - 4.- Terminado con brocha de pelo o rodillo con dos manos como intervalo de 6 hrs. como mínimo.

#### **4.4.5.10 Muros de concreto armado en cárcamo de bombeo**

**Ejecución.** Los muros de concreto armado se ejecuta de la siguiente manera:

- 1.- **Elaboración de concreto.**  
La mezcla del concreto deberán ser uniformes en composición y consistencia.
- 2.- **Tipo de mezclado.**  
El tiempo de mezclado deberá ser el suficiente para lograr mezclas homogéneas.

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

**3.- Inspecciones.**

Se dispondrá de personal que inspeccione el proceso de producción, el transporte, la colocación y el curado del concreto en las siguientes etapas.

3.1. Inspecciones previas al colado (cimbra, materiales, acero de refuerzo, concreto, limpieza a zona de colado, equipo para transporte y colocación del concreto, elementos ahogados, preparativos contra lluvias y rayos directos).

3.2. Inspecciones durante el colado (fabricación del concreto)

3.3. Inspecciones posteriores al colado (remoción de cimbra, curado del concreto, acabado, líneas, niveles y dimensiones del concreto endurecido, defectos de construcción menores y mayores).

**4.- Curado de concreto fresco:**

Las actividades de curado del concreto deberán iniciarse tan pronto como sea posible. El curado deber hacerse inmediatamente después del descimbrado. El curado de los concretos podrá haberse utilizado agua (continua durante 10 días)

**4.4.5.11. Coladeras pluviales**

Una coladera o sumidero, en un sistema de alcantarillado pluvial o combinado, es la boca por donde pasa el agua de la superficie del terreno al sistema de atarjeas. en general interceptan el agua que escurre por las cunetas del arroyo de la calle.

Se les denomina de piso y de banqueteta. las de piso quedan en la superficie del pavimento formando parte del mismo.

Las de banqueteta se alojan en la guarnición formando parte de ella.

La instalación de un tipo u otro, o la combinación de ambos, depende exclusivamente de la pendiente longitudinal de las calles y del caudal por colectar.

## **4.5. Construcción de rasantes viales.**

### **4.5.1. Preliminares**

Previo a los trabajos de excavación de las calles donde se alojaran los materiales que conformaran la estructura de la vialidad se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- a) Se deberán tener las referencias topográficas, como son perfil, trazo y nivelación de las vialidades.
- b) Tendrán que estar definidos y aprobados por el laboratorio de control de calidad, los bancos de préstamo de materiales así como los proporcionamientos que se utilicen en las vialidades según los parámetros de especificación.
- c) Se debe de contar con todo el equipo necesario, con la finalidad de evitar procedimientos parciales en los mejoramientos y de esta manera eliminar tiempos muertos.

### **4.5.2. Excavaciones a nivel subrasante.**

Se procederá a despallar toda la materia vegetal que se encuentre en la zona de trabajos, con la finalidad de no permitir contaminación con los mejoramientos de las vialidades. Se recomienda ampliar el ancho de la excavación de la vialidad a razón de 0.30 m. por lado con el objetivo de que al compactar los laterales, estos adquieran su compactación especificada. El nivel de subrasante será el que rija la configuración del terreno así como los niveles y secciones de proyecto en las diferentes calles de la zona.

### **4.5.3. Estructura y tendido de materiales.**

El tendido de materiales de terraplén, súbbase y base se hará empleando material que cumpla con las especificaciones y colocando la humedad óptima en un espesor de capa compactada, no mayor a 0.20 m. ni menor de 0.10 m. compactándose la capa al 95% de su peso volumétrico seco máximo.

El proporcionamiento recomendable para los materiales de base y súbbase será el de 70% 30% ,considerando el 70% de material areno gravoso y el 30% de material cementante.

#### 4.5.4. Equipo recomendable.

- a) Camión pipa para proporcionar el contenido de agua , óptimo en el lugar (método de aspersión).
- b) Motoconformadora, para extender el material uniformemente y controlar el espesor de capa antes de su compactación.
- c) Vibro compactador o similar, de aproximadamente 25 ton de impacto y una energía de 6.0 kg-cm/cm<sup>3</sup>, para garantizar la compactación.
- d) Los mejoramientos deberán quedar debidamente afinados y perfilados con los niveles de proyecto, esto se logra con un control de nivelaciones topográficas.
- e) En caso de que el área de base quede preparada para recibir el revestimiento y no sea posible trabajar de inmediato sobre la base, para evitar intemperismo por acción de lluvias, deberán protegerse con un riego de impregnación con un asfalto tipo fm-3 en proporción de 1.5 lt/m<sup>2</sup>.
- f) Se recomienda el grado de compactación y humedad del lugar, mediante calas volumétricas en sitio a cada 20 mts , o al variar el material y/o determine el ingeniero responsable del laboratorio de control de calidad.

Parámetros recomendables para los materiales a emplear:

Sub-base y Base:

- \* Contracción lineal.....3.5 % max.
- \* Valor cementante.....4.5 kg/cm<sup>2</sup> min.
- \* Valor relativo de soporte.....60 % min.
- \* Tamaño máximo del agregado.....sub-base 2 ; base 1.
- \* Peso volumétrico seco max.....1600 kg/m<sup>3</sup> prom.
- \* Porcentaje de compactacion.....90% min.

#### 4.5.5. Construcción de carpeta asfáltica.

Para construir la carpeta asfáltica deberán utilizarse concreto asfáltico mezclado en caliente con las siguientes características:

- \* Relación de vacío..... 3-5%
- \* Estabilidad..... 450
- \* Flujo..... 2 a 4.5 mm.
- \* Contenido de asfalto (el óptimo 2% obtenido de la prueba marshall).

En la mezcla deberán emplearse cemento asfáltico no. 6 con las siguientes características:

- \* Penetración..... 80 - 100 grados
- \* Punto de inflamación..... 232 c. min.
- \* Ductilidad..... 100 cm. min.
- \* Solubilidad..... 99% min.
- \* Viscosidad..... 85 min.

#### **4.5.5.1. Grados de compactación**

Los grados de compactación que deberán alcanzarse en la carpeta asfáltica son del 95% de la prueba marshall.

#### **4.5.5.2. Procedimiento constructivo.**

Terminada la base, se dejara orear por un período mínimo de 24 hrs., a continuación se barrera la superficie y se aplicara un riego de impregnación con asfalto rebajado tipo fm-0, o similar, a razón de 1.7 lts./m<sup>2</sup>, conservándose este por un mínimo de 24 hrs., hasta comprobar mediante pruebas de campo de penetración de asfalto a la base.

A continuación se aplicara un riego de la liga con asfalto rebajado tipo fr-3, a razón de 0.7 lts./m<sup>2</sup>, de 2 a 4 hrs. antes del tendido de la carpeta asfáltica.

Posteriormente y para evitar la segregación, se tendera la mezcla con una maquina terminadora (finisher), en un espesor tal que una vez compactado se obtenga el proyecto.

La velocidad de la maquina terminadora al colocar la mezcla deberá estar comprendida entre 2 y 4 km/hrs.

Para obtener los espesores de material compactado de proyecto, deberán controlarse los espesores que va dejando la maquina terminadora, según la siguiente relación:

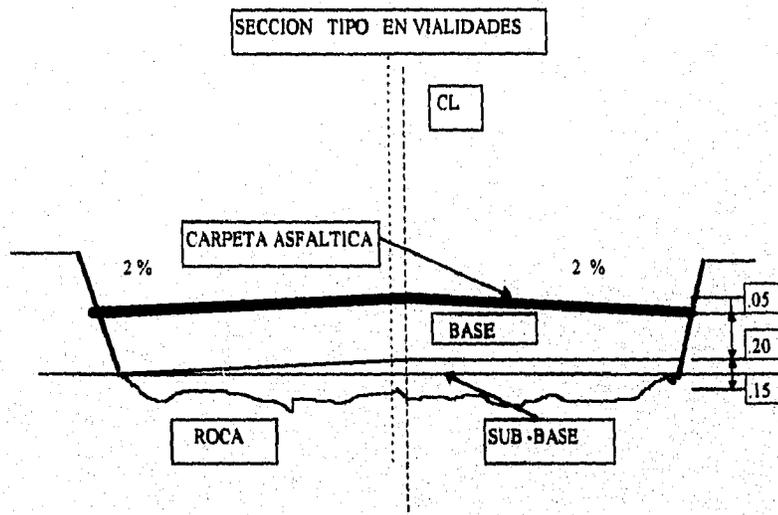
- 1.- La temperatura recomendable para el tendido debe estar comprendida entre 100 c y 130 c, debiendo evitarse esta, cuando la temperatura ambiente sea menor a los 10 c.
- 2.- La mezcla asfáltica deberá compactarse a una temperatura comprendida entre 90 c y 110 c siendo la óptima de 100 c, la compactación se hará longitudinalmente traslapando a toda rueda, iniciando de la parte baja hacia la parte alta, avanzando de la guarnición al centro del arroyo.

3.- Para la compactación inicial, deberá emplearse una compactadora de rodillo liso tipo tandem de 6 a 8 ton., con una velocidad promedio de 5 km/hr., para evitar el levantamiento de la mezcla caliente, se traslapara entre pasada y pasada media rueda, con el objeto de darle el acomodo inicial al material.

4.- Una vez que la compactadora tandem deje huellas apenas perfectibles se procederá a compactar la capa con una compactadora de tres rodillos lisos y un peso de 10 a 12 ton., hasta que las huellas de esta sean muy leves.

5.- La compactación final de la mezcla se dará con una compactadora neumática que borre las huellas que deja la maquina de 10 a 12 ton., hasta dejar una superficie afinada y adecuada al transito de vehiculos.

6.- Se impermeabilizara la carpeta asfáltica, aplicando un sello con arena.



## **CAPITULO V**

### **Mantenimiento y operación de las obras**

#### **5.1. Generalidades.**

Debemos estar conscientes de la necesidad e importancia que merece el mantenimiento preventivo y la buena operación de las obras, para que de esta manera se cumpla la función con que fueron construidas.

También es indispensable, que las personas con autoridad, intendentes de operación, técnicos etc., estén plenamente convencidos del beneficio y costo que reporta el prevenir, en lugar de reparar fallas o descomposturas mayores, mediante revisiones periódicas bien hechas y oportunamente con personal competente, limpio, responsable y honesto.

En programas de mantenimiento, deberá tenerse el personal mejor calificado, pues con sus conocimientos y experiencias podrán detectar oportunamente desgastes y fallas cercanas a las tolerables.

#### **5.2. Desasolve de canaletas pluviales y colector Chiquihuite.**

Es importante en períodos regulares efectuar una limpieza y deshierbe de las canales pluviales mediante un equipo adecuado a bajo costo y buen rendimiento.

Para el caso del colector la Dirección de Construcción y Operación Hidráulica cuenta con el equipo adecuado para desasolves y limpieza de drenajes pluviales y sanitarios.

### **5.3. Mantenimiento y operación de la planta de bombeo.**

Los problemas de mantenimiento del equipo de bombeo centrífugo varían de sencillos a complicados. el tipo de servicio para el que la bomba esta destinada, la construcción general de ella, la complejidad relativa de las reparaciones requeridas, las facilidades disponibles en el lugar, otros factores entran en la decisión de si las reparaciones necesarias se ejecutan en la instalación o en la planta fabricante de la bomba.

#### **Observacion diaria**

Las instalaciones de bombas que se atienden constantemente deberán inspeccionarse diario . Un sistema de tarjetas para estas inspecciones no se considera necesario porque el operador debe reportar inmediatamente cualquier irregularidad en la operación de la bomba.

#### **Inspección anual**

Las bombas centrífugas se deben inspeccionar muy cuidadosamente una vez al año. además del procedimiento de mantenimiento semestral, se deben desmontar los cojinetes, limpiar y examinar si tienen defectos.

Generalmente las bombas centrífugas se seleccionan para una capacidad y carga total determinadas cuando operen a su velocidad especificada. estas características se conocen como condiciones especificadas de servicio y, con pocas excepciones, representan las condiciones en las que la bomba operara la mayor parte del tiempo.

#### **Cebado**

Las bombas centrífugas casi nunca deben arrancarse sino hasta que estén bien cebadas, es decir, hasta que se han llenado con el liquido bombeado y se ha escapado todo el aire.

#### **Calentamiento**

Las bombas que manejan liquidos calientes deberán mantenerse aproximadamente a la temperatura de operación cuando están inactivas.

Siempre deben conservarse registros completos de costos de mantenimiento y reparación para cada bomba por separado, junto con un registro de sus horas de operación.

## **Conclusiones**

El gran éxito económico y social que puede alcanzar una obra , depende de la capacidad de tomar decisiones , de la manera más acertada posible , tomando en cuenta las varias contingencias y condiciones que se presentan durante la construcción de la obra y que originan los tiempos perdidos y demoras a su terminación.

En lo general el estudio de planos y especificaciones no basta ; también es fundamental examinar el cumulo de factores locales y condiciones físicas del sitio de la obra , todos los cuales influyen en mayor o menor grado , en la mejor manera de desarrollar el trabajo y en los resultados que se obtengan en los rendimientos del equipo , costos y tiempo de ejecución en la elaboración de la obra.

Por otro lado , la dirección y supervisión en la construcción de las obras , juega un papel decisivo en el grado de efectividad que se obtenga , en cada uno de los procesos constructivos de la obra , supervisando calidad , rendimiento de equipo y mano de obra , suministro de materiales , plazos de ejecución ., para así poder cumplir los trabajos en tiempo y costo, permitidos.

También es de gran importancia los recursos financieros sin los cuales no sería factible la culminación de los trabajos , los cuales eliminan ciertas interferencia y demoras que pueden ocurrir en el proceso constructivo de la obra . Por último cabe mencionar que este trabajo presenta una de las muchas soluciones a la problemática actual de alcantarillado pluvial en la zona del Cerro Chiquihuite México D.F.

## **Bibliografía consultada**

- 1.- Normas de proyecto para obras de alcantarillado sanitario en localidades urbanas de la República Mexicana . 1970.
- 2.- Manual de hidráulica urbana tomos 1,2 y 3 de la D.G.C.O.H. D.D.F. septiembre de 1982
- 3.- Diseño de redes de distribución para aprovisionamiento de agua D.G.C.O.H. D.D.F. al 100-85 septiembre de 1982.
- 4.- Manual del ingeniero civil volumen III sección 21 y 22 Frederick S. Merrit . 1975
- 5.- Manual de C.F.E. Esguerramiento a superficie libre 1980.
- 6.- Proyecto ejecutivo de alcantarillado pluvial en la colonia San Juan Ticoman Zona - Cerro Chiquihuite ( Consultores y Técnicos en Ingeniería s.a. de c.v. ) agosto de 1987
- 7.- Estudio hidrológico Zona - Cerro Chiquihuite ( Consultores y Técnicos en Ingeniería s.a. de c.v. ) . octubre de 1986

8.- Hidráulica de los canales abiertos Ven. T. Chow editorial diana  
1970.

9.- Estaciones de bombeo . Arnulfo Paz Sánchez . 1975

10.- Bombas su selección y aplicación Tyler G. Hicks . bme junio  
1980.

11.- Alcantarillado . U.N.A.M. . Facultad de Ingeniería . In. José Luis  
Lara González . 1991.

12.- Fundamentos de hidrología de superficie .- Aparicio . Limusa  
1990.

13.- Costo y tiempo en edificación . In. Suarez Salazar . limusa