

151

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO



FACULTAD DE INGENIERIA

ANALISIS DE LAS PERSPECTIVAS DE MANEJO DE LAS AGUAS
RESIDUALES DE LA AMPLIACION DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO, EN LA COLONIA SANTO DOMINGO,
COYOACAN, D. F.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A N :
ALFREDO FELIPE VEGA MAGOS
MARCO ANTONIO ESTRADA MEZA

DIRECTOR DE TESIS: M.C. CONSTANTINO GUTIERREZ PALACIOS



MEXICO, D. F.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



EREGAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/044/96

Señores
ALFREDO FELIPE VEGA MAGOS
MARCO ANTONIO ESTRADA MEZA
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M.C. **CONSTANTINO GUTIERREZ PALACIOS**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de "INGENIERO CIVIL"

"ANALISIS DE LAS PERSPECTIVAS DE MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA AMPLIACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COLONIA SANTO DOMINGO, COYOACAN, D.F."

INTRODUCCION

- I. ANTECEDENTES**
- II. CONSIDERACIONES ACERCA DEL ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO**
- III. REVISION DEL FUNCIONAMIENTO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE**
- IV. ANALISIS DE OPCIONES PARA EL MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA AMPLIACION**
- V. DISEÑO DE LA AMPLIACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO**
- VI. ESTUDIO TECNICO COMPARATIVO ENTRE EL PROYECTO DE LA AMPLIACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CON LA RED EXISTENTE**
- VII. CONCLUSIONES Y BIBLIOGRAFIA**

Ruego a ustedes cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 8 de junio de 2000.
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/GMP/mstg.

A LA MEMORIA DE
ROSA MARGOT MAGOS
MI MADRE Y AMIGA
QUE EN MI MENTE Y MIS RECUERDOS
SIEMPRE ESTARA.

A DIOS

A MIS PADRES

†ROSA MARGOT MAGOS Y ALFREDO F. VEGA MAGALLANES

A MI NOVIA

ELIZABETH M. HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

A MIS HERMANAS

ANEL, JUDITH Y DIANA

A MIS ABUELOS

†MARÍA LUISA Y †SAMUEL

Y A TODAS LAS PERSONAS, QUE DIRECTA O INDIRECTAMENTE HAN
APORTADO ALGO DE SU VIDA PARA ESTE TRABAJO.

POR SU APOYO Y CONSEJO A LO LARGO DE MI VIDA, GRACIAS.

ALFREDO.

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

CON PROFUNDO
AGRADECIMIENTO

MARCO.

ANÁLISIS DE LAS PERSPECTIVAS DE MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES
DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
EN LA COLONIA SANTO DOMINGO, COYOACÁN, D.F.

TEMARIO

<i>INTRODUCCIÓN</i>	.3
<i>I) ANTECEDENTES.</i>	.5
I.1.- Causas que generan las necesidades del servicio.	.13
I.1.1.- Necesidad local.	.14
I.1.2.- Presión política.	.16
I.1.3 - Desarrollo integral de la zona.	.17
I.2.- Antecedentes generales.	.18
<i>II) CONSIDERACIONES ACERCA DEL ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.</i>	.20
II.1.- Características generales de la localidad.	.20
II.1.1.- Características políticas.	.20
II.1.2.- Características geográficas.	.21
II.1.3.- Características climatológicas.	.22
II.1.4.- Vías de comunicación.	.23
II.1.5.- Características económicas.	.23
II.1.6.- Otras	.26
II.1.7.- Cartas	.30
<i>III) REVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE.</i>	.40
III.1.- Adecuaciones y avances.	.40
III.2 - Datos de proyecto.	.41
III.3.- Áreas, densidades y poblaciones.	.41
III.4.- Descripción del sistema de alcantarillado existente.	.41
III.4.1.- Localización.	.42
III.4.2.- Diámetros, desarrollos y tipos de tubería	.42
III.4.3.- Condiciones de servicio.	.43
III.4.4.- Áreas con servicio.	.43
III.4.5.- Áreas urbanizadas carentes del servicio.	.43
III.4.6.- Descripción del funcionamiento hidráulico.	.44
III.5.- Descargas domiciliarias.	.44
III.5.1.- Número, tipo y diámetro de descarga.	.44
III.5.2.- Población servida con descarga.	.44
III.5.3.- Población servida con fosa séptica, letrina, etc.	.45
III.5.4.- Tarifa actual.	.45

IV.-	<i>ANÁLISIS DE OPCIONES PARA EL MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA AMPLIACIÓN.</i>	.54
IV.1.-	Estudios básicos.	.54
IV.1.1.-	Levantamiento de plano predial.	.54
IV.1.2.-	Levantamiento de plano de pavimentos.	.54
IV.1.3.-	Estudios para la clasificación de excavación.	.55
IV.1.4.-	Levantamiento de la red de alcantarillado e instalaciones existente.	.55
IV.2.-	Planteamiento y análisis de opciones del sistema de alcantarillado.	.55
IV.2.1.-	Opciones que se contemplan para la red de alcantarillado.	.56
IV.2.2.-	Análisis técnico y económico de las opciones.	.57
IV.2.3.-	Evaluación de las opciones consideradas.	.57
IV.2.4.-	Selección de la mejor opción técnica y económicamente justificada de las obras determinadas del estudio.	.57
V.-	<i>DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.</i>	.66
V.1.-	Consideraciones rectoras del proyecto.	.69
V.2.-	Datos básicos del proyecto.	.84
V.3.-	Red de atarjeas y colectores.	.91
V.4.-	Suministro de tubería de concreto.	.118
V.5.-	Descargas domiciliarias.	.132
V.6.-	Operación y mantenimiento de la red	.133
V.7.-	Memoria descriptiva.	.138
VI.-	<i>ESTUDIO TÉCNICO COMPARATIVO ENTRE EL PROYECTO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CON LA RED EXISTENTE.</i>	.166
VI.1.-	Aspectos de diseño.	.166
VI.2.-	Aspectos constructivos.	.167
VII.-	<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	.171
	<i>CITAS BIBLIOGRAFICAS</i>	.173
	ANEXOS	

INTRODUCCIÓN.

El crecimiento desmedido que sufrió la Ciudad de México en los últimos años, ocasionó que los servicios se volvieran insuficientes, razón por lo cual el Gobierno del Distrito Federal se vio en la necesidad de generar alternativas de solución, para aminorar esta escasez. Diseñó modelos matemáticos que satisficieran las demandas que se generaban. Hasta fechas recientes se continúa con este tipo de programas para cubrir las zonas carentes de algún servicio, y se realizan adecuaciones a los ya existentes.

En cada nueva administración gubernamental, la continuidad de dichos trabajos se veía frenada, esto generaba retrasos para reiniciar labores. De pronto el tiempo se volvió un factor importante al observar que la demanda continuaba aumentando, en tanto que el volumen de obra no era el suficiente.

Hoy en día se tiene una gran ventaja que es la tecnología y las nuevas técnicas constructivas que día con día se perfeccionan para facilitar en gran parte la ejecución de distintos proyectos. Este avance tecnológico básicamente se ve reflejado en los tiempos, permitiendo la construcción de proyectos en periodos cortos, y con la capacidad de construir hasta en las zonas más desfavorables.

La necesidad de estas administraciones por desarrollar nuevos diseños es primordial, para elevar el nivel de vida de sus habitantes.

En la Colonia Santo Domingo, que forma parte de la Delegación Coyoacán, se tiene un retraso en el servicio de alcantarillado. Este retraso se fue ocasionando por asentamientos irregulares de la población en este sitio, al igual que en otras zonas de la Capital. Actualmente la Colonia ya cuenta con los servicios de alumbrado, agua potable y teléfono, entre otros. Sus calles se encuentran en su totalidad asfaltadas y con banquetas, pero el servicio de

alcantarillado se había dejado un poco olvidado. Esto básicamente se debió al tipo de terreno que impera en la zona.

Esta colonia forma parte de la zona de los pedregales, razón por la cual el avance que se llegaba a tener realmente no era significativo.

Una de las metas para el año de 1999 de la Delegación Coyoacán, es dotar de una red de alcantarillado a esta colonia. El principal obstáculo que se presenta es el tipo de suelo, y también la razón por la cual se pensó en la urgente necesidad de crear un modelo que resolviera la problemática que representa el desalojo de las aguas residuales.

Inicialmente se debe de buscar una solución que resuelva la necesidad de la población, en la inteligencia de que dicha opción repercuta lo menos posible en las condiciones del ecosistema regional.

El presente trabajo de tesis propone un modelo matemático para dar solución al manejo de las aguas residuales y pluviales de la Colonia Santo Domingo, además de un estudio comparativo con el proyecto realizado por la delegación Coyoacán.

D) ANTECEDENTES

El propósito fundamental del sistema general de alcantarillado es captar, conducir y desalojar en forma segura y oportuna las aguas pluviales y residuales generadas en la ciudad. Por lo tanto, el alcantarillado es la obra que asegura el desalojo de los líquidos sobrantes sin riesgo de contaminación para la población que sirve. Consta de una serie de estructuras que por su complejidad se le considera como un sistema distinto al de agua potable cuando en realidad es complementario. Se inicia con la tubería que se instala dentro de las construcciones a cargo del propietario, quien se sujeta a las normas oficiales establecidas para su correcto funcionamiento. Esta tubería denominada albañal, tiene una salida que se conecta a la red pública.

La tubería que colecta las aguas de los predios y las pluviales que corren por las calles, forma la red de atarjeas que desaloja a otra serie de tubos que constituyen las redes secundarias y primarias según la clasificación que se ha hecho por la medida de sus diámetros: las secundarias, de 30 a 60 centímetros y las primarias, de 61 a 250 centímetros. Posteriormente los caudales que aportan las redes primarias se vierten a sistema de mayor capacidad según las necesidades locales para conducirlos a su destino final con obras que en general reciben el nombre de emisores. El destino final es el sitio que recibe los desechos líquidos sin provocar daño ni al ambiente ni a los cuerpos de agua donde son vertidos; para ello, el caudal recolectado deberá ser procesado en una planta de tratamiento de aguas residuales, si fuera necesario.

La superficie de la ciudad de México es tan extendida e irregular, que su sistema de alcantarillado se ha formado por todos los tipos descritos, además de otras instalaciones necesarias para su correcto funcionamiento hidráulico y sanitario como por ejemplo.

estaciones de bombeo para vencer desniveles; vasos reguladores para retardar la salida del agua pluvial; y plantas de tratamiento para reusar el agua antes de salir el valle.

Estas obras tan importantes para el saneamiento del medio de la ciudad, pasan generalmente desapercibidas por quedar la mayoría de ellas bajo tierra; y sin conocimiento alguno, muchas veces se critica su aparente deficiencia, al padecer encharcamientos por lluvias intensas no consideradas en el proyecto económico del sistema.

Para captar, conducir y desalojar las aguas pluviales y residuales generadas en el Distrito Federal se cuenta con 12, 312 km de red secundaria (diámetros menores de 60 cm) y 1, 260 km de red primaria (diámetros iguales o superiores a los 60 cm), la cual en su desarrollo cuenta con 79 plantas de bombeo, que suman una capacidad conjunta de 630 m³/s, la red primaria descarga al Sistema General de Alcantarillado, el cual está formado por presas, lagunas de regulación, el Interceptor del Poniente, canales a cielo abierto como el Gran Canal del Desagüe, los ríos Remedios, Tlalnepantla, San Buenaventura, San Javier y Canal Nacional; así como los ríos entubados: Churubusco, Piedad y Consulado. La infraestructura principal se complementa con el Sistema de Alcantarillado Profundo, el cual únicamente opera en época de lluvias, ya que durante la temporada de estiaje recibe mantenimiento.

El sistema de alcantarillado de la ciudad de México se realiza mediante un sistema combinado; es decir, en los mismos ductos se transportan las aguas residuales y las pluviales. Su estructura se inicia en las redes secundarias y primarias, continúan en el sistema general del desagüe y el sistema de alcantarillado profundo, hasta desembocar en el río el Salto a través del portal de salida. Posteriormente el agua es conducida a la presa Requena, donde

sigue su trayecto hasta al río Tula y la presa Endó. El río Tula es efluente del Moctezuma y éste a su vez del Pánuco que descarga en el golfo de México.

El sistema general del desagüe está formado por lagos, lagunas y presa de regulación; canales a cielo abierto con una longitud total de 112 kilómetros, que incluyen al gran canal del desagüe y el canal de Chalco, los ríos San Javier, de los Remedios, Tlalnepantla y Cuauhtepac, así como los ríos entubados de San Buenaventura, Churubusco, la Piedad y Consulado, con una longitud conjunta de 54 kilómetros, y el Canal Nacional de 7 kilómetros de longitud.

La infraestructura básica está formada por el sistema de alcantarillado profundo, el cual abarca los interceptores centro-poniente, central, oriente, poniente, centro-centro, canal nacional, iztapalapa, obrero mundial y el emisor central.

El sistema de alcantarillado profundo es la cuarta salida artificial y la de mayor capacidad. Trabaja por gravedad y surgió debido a la necesidad de incrementar substancialmente la captación, conducción y desalojo oportuno y eficiente de las aguas pluviales y residuales a través de un conjunto de grandes conductos con 137.2 kilómetros de túneles a profundidades que varían entre 30 y 220 metros. A estas profundidades su operación no es afectada por los hundimientos ocurridos en las capas superficiales; su estructura es resistente a los efectos de los mismos, resultando muy económico a largo plazo, puesto que se evita la instalación de plantas de bombeo en su trayecto.

En el año de 1978, el Comité Técnico del Drenaje Profundo, integrado para el estudio de los métodos de excavación de túneles en suelos blandos, diseñó una máquina excavadora capaz de perforar con rapidez y seguridad las arcillas blandas del subsuelo de la ciudad de

México. Después de analizar y seleccionar la tecnología mundial, el diseño ejecutivo del escudo presurizado estuvo a cargo de una firma japonesa.

Toda el agua recolectada sale del valle por alguna de las cuatro salidas artificiales que se han ejecutado:

TAJO DE NOCHISTONGO. Ideado por Enrico Martínez en 1580 e iniciado en 1607 como túnel, comenzó a operar en 1789. Recibe las aportaciones el emisor poniente.

PRIMER TÚNEL DE TEQUIXQUIAC. Es parte del proyecto propuesto por el ingeniero Francisco de Garay en 1856. Se inició su construcción en 1865 y quedó terminado en 1895. Recibe las aguas del gran canal del desagüe desde 1900.

SEGUNDO TÚNEL DE TEQUIXQUIAC. Se inició su construcción en 1935 pero se terminó hasta 1954. Recibe caudales el gran canal del desagüe.

EMISOR CENTRAL. Es parte el drenaje profundo, proyecto elaborado por la Dirección General de Obras Hidráulicas del Departamento del Distrito Federal. Su construcción se inicia en 1967. Recibe las descargas de los interceptores centro-poniente, central y oriente, operando a partir de 1975.

Por el año de 1930 la ciudad comienza a desbordarse hacia sus alrededores en fraccionamientos que tuvieron una rápida acogida, ocasionando a partir de entonces un acelerado aumento de la mancha urbana a la que se le debía dotar de todos los servicios, entre ellos el de alcantarillado, que se ha visto rebasado en su ampliación y capacidad por el incremento de los escurrimientos pluviales, al disminuir las áreas de infiltración.

El área urbana del Distrito Federal es de 657.9 kilómetros cuadrados, en la cual viven 8 millones de habitantes, más la población flotante que diariamente entra y sale de la ciudad, lo cual quiere decir que la infraestructura del sistema de alcantarillado debe servir adicionalmente a 9.7 millones de personas, correspondientes a los 17 municipios conurbados que integran el área metropolitana de la ciudad de México.

Actualmente el 94 por ciento del Distrito Federal cuenta con servicio de alcantarillado. El restante 6 por ciento descarga sus aguas residuales a fosas sépticas, que si no están bien construidas pueden afectar el entorno ecológico con el riesgo de contaminar los mantos acuíferos; la situación se empeora cuando se vierten a cielo abierto o se utilizan letrinas. La carencia de infraestructura se presenta principalmente en las partes altas de las delegaciones de Iztapalapa, Alvaro Obregón y Tlalpan, así como en algunas colonias de las delegaciones Coyoacán y Tláhuac.

La expansión de la mancha urbana se acentúa hacia la región sur-oriente, que es la zona más alejada del sistema de alcantarillado de la ciudad. Esto ha provocado no sólo la reducción de las áreas naturales de infiltración que alimentan al acuífero, si no también la dificultad de incorporar esta zona al sistema general de alcantarillado por ocupar una región con escasa pendiente topográfica y subsuelo susceptible a hundimientos, situación que prevalece en algunas partes de las delegaciones Iztapalapa, Tláhuac y Tlalpan.

Este crecimiento ha provocado la invasión de zonas federales en cauces de ríos, presas, vasos y lagunas por asentamientos humanos. Los problemas que se presentan en estas zonas son serios, ya que además de resultar una fuente potencial de contaminación del medio ambiente y del acuífero por los desechos que genera la población, reducen la capacidad de los

componentes del sistema de alcantarillado y ponen en peligro sus propias vidas por posibles desbordamientos cuando ocurren fuertes precipitaciones.

La reforestación ha ocasionado que los escurrimientos en algunas cuencas se hagan con mayor rapidez, causando desequilibrio en la capacidad reguladora de algunas presas, como sucede en las de Tequilasco, la Mina, la Flores y San Ángel, en las que se han tenido que sobre elevar sus cortinas y modificar las obras de excedencias con base a un estudio hidrológico para tormentas con tiempos de retorno de 50 años.

En el valle de México la precipitación media anual es de 700 mm, que cada año, de mayo a octubre, se presentan lluvias que se caracterizan por su gran intensidad y corta duración. Además, durante este periodo se llegan a acumular grandes cantidades de azolves y los componentes del sistema de alcantarillado, por lo que durante la temporada de estiaje es necesario llevar a cabo su limpieza para recuperar la capacidad de conducción y regulación, y dejar en condiciones óptimas de operación el sistema para la siguiente temporada de lluvias.

El agua ha sido un factor indispensable para la existencia y el desarrollo del hombre. El uso de éste líquido tan preciado se ha diversificado tanto a través del tiempo, que actualmente son muy variadas las actividades donde se requiere. El agua al usarse, pierde la calidad de potable con que fue entregada a la población, pues se le agrega una gran cantidad de residuos de diversos tipos, los cuales modifican sus características físicas, químicas y biológicas.

El uso del agua origina su contaminación; los desechos líquidos de un núcleo urbano están constituidos fundamentalmente por las aguas de abastecimiento después de haber pasado por las diversas actividades de esa población. Estos desechos líquidos, llamados aguas residuales, se componen esencialmente de agua, más una cantidad pequeña de sólidos

orgánicos disueltos y en suspensión, los cuales son putrescibles y su descomposición origina grandes cantidades de gases ofensivos y pueden contener numerosas bacterias patógenas.

En última instancia, la mayor parte del agua suministrada por un sistema de abastecimiento se transforma en agua residual. Rápidamente su disposición se convierte en un problema público, haciéndose más agudo a medida que la población aumenta.

Por otra parte, están las aguas pluviales, que por su calidad puede decirse que son inofensivas, pero cuya cantidad origina en ocasiones serios problemas a las comunidades que no cuentan con una obra de ingeniería para alejarlas.

De ahí la necesidad del alcantarillado, que es el sistema adecuado de conductos subterráneos llamados alcantarillas y demás obras y accesorios, incluyendo plantas de tratamiento, destinados a la colección y transporte de aguas de lluvia o aguas mezcladas con desechos producto de la actividad de una comunidad para conducir las previas a un punto de disposición final.

El saneamiento en distintas formas ha sido empleado desde los tiempos más remotos; sin embargo, sólo a partir del siglo pasado es que se han aplicado y elaborado principios técnicos para el proyecto del alcantarillado. Este saneamiento no es más que una canalización artificial que asiste al drenaje natural. Las ventajas que brinda a la comunidad son muchas, pero la más importante de todas es que resguarda la salud pública, protegiéndola de enfermedades de origen hídrico, tales como fiebre tifoidea, disentería, cólera y otras más.

El alcantarillado sirve para impedir la contaminación del agua subterránea, contribuir a la eliminación de moscas, mosquitos, etc., y cooperar grandemente al desarrollo de la comunidad.

I.1.- Causas que generan las necesidades del servicio.

El Distrito Federal se localiza al suroeste de la cuenca cerrada del Valle de México a una altitud promedio de 2, 240 msnm y cubre una superficie de aproximadamente 1, 500 km². Posee una fisiografía y geología heterogéneas, que conjuntamente con las características anteriores han obligado a construir desde mucho tiempo atrás, obras de ingeniería de gran magnitud y alto costo para proporcionar los servicios de agua potable y alcantarillado a la población, como muestra de ellos se pueden citar entre otras importantes estructuras: el acueducto de Chapultepec, que conducía las aguas superficiales disponibles del Valle de México hacia el núcleo poblacional; la perforación de pozos, solución que en su tiempo satisfizo aceptablemente la demanda de agua potable de la población hasta que se aceleró notablemente el crecimiento urbano y demográfico, que condujo a la sobre explotación del acuífero y consecuentemente propició hundimientos del subsuelo; la construcción de la infraestructura para el aprovechamiento primeramente del acuífero del Lerma y recientemente del río Cutzamala, ambas acciones significaron la importación del líquido de fuentes externas.

Si bien la construcción de las obras hidráulicas ha tenido como finalidad procurar el bienestar y seguridad de la población de la ciudad, también ha vuelto gradualmente más complejo del Sistema Hidráulico, máxime ahora que por falta de recursos económicos los servicios deben ser proporcionados eficaz y congruentes a las necesidades de cada una de las 16 Delegaciones Políticas, evitando en la medida de lo posible gastos innecesarios mediante una adecuada planeación de construcción.

El Sistema Hidráulico del Distrito Federal, es el medio a través del cual los usuarios se relacionan con el Sistema Hidrológico que los rodea para satisfacer sus demandas de agua, protegerse contra las inundaciones y disponer de las aguas residuales en una forma eficaz.

El objetivo general del Sistema Hidráulico del Distrito Federal es: dotar de agua potable, en cantidad, calidad y continuidad adecuadas a toda su población para la realización de sus diversas actividades; desalojar las aguas residuales y tratar parte de ellas para ser reutilizadas en algunas actividades industriales y en el riego; y controlar y desalojar oportuna y correctamente los escurrimientos que se presentan en la época de lluvias, evitando al máximo los encharcamientos e inundaciones.

I.1.1.- Necesidad local.

Se ha visto un tanto lenta la evolución de los niveles de servicio en materia de alcantarillado sanitario a través de red, esto debido principalmente al gran porcentaje de terreno con suelo rocoso de basaltos fracturados, con qué se cuenta en algunas zonas de la Delegación Coyoacán.

El nivel de servicio que actualmente se tiene es del 60 %, el cual se elevará al concluir la introducción del sistema de alcantarillado en los “Pedregales”, zona que representa el 40 % del territorio total de la Delegación y que comprende las siguientes colonias:

- Pedregal de Santa Ursula.
- Pedregal de Santo Domingo
- Pedregal de Carrasco.
- Pedregal de San Francisco.
- Ajusco.
- Adolfo Ruiz Cortines.

- Nueva Díaz Ordaz.
- Huayamilpas.
- Niño Jesús.
- Pueblo de la Candelaria.
- Pueblo Los Reyes.
- Pueblo San Pablo Tepetlapa.
- Insurgentes Cuicuilco.
- Copilco El Bajo.
- Romero de Terreros.

El problema que se tiene en la zona de pedregales es el de las inundaciones en época de lluvias; los lugares donde éstas se presentan con más frecuencia son las siguientes:

CALLE	COLONIA
Av. de las Torres	Pedregal de Santo Domingo
Av. de las Rosas	Pedregal de Santo Domingo
Av. Benito Juárez	Pedregal de Santo Domingo
C. Nezahualpilli	Ajusco
Museo y Zuchitl	Ajusco
C. Calmecac	Ruiz Cortines
Benemérito de las Américas	Díaz Ordaz
Tepetlapa	Díaz Ordaz
Prol. Panteón, calle Lago y Nahuatlacas	Huayamilpas

Estas inundaciones se generan porque las grietas o fisuras por donde se desaloja el agua pluvial se tapan, debido al arrastre de pequeños sólidos o basuras. El problema se agudiza aún más, debido a que por carecer de alcantarillado sanitario, estas colonias efectúan sus desalojos en fosas sépticas que carecen de las especificaciones sanitarias de construcción

mínimas, o a las grietas del suelo, lo que representa un peligro latente de contaminación del acuífero.

1.1.2.- Presión política.

Los servicios hidráulicos del Distrito Federal en la actualidad representan erogaciones significativas, ya que el sistema de alcantarillado padece las consecuencias del asentamiento del subsuelo, por lo que los costos del servicio se han incrementado sustancialmente. Uno de los objetivos principales del Sistema Hidráulico del Distrito Federal es el de dotar de servicio de alcantarillado sanitario y pluvial a toda la población del Distrito Federal. Y el objetivo particular del Sistema Hidráulico de la Delegación Coyoacán es el de incrementar el servicio de alcantarillado, a fin de desalojar oportunamente las aguas negras y pluviales, para toda la Delegación.

En forma particular, la estrategia para el mejoramiento de los servicios hidráulicos de la delegación Coyoacán, se desprende del análisis realizado al diagnóstico de la misma, en congruencia con la planeación del Sistema Hidráulico del Distrito Federal y el Plan General de Desarrollo Urbano.

La estrategia mencionada se presenta a continuación:

- Continuar con la ampliación del sistema a fin de incrementar el nivel de servicio en la Delegación.
- Sustituir colectores y tuberías de red secundaria que presenten deficiencias, para evitar la posible infiltración de las aguas residuales.
- Mejorar la capacidad de conducción del sistema mediante el desazolve de las redes primaria y secundaria, además de proporcionar una adecuada operación a la infraestructura existente a fin de eliminar encharcamientos.

- Llevar a cabo en forma rápida y eficiente las obras de emergencia que se requieran.
- Realizar los estudios que sean necesarios a fin de mejorar el funcionamiento del sistema
- Promover campañas de concientización sobre el uso adecuado del servicio.
- Promover sistemas de alcantarillado separado.
- Promover la actualización del sistema de información, a través de la realización de un nuevo catastro de la red existente.

Metas.

CONCEPTO	UNIDAD	1988	1994	2010
Nivel de servicio	%	65	85	100
Red secundaria	m	10, 000	60, 000	46, 518
Red primaria	m	398	21, 000	1, 612
Alcantarillado semiprofundo	m	1, 584	4, 216	
Alcantarillado profundo	m			1, 250
Plantas de bombeo (ampliación)	PLANTA	1	2	
Desazolve, operación y mantenimiento a la infraestructura	%	100	100	100
Estudios necesarios	PAQUETE	UNO	POR	AÑO
Campañas de concientización	CAMPAÑA	UNO	POR	AÑO
Catastro de la red	%			100

1.1.3.- Desarrollo integral de la zona.

El crecimiento de la zona ha sido debido a que en los últimos años, los servicios urbanos se han desarrollado en avenidas primarias. Por las que circulan con mayor frecuencia los residentes y habitantes, que tienen la necesidad de utilizar algún servicio médico, como es el hospital del Imán de Pediatría, la Ciudad Universitaria, o algunas de las estaciones del

Sistema de transporte Metro, eventos en el Estadio Azteca; visita a centros comerciales, por citar algunos ejemplos.

A grandes rasgos el crecimiento industrial dentro de la delegación de Coyoacán es escaso, debido al Programa de Desarrollo Urbano que limita el crecimiento industrial de esta zona.

La zona de Santo Domingo está clasificada como habitacional popular, por lo que el desarrollo industrial se considera nulo.

1.2.- Antecedentes generales.

En la delegación Coyoacán el uso de suelo predominante es el habitacional, que junto con los espacios abiertos, usos mixtos, y equipamiento, representa el 94% de su superficie territorial, le siguen en magnitud el uso industrial y el equipamiento urbano, con un 3% cada uno.

DISTRIBUCION DEL USO DEL SUELO

	AGRICOLA	PECUARIO	FORESTAL	INDUSTRIAL	EQUIPAMIENTO URBANO	HABITACIONAL Y OTROS
COYOACAN	0%	0%	0%	3%	3%	94%
D. F.	12.90%	2.50%	34.20%	2%	4.40%	44%

Fuente Anuario Estadístico del Distrito Federal, 1995, INEGI

Con base en la información recabada en los censos generales de población y vivienda de 1980 y 1990, se puede constatar el progreso efectuado en la delegación Coyoacán en materia de servicios básicos a las viviendas durante la década, así como el elevado nivel de cobertura de dichos servicios correspondientes a la entidad.

En el año de 1980, la proporción de viviendas que no contaba con electricidad era de solo el 1%, cifra que disminuyó al 0.3% al año de 1990.

Por lo que se refiere al porcentaje de viviendas sin instalación de descargas domiciliarias a la red de alcantarillado, disminuyó de 21.9% a un 5% en el transcurso de la década y respecto de las que no tenían agua entubada su proporción decreció de 4.7% a un 0.6%.

II) CONSIDERACIONES ACERCA DEL ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.

II.1.- Características generales de la localidad.

Antecedentes históricos.

Coyoacán en la lengua náhuatl significa “lugar de los coyotes”. Su origen se remonta al siglo XV D.C., siendo uno de los primeros poblados que posteriormente se convertiría en parte del Distrito Federal.

La población de la delegación Coyoacán en 1950 era de 68, 952 habitantes; en 1960 de 144, 269 y en 1970 de 319, 794; para 1980 fue de 597, 129 habitantes. La tasa anual promedio de crecimiento entre 1950 y 1980 fue de 7.46 % y para 1988, se estima que la población de la delegación llegará a los 793, 600 habitantes.

II.1.1.- Características políticas

La estructura urbana de la Delegación ha ido un proceso secular durante el cual, cada época y cada cultura han dejado su huella. La estructuración aún no ha concluido, hay colonia consolidadas y barrios en formación; las plazas centrales de la traza colonial son el centro de la parte antigua de la Delegación.

Durante los años 40's comenzó el proceso de urbanización de las colonias Churubusco, ya consolidadas en nuestros días. La formación de las colonias de los Pedregales fue un fenómeno explosivo, rápido y en mucho anárquico, donde se conjugó la pobreza de sus moradores con el alto grado de dificultad del suelo para la introducción de la infraestructura urbana. La dinámica del desarrollo urbano se caracteriza por tres aspectos: el primero se refiere a la sustitución del uso del suelo ocupado por viviendas, en comercios y servicios; el segundo aspecto es la sustitución de la vivienda popular por vivienda para

personas con ingresos altos y medios; el tercer aspecto es la acelerada expansión urbana, cambiando el suelo agrícola en urbano.

II.1.2.- Características geográficas.

La delegación Coyoacán está ubicada en la zona central del Distrito Federal, entre los paralelos 19° 17' y 19° 22' latitud norte y los meridianos 99° 07' y 99° 13' longitud oeste, colinda con las siguientes delegaciones: al norte con Benito Juárez, al sur con Tlalpan, al este con Iztapalapa Y Xochimilco; y al oeste con la delegación Alvaro Obregón (ver carta DIVISIÓN GEOESTADÍSTICA DELEGACIONAL, de INEGI, en el capítulo *II.1.7*).

Esta delegación tiene una superficie de 5, 389 ha que equivale al 3.62 % del territorio del Distrito Federal, se encuentra 2240 mts sobre el nivel del mar, la totalidad del territorio corresponde a suelo urbano y representa el 7.1% de las zonas urbanas de la entidad.

Respecto a su situación geográfica, se constituye por 4,238 manzanas distribuidas en 117 áreas geoestadísticas básicas, mismas que integran a las 111 colonias, barrios y pueblos de la Delegación.

Las principales localidades son: los Pedregales (Carrasco, Santo Domingo y San Francisco), Copilco, Coapa, Centro Histórico, Churubusco (importante porque en este lugar se libró la batalla de Churubusco el 20 de Agosto de 1847), los Culhuacanes y Ciudad Universitaria.

Los suelos de la delegación Coyoacán son principalmente de tipo lacustre, con excepción el surponiente de la Delegación que tiene un suelo rocoso de origen volcánico muy permeable por la fisuración que ha sufrido a través del tiempo, dicho suelo ocupa una extensión de 2, 200 ha equivalentes al 40 % de la superficie total de la Delegación; este tipo

de suelo es el que predomina en la Colonia Santo Domingo (ver carta GEOLOGÍA, de INEGI, en el capítulo II.1.7).

La topografía que presenta esta Delegación es plana con pendientes no mayores del 5%, siendo el cerro del Zacatepetl el punto más elevado de la Delegación a una cota de 2,400 msnm (ver carta OROGRAFÍA, de INEGI, en el capítulo II.1.7).

La delegación Coyoacán tiene una cobertura vegetal de 254 ha que comprende la zona de Ciudad Universitaria, las áreas verdes como son parques y jardines, y el cerro del Zacatepetl (ver carta AGRICULTURA Y VEGETACIÓN, de INEGI, en el capítulo II.1.7).

En la delegación se localizan importantes áreas verdes, en su conjunto representa una superficie significativa entre ellas destacan:

DENOMINACION	SUPERFICIE (M ²)
1.- Viveros de Coyoacán	340,872
2.- Contry Club	n/d
3.- Reserva Ecológica “El Pedregal”	1’648,900
4.- Parque Ecológico “Huayamilpas”	200,000
5.-Parque Ecológico “Los Coyotes”	134,239

II.1.3.- Características climatológicas.

La delegación Coyoacán tiene un clima que se clasifica como subtropical de altura, templado y semiseco con una temperatura media mensual de 17°C. En cuanto a precipitación, el promedio anual es de 649 mm y la media mensual para 1987 de 51 mm.

Aspectos de desarrollo urbano (ver carta CLIMAS, de INEGI, en el capítulo II.1.7).

II.1.4.- Vías de comunicación.

La delegación cuenta con importantes vías de comunicación como son la Calzada de Tlalpan, la Avenida División del Norte, la Avenida Insurgentes Sur, Miguel Angel de Quevedo y Tasqueña. Entre las vías que rodean a la Delegación se encuentran la Avenida Universidad, Circuito Interior Río Churubusco, Canal nacional, Calzada del Hueso y el Anillo Periférico.

Por otro lado, cuenta con siete estaciones del metro, mismas que corresponden a dos de las líneas que integran este sistema de transporte. Las estaciones son Coyoacán, Viveros, M. Angel de Quevedo, Copilco, y Universidad, que pertenecen a la línea 3; las estaciones General Anaya y Taxqueña, pertenecientes a la línea 2.

La Colonia de Santo Domingo se encuentra limitada por las avenidas de las Torres, Dalías y Aztecas (ver carta INFRAESTRUCTURA PARA EL TRANSPORTE, de INEGI, en el capítulo *II.1.7*).

II 1.5.- Características económicas.

La población del Distrito Federal se encuentra dividida en diferentes niveles socioeconómicos. En la delegación Coyoacán fueron identificados, según su población 6 de estos niveles, teniendo en 1986, 275,300 habitantes como población económicamente activa; que equivale al 7.4 % de la población económicamente activa del Distrito Federal. De esta población observamos que el 11.09 % pertenece al nivel "F", en el cual se consideran a las personas que se dedican a realizar trabajos eventuales como son: albañiles, peones, de construcción, vendedores ambulantes, trabajadores domésticos, jardineros, mozos, etc El 21.26 % se dedica a actividades como: obreros, oficinistas, meseros, empleados de mostrador, choferes artesanos y recamareras; este grupo se encuentra clasificado dentro del

nivel "E". El 18.00 % se dedica a actividades como: técnicos, empleados del sector público, maestros de escuela y obreros calificados, este grupo se encuentra clasificado dentro del nivel "D". El 16.00 % pertenece al nivel "C" en el cual se consideran a los profesionistas, pequeños comerciantes, empleados del sector privado, etc. El 8.20 % pertenece al nivel "B", que incluye a pequeños y medianos empresarios. Finalmente el 5.46 % corresponde al nivel "A" que agrupa a los empresarios.

En la tabla 2.1 se muestra la distribución de la población económicamente activa de la Delegación, de acuerdo a los niveles socioeconómicos de ésta.

TABLA 2.1
DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR NIVEL SOCIOECONÓMICO.

NIVEL SOCIOECONÓMICO	NÚMERO DE HABITANTES
A	15, 004
B	22, 574
C	44, 048
D	49, 554
E	58, 529
F	85, 591
TOTAL	275, 300

Fuente: Anuario Estadístico del Distrito Federal, 1995, INEGI

En la pirámide de edades que forma la estructura de la población de la delegación Coyoacán predomina gente joven de 0 a 19 años de edad que corresponde a un 48.75 % del total, mientras que las personas con edades comprendidas entre los 20 y 39 años de edad, ocupan el 32.53 %.

Respecto a la distribución de la población por sexos, la Delegación no ha sufrido modificaciones en los últimos años; en los grupos de edades que se muestran en la tabla 2.2 se puede ver que es mayor el porcentaje de mujeres.

TABLA 2.2
ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

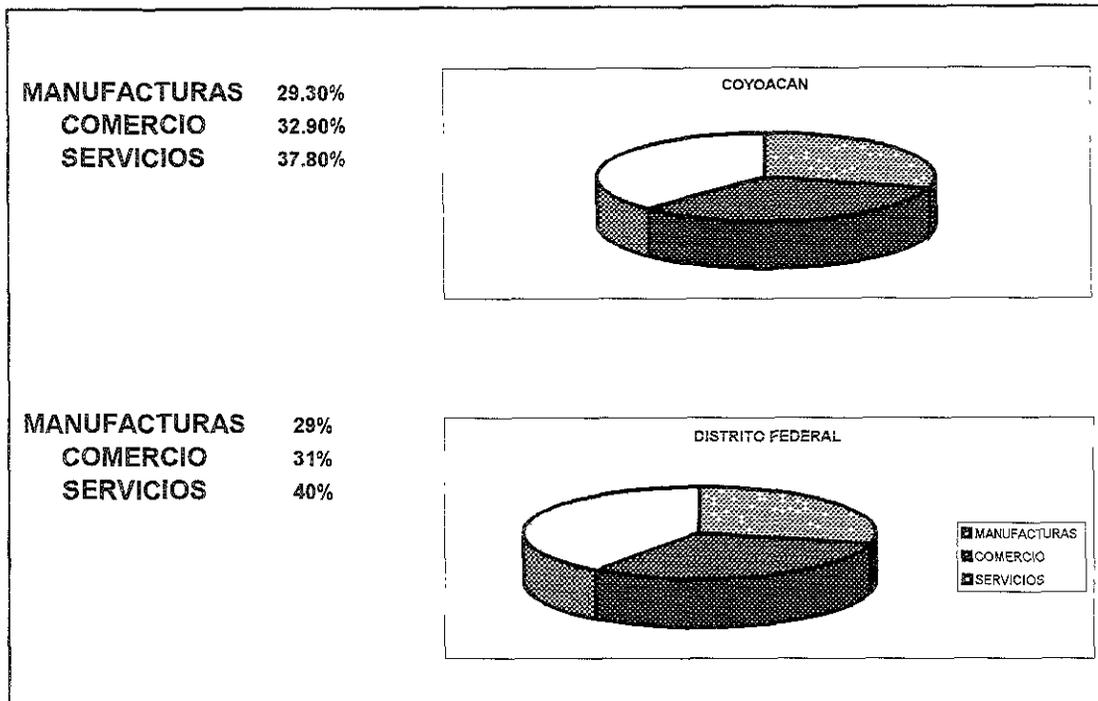
EDADES (AÑOS)	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	%
0-19	142, 809	148, 304	291, 113	48.75
20-39	90, 688	130, 554	194, 242	32.53
40-59	37, 250	43, 424	80, 674	13.51
60-99	12, 488	18, 318	30, 806	5.16
100 EN ADELANTE	137	157	294	0.05
TOTAL			597, 129	100.00

Fuente: Anuario Estadístico del Distrito Federal, 1995, INEGI

• **DISTRIBUCION DE LA OCUPACION SECUNDARIA Y TERCIAARIA**

En forma conjunta el personal ocupado de las actividades secundarias y terciarias de la Delegación Coyoacán, sumó 84,920 personas. De dicho total 24,871 personas se localizaban en la industria manufacturera, 27,980 en el comercio y 32,069 en los servicios, lo que representa 29.3%, 32.9%, y 7.8% respectivamente, lo cual se puede observar ampliamente en la siguiente gráfica.

Como se puede apreciar en esta gráfica los sectores comercio y servicios son la principal fuente de generación de empleos en Coyoacán. Sin embargo, aquí también se corrobora lo ya mencionado en el análisis realizado por sectores, la actividad de los servicios es la principal fuente generadora de empleos en la Delegación.



Fuente: Anuario Estadístico del Distrito Federal, 1995, INEGI

II.1.6.- Otras.

II.1.6.1.- Población.

- Evolución de la población.
- Pirámide poblacional.
- Población total por sexo.

II.1.6.2.- Actividades de la Población.

- Población económicamente activa (PEA)
- Actividades de la población
- Población según condición de actividad

POBLACION : Según los datos del XI Censo General de Población y Vivienda de 1990, la población de la Delegación Coyoacán era, al comenzar la década, de 640,066 personas, la cual representaba el 7.8% del total del Distrito Federal. A continuación se presenta la evolución histórica de la población desde 1970 así como las tasas de

crecimiento anual correspondientes y su comparación con las respectivas cifras de la entidad. Para 1995 el Censo de Población y Vivienda reflejó un incremento del 2% que contrasta con las tasas históricas que a continuación se presentan.

	EVOLUCION DE LA POBLACION				TASA DE CRECIMIENTO			
	1970	1980	1990	1995	70-80	80-90	70-90	90-95
COYOACAN	339,446	597,129	640,066	653,407	5.80%	0.70%	2.90%	2.00%
D.F.	6'874,165	8'831,079	8'235,744	8'483,623	2.50%	0.70%	0.90%	2.90%

FUENTE: IX, X, XI Censos Generales de Población y Vivienda, 1970, 1980 y 1990 y Censo

En el transcurso de la década pasada, la Delegación Coyoacán registró un incremento global, mientras que el Distrito Federal presentó un decremento del 0.7% sin embargo, las tasas de crecimiento en el periodo '70-'95 no difieren en signo.

Por otro lado, como se aprecia en el siguiente cuadro, para todos los segmentos de edad de la Madre, el promedio de hijos nacidos vivos en la Delegación es menor al registrado en la entidad. No obstante el menor promedio, como se mencionó anteriormente, la Delegación registró una tasa de crecimiento positiva en la década pasada.

PROMEDIO DE HIJOS NACIDOS VIVOS POR SEGMENTO DE EDAD DE LA MADRE					
SEGMENTO DE EDAD	20-24	25-29	30-34	40-44	50-54
COYOACAN	0.5	1.1	1.9	3.0	4.2
D.F.	0.6	1.4	2.1	3.3	4.5

Fuente: IX, X, XI Censos Generales de Población y Vivienda 1970, 1980 y 1990 y Censo de población

El descenso en los indicadores de fecundidad en la mujer tanto en la delegación como en la entidad, revelan una reducción en las tasas de natalidad.

De hecho, en la pirámide poblacional de la Delegación que se presenta a continuación, refleja la composición de la población por quinquenios de edad. En ella se observa una clara

reducción de la base, que implica que la población de los tres quinquenios inferiores a quince años es menor que el de las dos siguientes.

Expresado en otra forma, la pirámide indica que la población de la Delegación Coyoacán está conformada por un alto rango de personas jóvenes (entre 10 y 34 años), destacando el segmento de 15 a 19 años, y en particular las mujeres del mismo.

Lo anterior es de gran importancia pues revela un descenso de la demanda por educación básica en el mediano plazo y una fuerte presión en los ciclos de los niveles educativos medio y medio superior, así como en la generación de nuevas plazas de trabajo para los jóvenes que se integran al mercado laboral.

POBLACION POR SEXO

DECADA	TOTAL	% INCREMENTO	HOMBRES	%	MUJERES	%
1950	70,005		33,033	47.2	36,972	52.8
1960	169,811	142.5	80,429	47.4	89,382	52.6
1970	339,446	99.9	162,055	47.7	177,391	52.3
1980	597,129	75.8	283,372	47.5	313,757	52.5
1990	640,066	7.1	302,047	47.2	338,019	52.8
1995	653,407	2.0	308,708	47.2	344,699	52.8

FUENTE: Cuaderno Estadístico 1994. Censo de Población y vivienda 1995. INEGI

La población de la Delegación Coyoacán presenta una proporción elevada de inmigrantes, mas de una cuarta parte de ella, 167,493 personas, nació en otra entidad u otro país (26.2%), Ello significa el 8.2% del total de inmigrantes de la entidad, porcentaje levemente superior al 7.8% que representa la población de la Delegación. En cuanto a la migración reciente, entendida como los desplazamientos de población ocurridos en los últimos cinco años previos al levantamiento censal de 1990, solo un 4.5% de la población de 5 años o más registrada entonces no residía en la Delegación en 1985.

ACTIVIDADES DE LA POBLACION. La población en edad de trabajar (12 años y más) registrada en la delegación Coyoacán asciende a 495,022 personas.

Tanto la proporción de ocupados como desocupados es similar a la registrada en el Distrito Federal. Sin embargo, el porcentaje de personas dedicadas al hogar, es menor y como contrapartida el porcentaje de estudiantes en la delegación es mayor que el de la entidad, hecho que refleja una mayor permanencia de los jóvenes en los sistemas educativos en la delegación, en particular de las mujeres. La información anterior puede ser constatada en el cuadro y gráfica siguiente.

ACTIVIDAD	COYOACAN		DISTRITO FEDERAL	
	NUMERO	%	NUMERO	%
OCUPADOS	230,840	46.6	2'884,807	46.4
DESOCUPADOS	5,673	1.2	76,463	1.2
ESTUDIANTES	111,913	22.6	1'256,990	20.2
HOGAR	111,526	22.5	1'518,298	24.4
OTROS	30,820	6.2	392,030	6.3
NO ESPECIFICADOS	4,250	0.9	88,847	1.4
TOTAL	495,022	100.0	6'217,435	100.0

FUENTE: XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. INEGI

La población económicamente activa de la Delegación Coyoacán se eleva a 236,513 personas (36.9% de la población total), de las cuales 230,840 constituyen el personal ocupado.

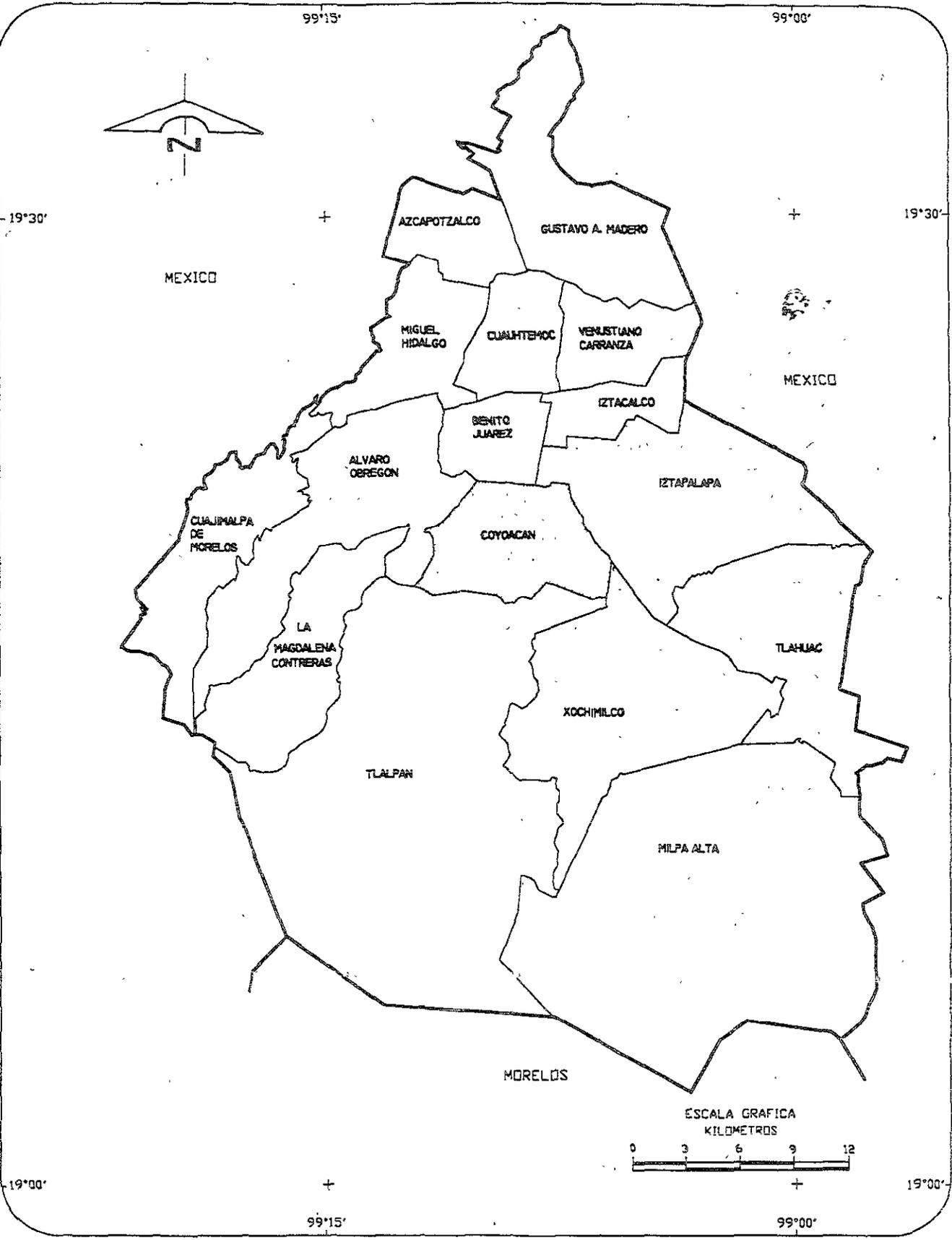
Descartando las personas que no especificaron el sector de actividad donde trabajan, se tiene que del total de personas ocupadas según el Censo General de Población y Vivienda de 1990, el 25.3% se dedicaba entonces a actividades industriales, el 15.6% trabajaba en el comercio y el 59.8% en el sector servicios incluyendo Comunicaciones y Transportes.

En el sector primario únicamente se desempeñaba el 0.3% del personal ocupado.

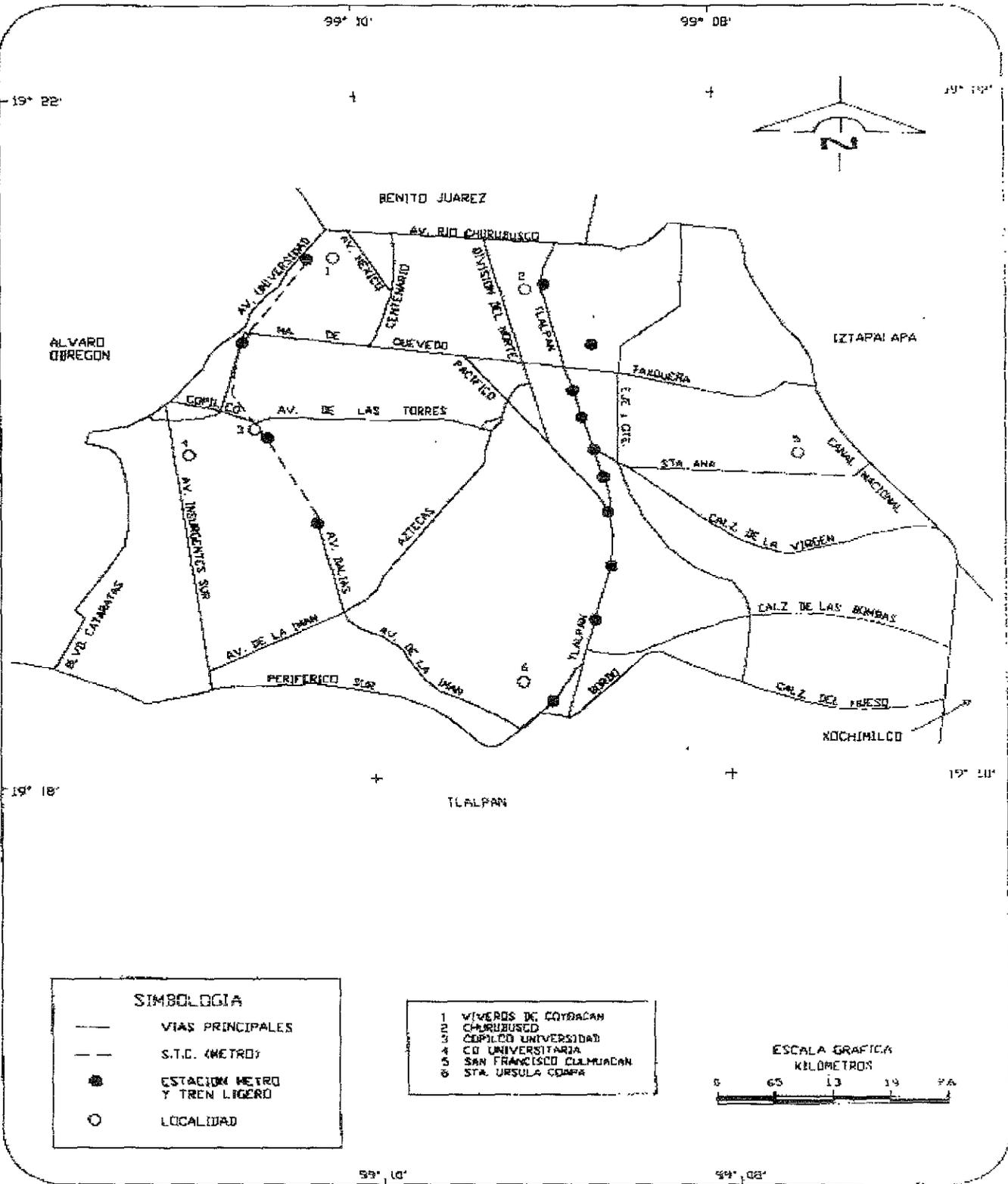
II.1.7.- Cartas.

Para ilustrar y complementar los estudios de la localidad, se anexan las siguientes cartas proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

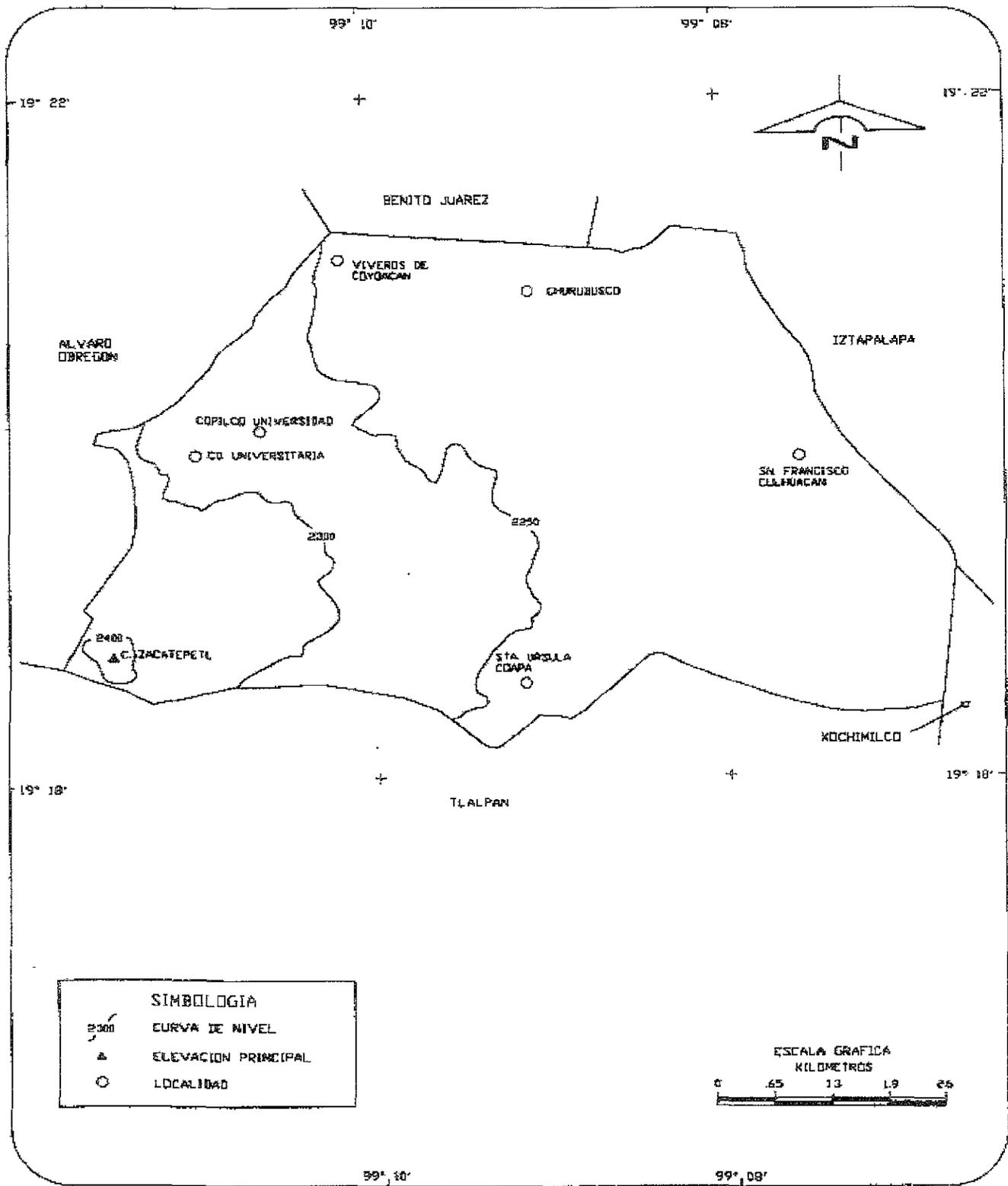
- División geoestadística delegacional (Mapa No. 1).
- Infraestructura para el transporte (Mapa No. 2).
- Orografía (Mapa No. 3)
- Fisiografía (Mapa No. 4).
- Geología (Mapa No. 5).
- Climas (Mapa No. 5).
- Isotermas e isoyetas (Mapa No. 7).
- Hidrografía (Mapa No. 8).
- Agricultura y vegetación (Mapa No. 9).



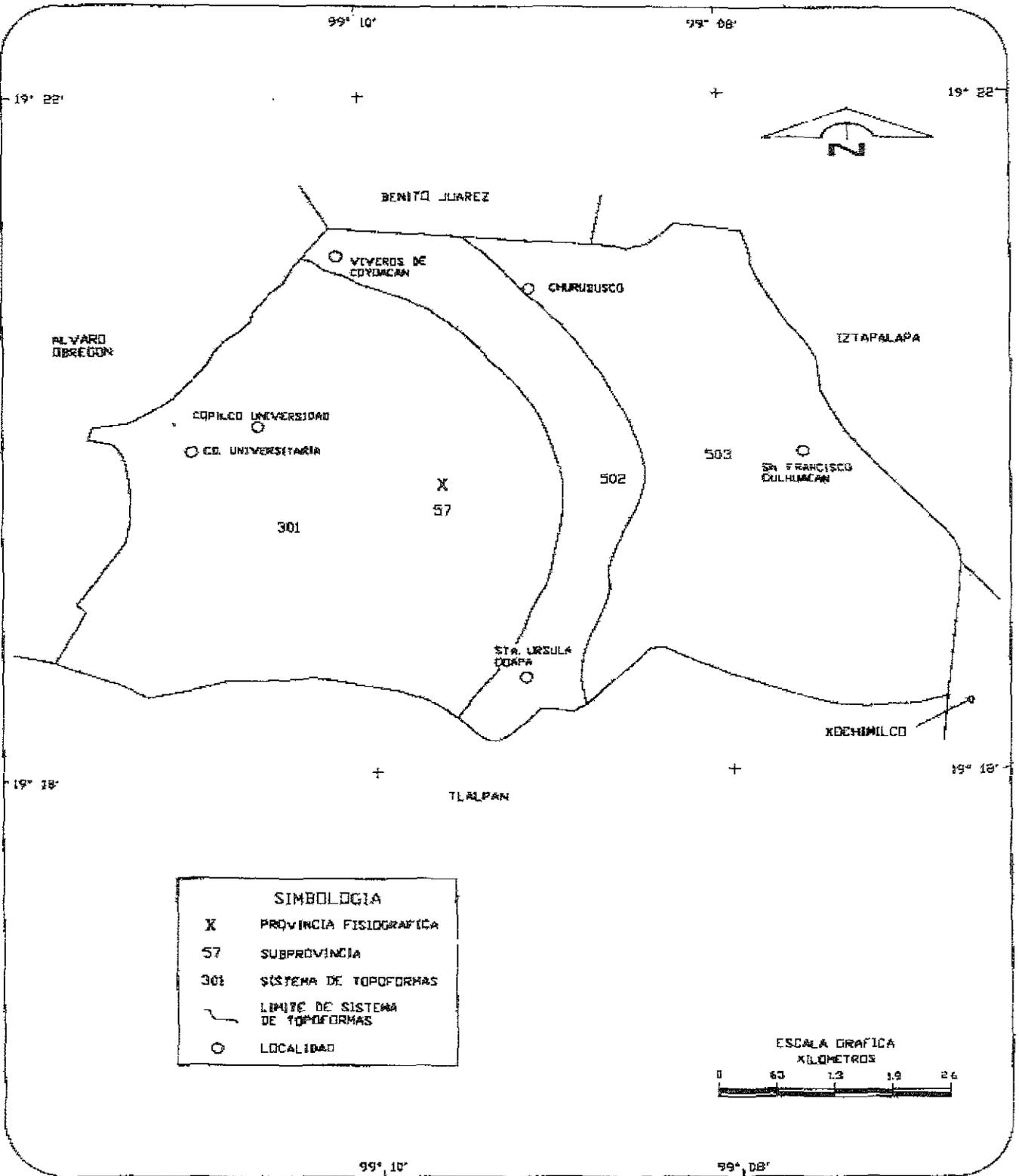
NOTA: Los límites fueron trazados con el fin de captar y presentar información estadística y no necesariamente coinciden con los políticos-administrativos.
FUENTE. INEGI Marco Geoestadístico, 1995 Inédito



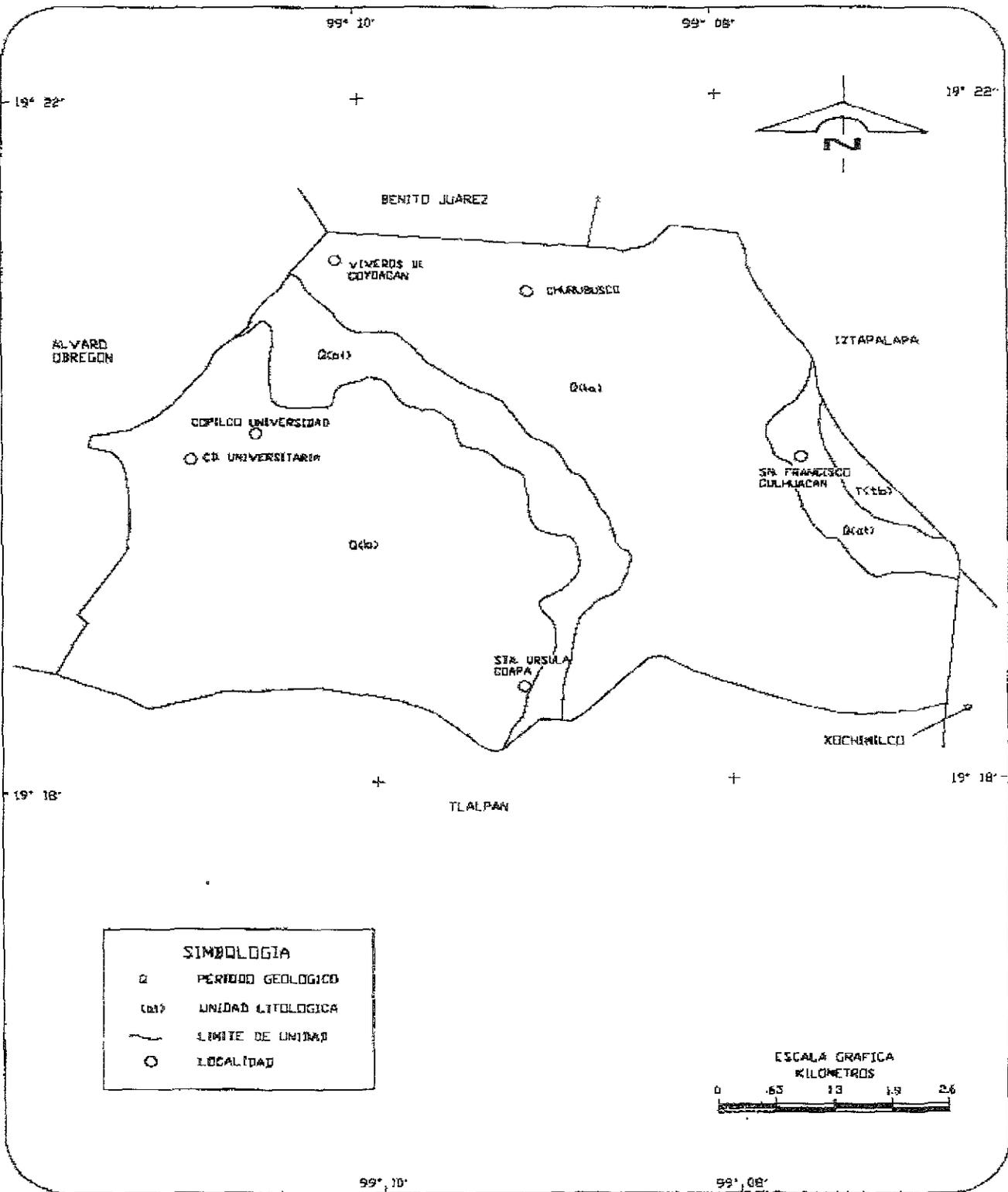
FUENTE: INEGI. Carta. Topográfica, 1: 50 000.



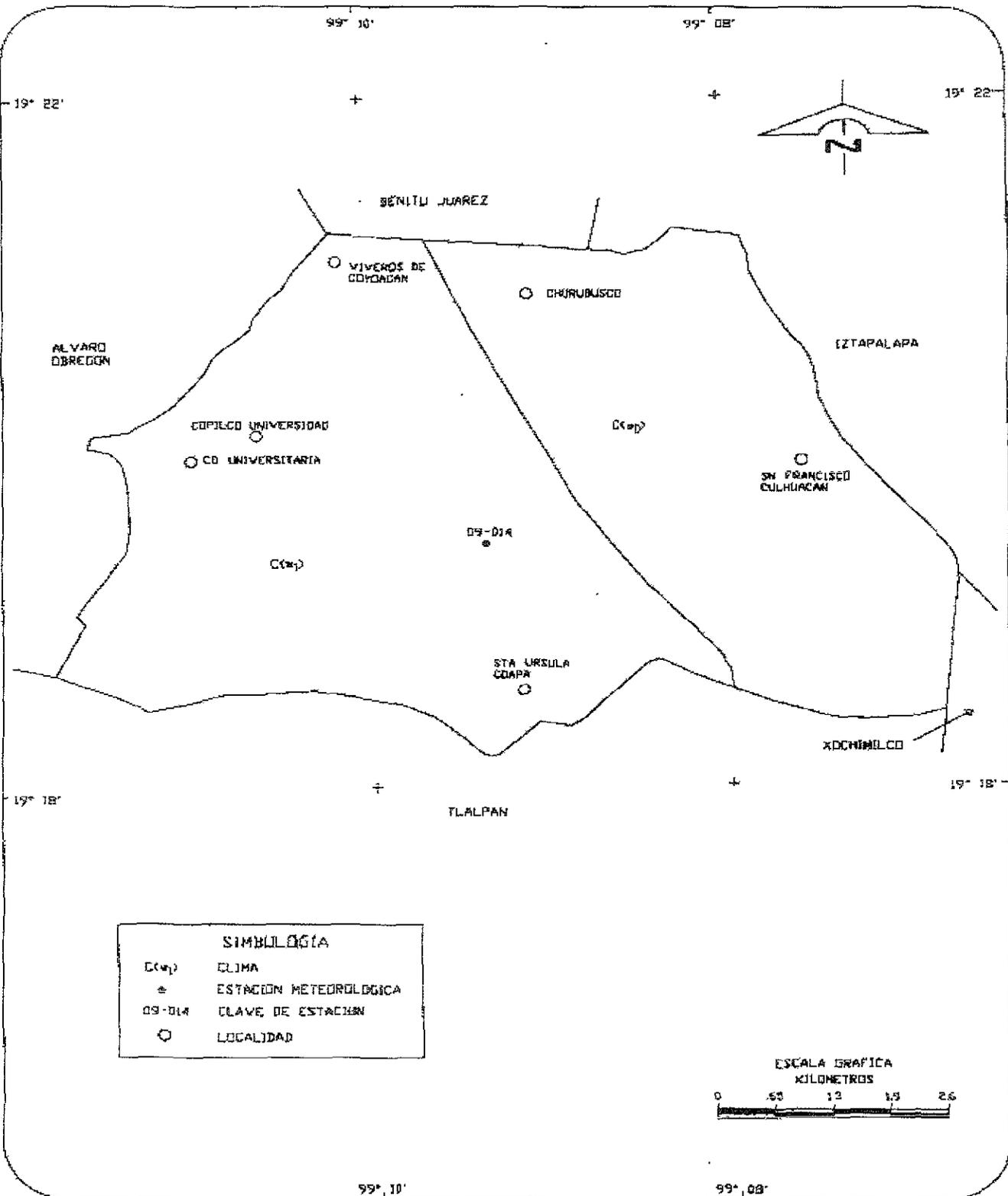
FUENTE: INEGI. Carta Topográfica, 1:50 000.



FUENTE: INEGI. Atlas Cartográfico de la Ciudad de México y área conurbada. Inédito.



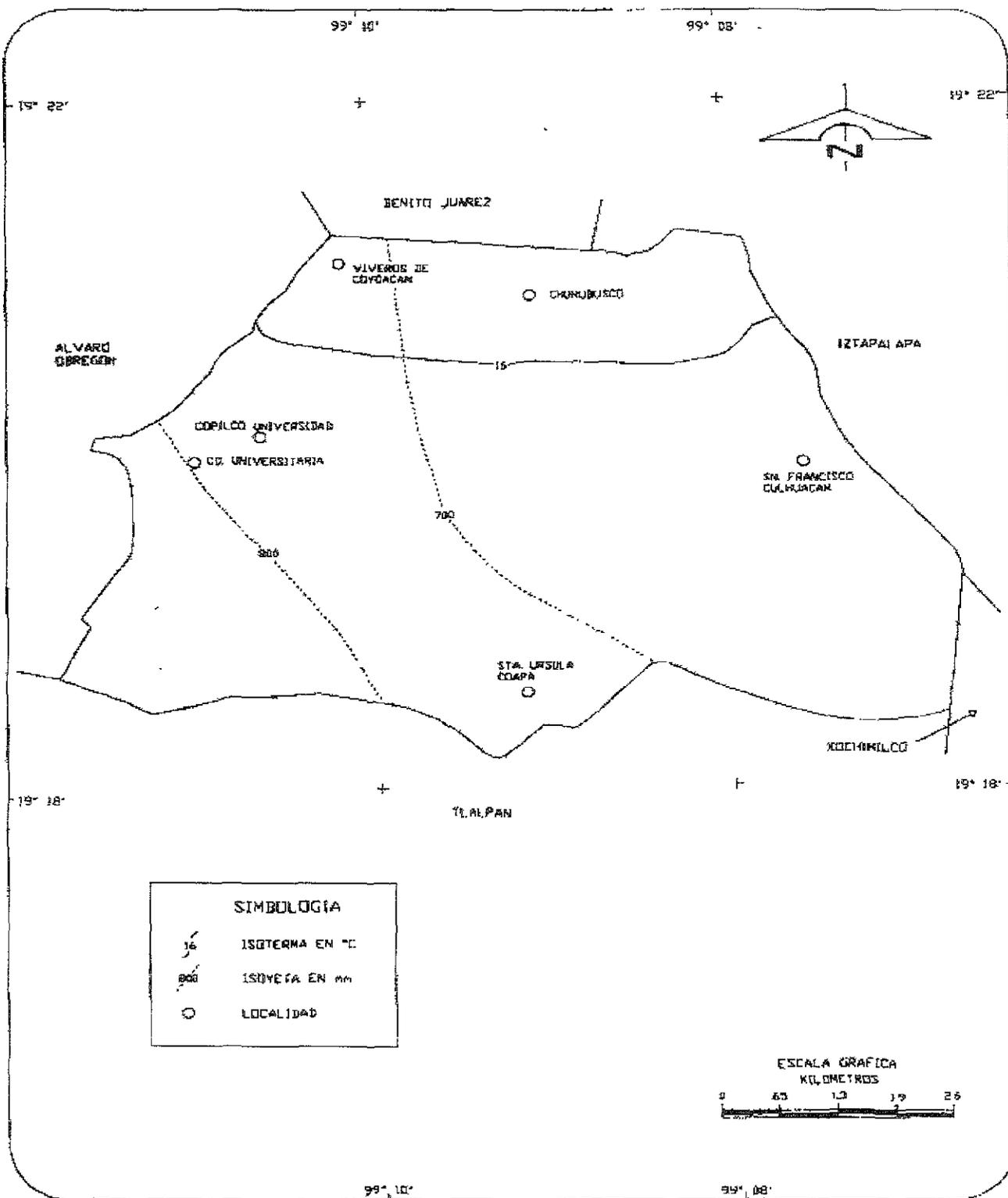
FUENTE: CGSNEGI. Carta Geológica, 1: 250 000.



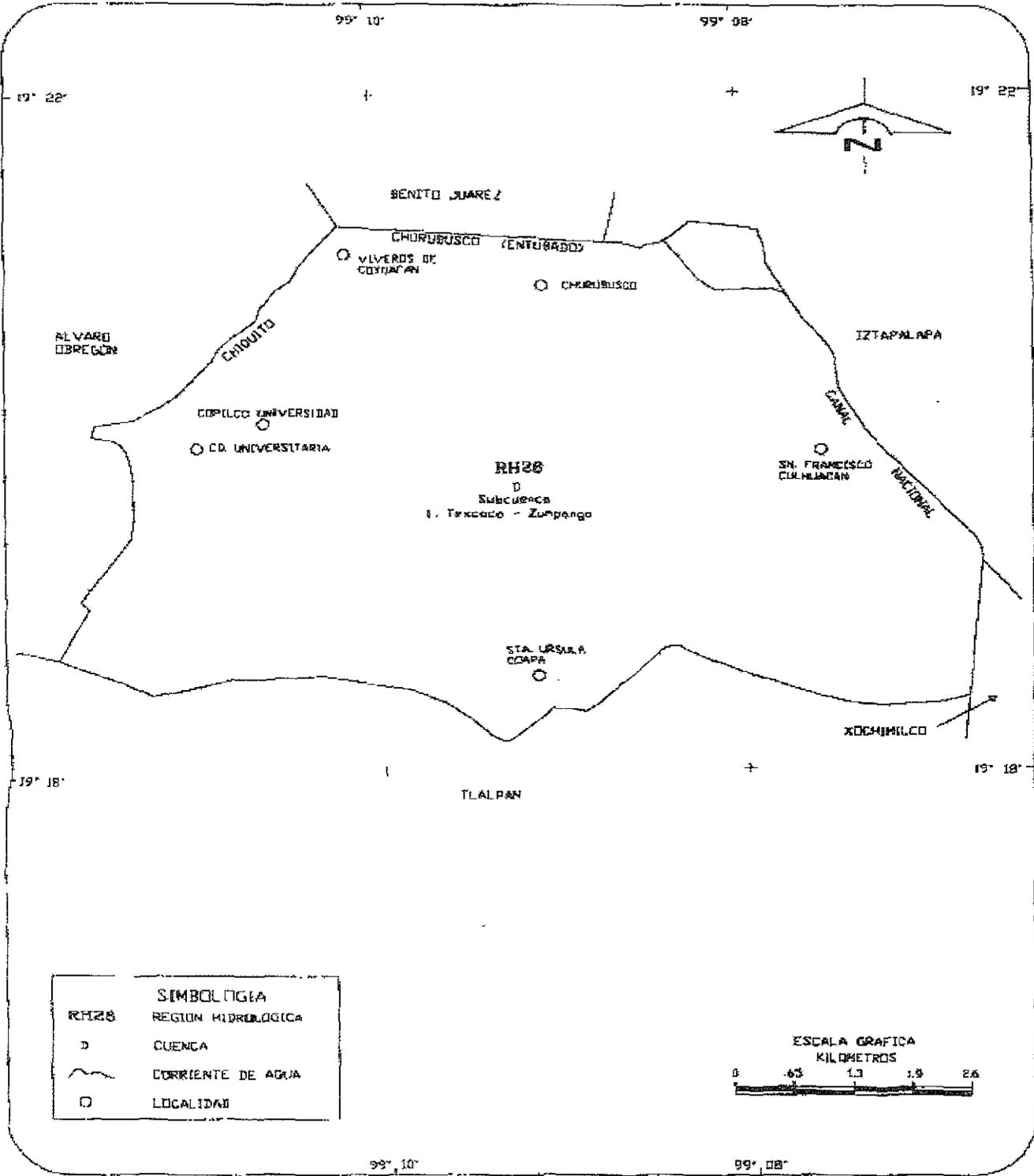
SIMBOLÓGIA	
C(w)	CLIMA
+	ESTACION METEOROLÓGICA
09-014	CLAVE DE ESTACION
○	LOCALIDAD



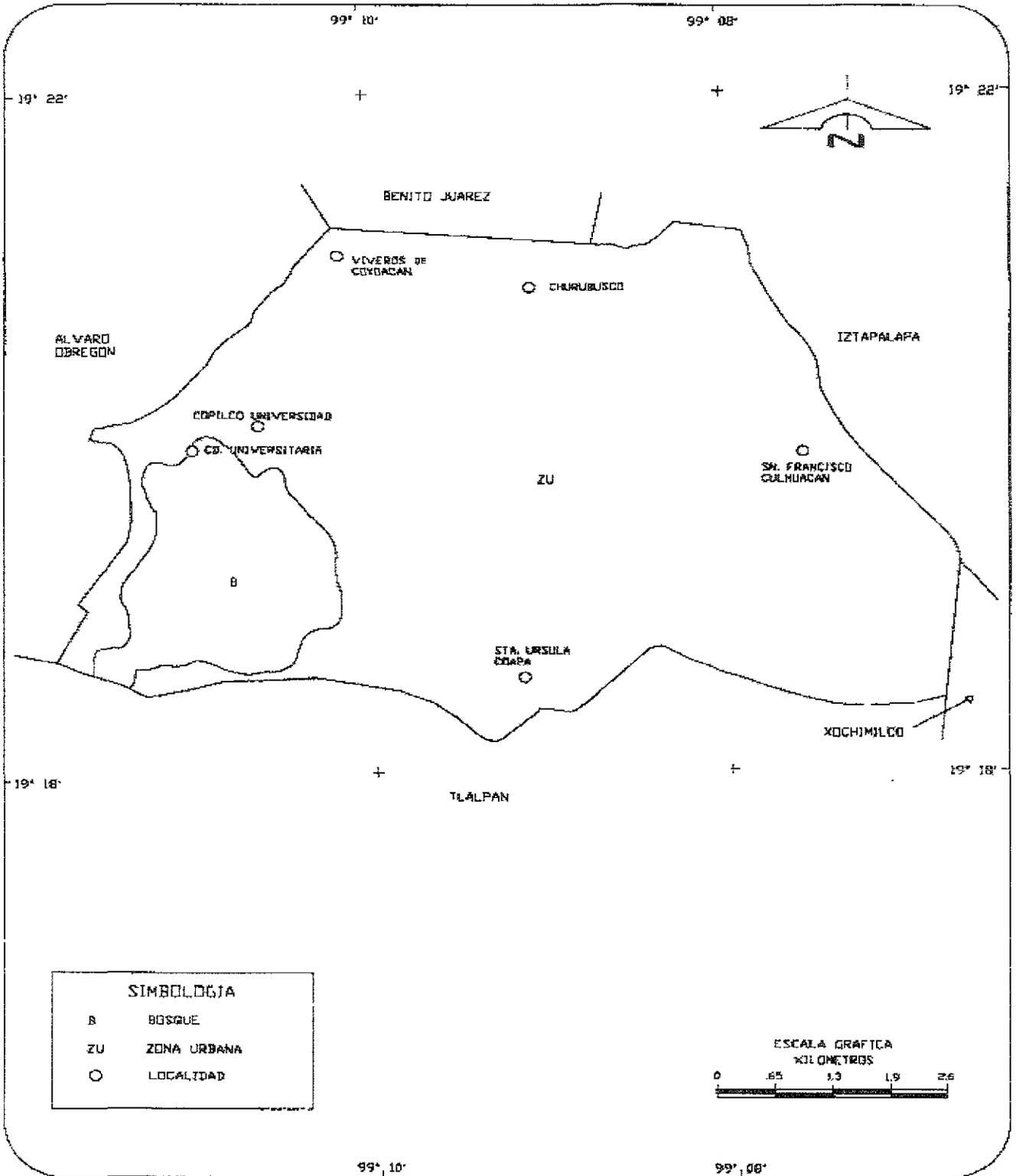
FUENTE: INEGI Carta de Climas 1:1 000 000.



FUENTE: INEGI, Cartas de Precipitación Total Anual y Temperaturas Médias Anuales, 1 : 1 000 000.



FUENTE: INEGI. Carta Topográfica 1:50000.
 CGSNEGI. Carta Hidrográfica de Aguas Superficiales 1:250000



FUENTE. INEGI Carta de Uso de Suelo y Vegetación, 1:250 000

III) REVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE.

Dada la infraestructura existente, se debieron hacer los cálculos y descargas obligadas para el funcionamiento del proyecto y no saturar la misma infraestructura; ya que se tenía una capacidad de desalojo condicionada, que posteriormente se mejoró con la construcción de una planta de bombeo de aguas residuales en Miramontes y Río Churubusco.

III.1.- Adecuaciones y avances.

En un principio las aguas pluviales de la colonia eran vertidas a pozos de absorción o grietas. Debido a la falta de atención a estos drenajes naturales, es decir, al escaso mantenimiento que se les brindaba y en ocasiones nulo, irremediablemente se ocasionó un azolve que provocó con el tiempo un taponamiento, que conllevó a un disfuncionamiento de estos drenajes naturales.

Por las características topográficas de la zona, lo anterior provocó que en época de lluvias se produjeran fuertes encharcamientos en bados y columpios de la vialidad. En las partes bajas las viviendas se veían afectadas por el afloramiento del agua, consecuencia del taponamiento de grietas aguas arriba. Lo que procedió para terminar con estos problemas, fue desazolvar gran parte de las grietas y conectarlas a la red construida, obteniéndose excelentes resultados.

Así mismo, debido a los deslindes realizados, algunas de las calles no fueron desocupadas por los vecinos evitando de esta manera la trayectoria vehicular y del trazo de proyecto, haciendo necesario realizar modificaciones al proyecto original.

Cabe mencionar que debido al elevado costo de la excavación, por tratarse de material rocoso, la obra se fue construyendo por tramos cortos y períodos prolongados, por lo que se determinó construir la red de alcantarillado de tal manera que como se fuera

avanzando, de aguas abajo hacia aguas arriba, se pudiera ir utilizando la nueva red y no tener que esperar hasta el termino del proyecto.

III.2.- Datos de proyecto.

Gran parte de los datos de proyecto e información recabados por parte de la Delegación, para el diseño oficial de la red de alcantarillado, es considerada información propia de la institución. Se limita estrictamente el acceso a la base de datos a personas ajenas a esta institución. No obstante se nos accesó alguna información, la cual se cita a continuación.

En relación a la población existente de la zona y de acuerdo al nivel socioeconómico, la Delegación consideró una población de 5 a 6 habitantes por predio de 10x30 metros.

Para efectos de consumo de los servicios de agua, la Delegación consideró un suministro en la zona de 150 litros/habitante/día.

Para el cálculo del gasto pluvial, basado en registros, consideró una precipitación promedio de 125 mm.

III.3.- Áreas, densidades y población.

De acuerdo a la información recabada por la delegación de Coyoacán, se cálculo que la zona tiene en promedio un área de 176 Ha, con una población de 33,000 habitantes y una densidad de población de 0.6 hab/m.

III.4.- Descripción del sistema de alcantarillado existente.

La importancia de conocer las características y las condiciones en que se encuentra la red existente, es fundamental, sobretodo cuando se ven afectadas por la construcción o ampliación de otra red. Sirve, a demás, para ampliar la visión de las consideraciones que se

deben tomar en cuenta en el diseño de la nueva red y de esta forma poder aprovechar la red existente y no causar daño al sistema o sobrepasar sus condiciones de servicio.

III.4.1.- Localización.

Se localiza al Sur-Poniente de la Delegación Coyoacán, delimitada por las avenidas Aztecas, Dalias y Eje 10 Las Torres. Colindando con las colonias Ajusco, Copilco el Alto, Pueblo de los Reyes y Pueblo de la Candelaria.

La calle de Ahuanusco, localizada aguas arriba, delimita la red construida y la ampliación del sistema de alcantarillado.

III.4.2.- Diámetros, desarrollos y tipos de tubería.

Los tipos de tubería que se utilizaron en la construcción de la red son los comerciales contruidos de concreto simple y concreto armado, de igual forma los diámetros utilizados son los comerciales.

La red existente cuenta con una longitud total de 54,616 mts, de los cuales 42,984 mts son de tubería de red secundaria y los restantes 11,632 son de tubería de red primaria. En la siguiente tabla se muestran los diferentes diámetros y sus longitudes de desarrollo:

DIAMETRO	LONGITUD (m)
30	35,718
38	4,712
45	2,554
61	3,418
76	3,622
1.07	941
1.22	2,335
1.52	231
1.83	944
2.13	141

LONGITUD TOTAL 54,616 metros.

La cantidad de accesorios que se utilizaron en la red existente, se presentan en la siguiente tabla:

Pozos de visita	Cantidad
30 – 45	975
61 – 76	168

Cajas de Visita	Cantidad
107	18
122	45
152	5
183	11
213	2

III.4.3.- Condiciones de servicio.

A partir de la construcción de la red de alcantarillado en toda la parte baja de la Colonia, se han atenuado las dificultades que se presentaban en la época de lluvias. Los resultados en la conducción y desalojo de las aguas pluviales y residuales han sido los que se esperaban en el diseño.

Esta misma red conducirá las aguas que se capten en la parte alta, y por los resultados obtenidos no se piensa que exista saturación o ineficiencia en el desalojo total de las aguas de toda la colonia; esto significará que las condiciones de trabajo para la cual fue diseñada no serán sobrepasadas.

III.4.4.- Áreas con servicio.

En el año de 1990, antes de que se comenzaran las obras de construcción de la red de alcantarillado, del mencionado proyecto, se consideraba que existiría una cobertura del 60% de toda la colonia hasta la Avenida Ahuanusco.

III.4.5.- Áreas urbanizadas carentes del servicio.

Al término de este proyecto se considera una cobertura de un 90%, quedando un 10% faltante en áreas irregulares como son pequeñas cerradas y callejones, que se fueron creando a través de la subdivisión de predios demasiado grandes.

A futuro se pretende tener mayor cobertura en estos servicios.

III.4.6.- Descripción del funcionamiento hidráulico.

Debido al tipo de terreno las obras dieron inicio a partir del año de 1982, y en el año de 1996 quedaron concluidas hasta la calle de Auhanusco, límite de la descripción de este proyecto. Por consiguiente, se considera una instalación totalmente nueva, y que por el momento no ha presentado falla alguna en el corto tiempo que lleva de servicio, salvo la parte baja en donde descarga todo este sistema, que se satura el colector principal que corre sobre el eje 10 Sur y una vez pasada la saturación, el desalojo se normaliza, esto sucede solamente en época de lluvias. La finalidad de la continuación de este proyecto es precisamente terminar con todas estas inundaciones.

III.5.- Descargas domiciliarias.

Las descargas se conectaron de acuerdo al levantamiento que se realizó por cada predio, conectando una sola descarga en cada uno de éstos de acuerdo a las especificaciones que se indican en el capítulo V.5.

III.5.1.- Número, tipo y diámetro de descarga.

El número de descargas conectadas en este proyecto fueron 6500, aproximadamente.

El tipo de descarga fue el normal domiciliario de 15 cm de diámetro, y con una pendiente mínima del 1%, de acuerdo a especificaciones. El material del albañal fue el convencional de concreto simple.

III.5.2.- Población servida con descarga.

La cobertura de las descargas por parte de la Delegación es de un 97%; y el 3% restante corresponde a descargas que no se conectaron por tratarse de terrenos irregulares

que se encuentran en problemas legales y otros, que debido a la topografía del terreno, la cota de arrastre de la línea de alcantarillado quedó por arriba de sus construcciones.

En estos predios se continúa descargando agrietas o a fosas sépticas, en el mejor de los casos.

III.5.3.- Población servida con fosa séptica, letrina, etc.

Durante el tiempo que la colonia no contó con un sistema de alcantarillado, las opciones que se presentaban para el manejo individual de las aguas residuales no eran muy variadas.

Solamente se presentaban dos opciones, la construcción de fosas sépticas o las descargas a grietas. La primera en la mayoría de los casos era casi imposible poderse llevar a cabo, debido a que el subsuelo está formado en su gran mayoría por roca; la segunda opción era la más viable pero la más perjudicial.

Dadas las condiciones topográficas del área, se trató de beneficiar o aprovechar el sistema, lo mayor posible, pero, debido a lo anteriormente descrito, algunos predios no se conectaron a este sistema, ya que quedaron por debajo de la línea de arrastre y para poder desalojar sus aguas negras se vieron en la necesidad de construir fosas sépticas, letrinas y algunos aprovecharon las grietas existentes, por lo que consideramos un 15% de la población que aún se sirve con estos sistemas.

III.5.4.- Tarifa actual.

Los siguientes costos son de acuerdo al Art. 204 del Código Financiero del Distrito Federal, del cual se transcribe; así mismo, los pagos del Art. 204-B que derogan los indicados en el Art. 190.

De acuerdo a la Sección Tercera, de los Servicios de Construcción y Operación Hidráulica, del Código Financiero del D.F:

BASE PARA EL PAGO DE DERECHO POR ESTOS SERVICIOS.

Artículo 204. Por la instalación, reconstrucción o ampliación de tomas para suministrar agua de las tuberías de distribución, incluyendo la instalación de derivaciones o de ramales o de albañales para conectarlas con el drenaje, así como por la instalación o reconstrucción de tomas de agua residual tratada y su conexión a las redes de distribución de servicio público, y por la reducción de dichas tomas, se pagarán los derechos correspondientes, conforme a los presupuestos que para tal efecto formulen las autoridades que presten el servicio.

Asimismo, por el cambio de lugar, reducción, ampliación o reconstrucción de albañales para el desalojo de aguas residuales a las tuberías de alcantarillado del Distrito Federal, se pagaran derechos conforme a los presupuestos que para tal efecto formulen las autoridades que presten el servicio.

En dichos presupuestos se incluirán los materiales, la mano de obra directa y en su caso, el valor del medidor de agua.

Por los servicios de operación hidráulica que se generen por la derrama de azolve a las coladeras, pozos, lumbreras y demás accesorios de la red de alcantarillado en la vía pública, efectuada por unidades móviles, establecimientos mercantiles, industriales y similares, se pagarán los derechos correspondientes conforme a los presupuestos que para tal efecto formulen las autoridades que presten el servicio.

DERECHOS A PAGAR POR LA AUTORIZACIÓN PARA USAR LAS REDES DE AGUA Y ALCANTARILLADO Y LAS MODIFICACIONES QUE SE INDICAN.

Artículo 204-B. Por la autorización para usar las redes de agua y alcantarillado, o modificar las condiciones de uso que fueron autorizadas, se deben pagar derechos con respecto a las siguientes cuotas:

I. Nuevos fraccionamientos o conjuntos habitacionales, industriales o de servicios y demás edificaciones de cualquier tipo:

1. Cuando el inmueble sea destinado a casa habitación, hasta los primeros 50m2 de construcción.	\$ 2,715.00
Por cada m2 que exceda del límite señalado, se pagará la cuota de	\$ 54.31
2. En el caso e los inmuebles destinados a casa habitación que tengan zona par estacionamiento de vehículos, por esta se pagarán hasta los primeros 500 m de construcción	\$ 2,715.00
Por cada m2 que exceda del límite señalado, se pagará la cuota de	\$ 5.43
3. Tratándose de inmuebles cuyo destino sea destino a la habitacional hasta lo primeros 50m2 de construcción	\$ 5,430.00
Por cada m2 que exceda del límite señalado, se pagará la cuota de	\$ 106.28
4. En el caso de que los inmuebles cuyo destino sea distinto a habitacional, tengan zona para estacionar, por estas se pagará hasta lo primeros 500 m2 de construcción la cantidad de	\$ 5,430.00
Por cada m2 que exceda del límite señalado, se pagará la cuota de	\$ 10.87
5. En el caso de construcciones destinadas a bodegas o estacionamientos d vehículos, se pagará el 50% de las cuotas previstas en el párrafo de numeración 3 de esta fracción.	
6. En el caso de que por las características de la zona, solo se pued proporcionar en forma aislada el servicio de agua potable o el d alcantarillado se causará el 50% de la cuota que corresponda a esta fracción;	

En los supuestos de causación de los derechos a que se refiere este artículo, el pago de esta contribución será requisito indispensable para la expedición del cambio de uso de suelo o de registro de obra, así como para la expedición de la licencia de construcción de obra nueva o ampliación correspondiente y servirá como base de la contribución para la

determinación de las cuotas señaladas, la superficie construida que se autorice en la licencia respectiva.

A continuación se incluye el análisis de P.U. para los conceptos de conexión de descargas domiciliarias a la red de alcantarillado, limpieza y reconstrucción de albañal; generados por la Subdelegación de Obras y la Subdirección de Operación Hidráulica de la Delegación Coyoacán

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CONEXIÓN DE ALBAÑAL DOMICILIARIO DE 15 CM DE DIÁMETRO, HASTA 6 M DE LONGITUD X 1.0 M DE PROFUNDIDAD, EN MATERIAL TIPO II.

MATERIAL

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
TUBO PARA ALBAÑAL DE 15 CM DE DIÁMETRO	PZA	7	12	87.5
CEMENTO GRIS	KG	15	1.2	18.0
			TOTAL	105.5

MANO DE OBRA

PERSONAL	JORNADA	SUEL /JOR	SUEL./PORCENTUAL
SOBRESTANTE	0.20	141.6	28.3
JEFE DE CUADRILLA (ALBAÑIL)	1.0	106.2	106.2
CHOFER	0.20	94.4	18.8
PEÓN (2)	1.0	70.8	141.6
		TOTAL	295.0

DEPRECIACIÓN DE HERRAMIENTA	3% (M.O)	8.8
-----------------------------	----------	-----

MAQUINARÍA Y VEHÍCULOS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
CAMINOETA TIPO REDILAS (GASOLINA)	LTS	10	4.2	42.9
			TOTAL	42.9

DEPRECIACIÓN DE VEHÍCULO	15%	6.4
--------------------------	-----	-----

REPARACIÓN DE BANQUETA Y PAVIMENTO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
REPARACIÓN DE BANQUETA EN 2.0 X 0.6 M	M2	1.20	66.7	80.0
			TOTAL	80.0

REPARACIÓN DE PAV ASFÁLTICO EN 4.0 X 0.6 M	M2	2.40	67.5	162.0
			TOTAL	162.0

RESUMEN

MATERIAL	105.5
MANO DE OBRA	295.0
DEPRECIACIÓN DE HERRAMIENTA (3% M.O.)	8.8
MAQUINARIA Y VEHÍCULOS	42.9
DEPRECIACIÓN DE VEHÍCULOS 15%	6.4
REPARACIÓN DE BANQUETA	80.0
REPARACIÓN DE ASFALTO	162.0

TOTAL	700.6
-------	-------

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CONEXIÓN DE ALBAÑAL DOMICILIARIO DE 15 CM DE DIÁMETRO, HASTA 6 M DE LONGITUD X 1.0 M DE PROFUNDIDAD, EN MATERIAL TIPO III.

MATERIAL

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
TUBO PARA ALBAÑAL DE 15 CM DE DIÁMETRO	PZA	7	12	87.5
CEMENTO GRIS	KG	15	12	18.0
			TOTAL	105.5

MANO DE OBRA

PERSONAL	JORNADA	SUEL./JOR	SUEL /PORCENTUAL	
SOBRESTANTE	0.20	141.6	28.3	
JEFE DE CUADRILLA (ALBAÑIL)	1.0	106.2	106.2	
CHOFER	0.20	94.4	18.8	
PEÓN (2)	1.0	70.8	141.6	
COMPRESORISTA	1.0	106.2	106.2	
			TOTAL	401.2

DEPRECIACIÓN DE HERRAMIENTA	3% (M.O)		12.0
-----------------------------	----------	--	------

MAQUINARIA Y VEHÍCULOS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
CAMINOETA TIPO REDILAS (GASOLINA)	LTS	10	4.2	42.9
COMPRESOR DIESEL	LTS	60	3.5	213.6
			TOTAL	256.5

DEPRECIACIÓN DE VEHÍCULO	15%			38.5
--------------------------	-----	--	--	------

REPARACIÓN DE BANQUETA Y PAVIMENTO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
REPARACIÓN DE BANQUETA EN 2.0 X 0.6 M	M2	120	66.7	80.0
			TOTAL	80.0

REPARACIÓN DE PAV. ASFÁLTICO EN 4.0 X 0.6 M	M2	240	67.5	162.0
			TOTAL	162.0

RESUMEN

MATERIAL	105.5
MANO DE OBRA	401.2
DEPRECIACIÓN DE HERRAMIENTA (3% M.O.)	12.0
MAQUINARIA Y VEHÍCULOS	256.5
DEPRECIACIÓN DE VEHÍCULOS 15%	38.5
REPARACIÓN DE BANQUETA	80.0
REPARACIÓN DE ASFALTO	162.0
TOTAL	1055.6

NOTA: EL PRECIO VARÍA DE ACUERDO A LA PROFUNDIDAD DE LA EXCAVACIÓN.

1.50 MTS	→	\$ 1,458.79
2.00 MTS	→	\$ 1,763.85
2.50 MTS	→	\$ 2,167.00
3.00 MTS	→	\$ 2,472.10

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS EN LIMPIEZA DE ALBAÑAL DOMICILIARIO (DEL PRIMER REGISTRO DEL PREDIO HASTA LA ATARJEA)

MANO DE OBRA

PERSONAL	JORNADA	SUEL./JOR	SUEL./PORCENTUAL
SOBRESTANTE	0.10	141.6	14.1
JEFE DE CUADRILLA (ALBAÑIL)	0.30	106.2	31.8
CHOFER	0.10	94.4	9.4
PEÓN (2)	1.0	70.8	21.2
		TOTAL	76.7

DEPRECIACIÓN DE HERRAMIENTA	3% (M.O)	2.3
-----------------------------	----------	-----

MAQUINARIA Y VEHÍCULOS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
CAMINOETA TIPO REDILAS (GASOLINA)	LTS	10	4.2	42.9
			TOTAL	42.9

DEPRECIACIÓN DE VEHÍCULO	15%	6.4
--------------------------	-----	-----

RESUMEN

MANO DE OBRA	76.7
DEPRECIACIÓN DE HERRAMIENTA (3% M O)	2.3
MAQUINARIA Y VEHÍCULOS	42.9
DEPRECIACIÓN DE VEHÍCULOS 15%	6.4
TOTAL	128.3

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS EN RECONSTRUCCIÓN DE ALBAÑAL DOMICILIARIO DE 15
CM HASTA 3 MTS DE LONGITUD**

MATERIAL

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
TUBO PARA ALBAÑAL DE 15 CM DE DIÁMETRO	PZA	3	12.	37.5
CEMENTO GRIS	KG	7	1.2	8.4
			TOTAL	45.9

MANO DE OBRA

PERSONAL	JORNADA	SUEL./JOR	SUEL./PORCENTUAL	
SOBRESTANTE	0.20	141.6	28.3	
JEFE DE CUADRILLA (ALBAÑIL)	0.50	106.2	53.1	
CHOFER	0.20	94.4	18.8	
PEÓN (2)	0.50	70.8	70.8	
			TOTAL	171.1

DEPRECIACIÓN DE HERRAMIENTA	3% (M.O)		5.1
-----------------------------	----------	--	-----

MAQUINARÍA Y VEHÍCULOS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
CAMINOETA TIPO REDILAS (GASOLINA)	LTS	10	4.2	42.9
			TOTAL	42.9

DEPRECIACIÓN DE VEHÍCULO	15%			6.4
--------------------------	-----	--	--	-----

REPARACIÓN DE PAVIMENTO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
REPARACIÓN DE PAV ASFÁLTICO EN 3.0 X 0.6 M	M2	1.80	67.5	121.5
			TOTAL	121.5

RESUMEN

MATERIAL	45.9
MANO DE OBRA	171.1
DEPRECIACIÓN DE HERRAMIENTA (3% M.O.)	5.1
MAQUINARIA Y VEHÍCULOS	42.9
DEPRECIACIÓN DE VEHÍCULOS 15%	6.4
REPARACIÓN DE ASFALTO	121.5
TOTAL	392.9

IV) ANÁLISIS DE OPCIONES PARA EL MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA AMPLIACIÓN.

IV.1.- Estudios básicos.

Reiterando, en todo proyecto de ingeniería es de suma importancia contar con la información necesaria que nos lleve a conocer la problemática de la zona en estudio, esto podrá evitar contratiempos que se convertirían en pérdidas monetarias, y en el peor de los casos en el disfuncionamiento de la red. Previo al inicio del diseño se deben realizar recorridos, con el fin de recabar la mayor información física posible, siendo estos complementados con estudios de gabinete.

IV.1.1.- Levantamiento de plano predial.

Se anexa al final del capítulo el plano predial del levantamiento catastral efectuado por la Delegación Coyoacán.

Se puede tener cierta variación entre el plano que se presenta y la realidad. Las variaciones pueden depender básicamente de las subdivisiones prediales que se hayan efectuado a partir de la recopilación de datos en campo; aunque difícilmente afectarán en el diseño de la red.

IV.1.2.- Levantamiento de plano de pavimentos.

La zona se encuentra en su totalidad asfaltada, por lo que el cálculo de las cotas se encuentra delimitadas por la subrasante de la carpeta asfáltica; dicho valor es el indicado en las cotas de terreno del plano. Recientemente el servicio de asfaltado de las calles, fue cubierto en su totalidad; generalmente la capa de asfalto tiene un espesor de aproximadamente 10 cm.

IV.1.3.- Estudios para la clasificación de excavación.

De acuerdo a cortes litológicos realizados en diferentes sitios de la Delegación, se muestra el tipo de material predominante de la zona de Coyoacán.

ZONA REPRESENTATIVA	TIPO DE MATERIAL	PROFUNDIDAD (M)	ESPESOR (M)
(A) Norte y Oriente	Arcilla.	0	31
	Arenas con intercalaciones de grava.	31	26
	Basalto	57	28
(B) Sur, Centro, y Poniente (pedregales C U.)	Basalto	0	18
	Gravas y Arenas	18	49
	Formación Tarango (conglomerados, gravas tobas)	67	41

Fuente: Subdelegación de Operación Hidráulica, Coyoacán.

IV.1.4.- Levantamiento de la red de alcantarillado e instalaciones existente.

Se anexa al final del capítulo, el plano predial del levantamiento de instalaciones existentes en la zona.

IV.2.- Planteamiento y análisis de opciones del sistema de alcantarillado.

Dentro de la construcción de obras públicas concesionadas, en el D.F. se tiene la rehabilitación de red secundaria de tubería de agua potable. La rehabilitación consiste en sustituir la tubería existente por tubería de polietileno de alta densidad (PEAD).

Debido a los excelentes resultados, se pensó en la posibilidad de diseñar la red utilizando este material. Una de las desventajas que se presentó, es que en dicha tubería no existen accesorios para las descargas domiciliarias; otra es que el material repele cualquier agente externo, esto afectaría a la hermeticidad en los pozos o se necesitaría transiciones y elementos que garantizaran la inexistencia de alguna fuga a lo largo de la red.

No obstante se presentan las siguientes ventajas:

La mayoría de los agentes químicos, ácidos, sales y suelos calientes no atacan a la tubería ni le causan degradación. No se oxida, pudre o corroe; no permite el desarrollo de bacterias o algas. De acuerdo a estas características la tubería puede alcanzar una vida útil de 50 años. La tubería tiene una superficie sumamente lisa que para fines de diseño, el coeficiente de Manning es de 0.009. Posee un alto grado de resistencia a cargas externas, por lo que la dimensión de las zanjas se pide una profundidad mínima a lomo de tubo de 0.50 m y el ancho 20 cm más el diámetro de la tubería.

Otra opción que se puede considerar dentro de los materiales para la construcción de sistemas de alcantarillado, es la tubería de concreto simple y concreto reforzado con junta hermética, la cual nos proporciona un sistema más limpio esto debido a que las fugas que se presentan en ocasiones utilizando los sistemas tradicionales, son consecuencia de que el junteo que se realiza no es el apropiado, o en ocasiones debido a la falta o a la nula supervisión o a la falta de interés en este punto no se realiza.

Por eso este sistema que se muestra aquí no deberá ser considerado como perfecto, ya que si no se siguen los procesos de construcción para su instalación resultara igual que un sistema tradicional mal aplicado.

IV.2.1.- Opciones que se contemplan para la red de alcantarillado.

La delegación Coyoacán cuenta con un proyecto, el cual fue diseñado por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH); que es el que se comparará con el diseño del capítulo V. Por lo tanto se proponen dos diseños, el de la delegación Coyoacán y el propuesto en el capítulo V.

IV.2.2.- Análisis técnico y económico de las opciones.

En las siguientes tablas (Tabla IV.1 y IV.2), se realiza una comparación detallada entre el diseño de la Delegación Coyoacán y el diseño propuesto en el capítulo V.

IV.2.3.- Evaluación de las opciones consideradas.

De acuerdo a la tabla IV 1. de análisis técnico, se obtiene la siguiente información en base a la frecuencia de uso de los diámetros.

DIAMETRO (M)	PROYECTO DE TESIS		PROYECTO DELEGACIONAL	
	LONGITUD	%	LONGITUD	%
30	8,052.00	80.3 %	7,762.00	77.4 %
38	932.00	9.3 %	1,159.00	11.6 %
45	640.00	6.4 %	614.00	6.1 %
61	405.00	4.0 %	494.00	4.9 %
TOTAL	10,029.00	100 %	10,029.00	100%

	PROYECTO DE TESIS	PROYECTO DELEGACIONAL	DIFERENCIA	PORCENTAJE
VOLUMEN DE EXCAVACIÓN (M3)	14,237.7	16,528.0	2,290.3	16.1 %

De acuerdo a la tabla IV.2. de Análisis económico, se obtiene la siguiente información:

	PROYECTO DE TESIS	PROYECTO DELEGACIONAL	DIFERENCIA	PORCENTAJE
ESTIMACIÓN DE PRESUPUESTO	\$ 4'928,510.55	\$ 5'618,583.82	\$ 690,073.27	14.0 %

IV.2.4.- Selección de la mejor opción técnica y económicamente justificada de las obras determinadas del estudio.

Con base en la revisión efectuada al análisis técnico y económico de las opciones propuestas, se puede observar claramente que en el proyecto delegacional, el costo de la obra se ve afectado principalmente por las profundidades tan elevadas que manejan; por

tratarse de material tipo III los costos se elevan, además de que a esas profundidades el rendimiento en la colocación e instalación de la tubería reduce.

El proyecto delegacional es una buena opción, en lo que respecta al diseño, cumple con los requisitos para dar un buen servicio a los ciudadanos de la zona de Santo Domingo, pero como ya se dijo con anterioridad, se profundizan las excavaciones. Por otra parte, el diseño propuesto en el capítulo V, procura las profundidades mínimas.

Técnicamente las dos opciones son justificadas, pero económicamente el diseño delegacional queda por encima del propuesto en el capítulo V; por lo tanto el proyecto de tesis propuesto y con un costo de \$4'928,510.55, se considerará la mejor opción como resultado de el estudio comparativo.

SISTEMA	RAMO	LONG TRAMO	COT TIRRENO		DIAM (cm)	ANCHO ZANJA	PROYECTO DE TESIS					PROYECTO DEL COYOACAN					OBSERVACIONES								
			INICIAL	FINAL			COT PLANT	PROF DE POZOS (m)			VOLUMENES (m³)			DIAM	ANCHO ZANJA	COT PLANT		PROF DE POZOS (m)			VOLUMENES (m³)				
							INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MEDIA	EXCAV	PLANT	RELL	(cm)		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MEDIA	EXCAV	PLANT	RELL	
01	101-100	40.0	82.12	79.20	30.0	0.8	79.82	77.90	2.30	1.30	1.80	57.6	3.2	51.6	30.0	0.8	79.62	77.70	2.30	1.30	2.00	84.0	3.2	58.0	
	100-99	28.0	79.20	79.70	30.0	0.8	77.90	77.84	1.30	1.66	1.58	35.4	2.2	31.2	30.0	0.8	77.70	77.64	1.50	2.06	1.78	39.9	2.2	35.7	
	102-99	40.0	82.10	79.70	30.0	0.8	80.32	78.40	1.78	1.30	1.54	49.3	3.2	43.3	30.0	0.8	79.56	77.64	2.54	2.06	2.30	73.6	3.2	67.6	
	98-95	51.0	81.88	79.70	30.0	0.8	80.58	78.39	1.30	1.31	1.31	53.2	4.1	45.6	30.0	0.8	80.09	77.64	1.79	2.06	1.93	78.5	4.1	70.9	
	99-103	55.0	79.70	80.23	30.0	0.8	77.84	77.73	1.86	2.50	2.18	95.9	4.4	87.6	30.0	0.8	77.64	77.31	2.06	2.92	2.49	109.6	4.4	101.3	
	103-104	55.0	80.23	76.19	30.0	0.8	77.53	74.89	2.70	1.30	2.00	88.0	4.4	79.7	30.0	0.8	77.31	74.67	2.92	1.52	2.22	97.7	4.4	89.4	
	104-105	55.0	76.19	77.99	38.0	0.9	74.81	74.70	1.38	3.29	2.33	115.6	5.0	104.4	38.0	0.9	74.67	74.56	1.52	3.43	2.47	122.5	5.0	111.3	
	105-106	55.0	77.99	78.64	38.0	0.9	74.70	74.54	3.29	4.10	3.69	182.9	5.0	171.7	38.0	0.9	74.56	74.45	3.43	4.19	3.81	188.6	5.0	177.4	
	109-110	25.0	79.50	80.82	30.0	0.8	78.20	78.15	1.30	2.67	1.98	39.7	2.0	35.9	30.0	0.8	78.00	77.53	1.50	3.29	2.40	47.9	2.0	44.1	
	107-108	40.0	79.01	80.15	30.0	0.8	77.71	77.63	1.30	2.52	1.91	61.1	3.2	55.1	30.0	0.8	77.71	77.55	1.30	2.60	1.95	62.4	3.2	56.4	
	108-110	28.0	80.15	80.82	30.0	0.8	77.63	77.57	2.52	3.25	2.89	64.6	2.2	60.4	30.0	0.8	77.55	77.47	2.60	3.35	2.98	66.6	2.2	62.4	
	110-100	53.0	80.82	78.64	30.0	0.8	77.57	77.31	3.25	1.33	2.29	97.1	4.2	89.1	30.0	0.8	77.47	76.41	3.35	2.23	2.79	118.3	4.2	110.3	
02	9-10	54.0	94.09	92.51	30.0	0.8	92.79	91.17	1.38	1.34	1.32	57.0	4.3	48.9	30.0	0.8	92.59	91.02	1.50	1.48	1.50	94.8	4.3	56.4	
	10-1	48.0	92.51	92.80	30.0	0.8	91.17	91.07	1.34	1.73	1.54	58.9	3.8	51.7	30.0	0.8	91.02	90.88	1.49	1.92	1.71	65.5	3.8	58.2	
	11-14	53.0	92.80	92.75	30.0	0.8	91.07	90.91	1.73	1.84	1.79	75.7	4.2	67.7	30.0	0.8	90.88	90.72	1.92	2.03	1.98	83.7	4.2	75.8	
	12-1	39.0	93.82	92.38	30.0	0.8	92.52	91.08	1.30	1.30	1.30	40.6	3.1	34.7	30.0	0.8	92.32	90.88	1.50	1.50	1.50	46.8	3.1	40.9	
	13-14	48.0	92.38	92.75	30.0	0.8	91.08	90.98	1.30	1.77	1.54	58.9	3.8	51.7	30.0	0.8	90.88	90.74	1.50	2.01	1.76	67.4	3.8	60.2	
	14-17	54.0	92.75	92.42	38.0	0.9	90.91	90.75	1.84	1.67	1.76	85.3	4.9	74.3	30.0	0.8	90.72	90.45	2.03	1.97	2.00	86.4	4.3	78.3	
	15-11	39.0	93.21	92.55	30.0	0.8	91.91	91.25	1.30	1.30	1.30	40.6	3.1	34.7	30.0	0.8	91.71	91.05	1.50	1.50	1.50	46.8	3.1	40.9	
	16-14	28.0	92.55	92.42	30.0	0.8	91.25	91.11	1.30	1.31	1.31	29.2	2.2	25.0	30.0	0.8	91.05	90.45	1.50	1.97	1.74	38.9	2.2	34.6	
	17-15	51.0	92.42	92.03	38.0	0.9	90.75	90.50	1.67	1.53	1.60	73.4	4.6	63.1	30.0	0.8	90.45	90.04	1.97	1.99	1.98	80.8	4.1	73.1	
	18-19	38.0	92.04	92.03	30.0	0.8	90.74	90.66	1.30	1.37	1.34	40.6	3.0	34.9	30.0	0.8	90.54	90.39	1.50	1.64	1.57	47.7	3.0	42.0	
	19-21	20.0	92.03	91.93	38.0	0.9	90.50	90.39	1.53	1.54	1.54	27.6	1.8	23.6	30.0	0.8	90.04	89.78	1.99	2.15	2.07	33.1	1.6	30.1	
	20-21	30.0	92.02	91.93	30.0	0.8	90.72	90.63	1.30	1.30	1.30	31.2	2.4	28.7	30.0	0.8	90.52	90.37	1.50	1.56	1.53	36.7	2.4	32.2	
	21-22	32.0	91.93	90.05	38.0	0.9	89.79	88.67	2.14	1.38	1.76	50.7	2.9	44.2	30.0	0.8	89.78	88.56	2.15	1.49	1.82	46.6	2.6	41.8	
	22-21	60.0	90.05	87.05	38.0	0.9	87.77	85.67	2.28	1.38	1.83	98.8	5.4	86.6	30.0	0.8	88.35	85.47	1.70	1.58	1.64	78.7	4.8	69.7	
	23-24	32.0	87.05	87.18	38.0	0.9	85.67	85.45	1.38	1.73	1.56	44.8	2.9	38.3	38.0	0.9	85.47	85.28	1.58	1.90	1.74	50.1	2.9	43.6	
	24-21	45.0	87.52	87.18	30.0	0.8	86.22	85.86	1.30	1.32	1.31	47.2	3.6	40.4	30.0	0.8	86.02	85.30	1.50	1.88	1.69	60.8	3.6	54.1	
	25-26	20.0	87.18	86.92	38.0	0.9	85.45	85.29	1.73	1.63	1.68	30.2	1.8	26.2	38.0	0.9	85.28	84.66	1.90	2.26	2.08	37.4	1.8	33.4	
	26-27	58.0	86.92	87.48	45.0	1.0	85.29	85.06	1.63	2.42	2.03	117.5	5.8	102.4	38.0	0.9	84.66	84.25	2.26	3.23	2.75	143.3	5.2	131.5	
	27-28	58.0	87.48	86.26	45.0	1.0	85.06	84.77	2.42	1.49	1.96	113.4	5.8	98.4	38.0	0.9	83.81	81.78	3.67	4.48	4.08	212.7	5.2	200.9	
	28-92	53.0	86.26	83.51	45.0	1.0	83.51	82.03	2.75	1.48	2.12	112.1	5.3	98.4	45.0	1.0	81.78	81.57	4.48	1.94	3.21	170.1	5.3	156.4	
	92-91	54.0	83.51	83.65	45.0	1.0	82.03	81.71	1.48	1.94	1.71	92.3	5.4	78.4	45.0	1.0	81.57	81.36	1.94	2.29	2.12	114.2	5.4	100.2	
	91-90	54.0	83.65	83.51	45.0	1.0	81.71	81.39	1.94	2.12	2.03	109.6	5.4	95.6	45.0	1.0	81.36	81.15	2.29	2.36	2.33	125.6	5.4	111.6	
	90-89	53.0	83.51	81.88	45.0	1.0	81.39	80.38	2.12	1.50	1.81	95.9	5.3	82.2	45.0	1.0	81.15	79.72	2.36	2.16	2.26	119.8	5.3	106.1	
	93-94	33.0	83.89	81.32	30.0	0.8	81.60	80.02	2.29	1.30	1.80	47.4	2.6	42.4	30.0	0.8	81.40	79.82	2.49	1.50	2.00	52.7	2.6	47.7	
	28-91	52.0	86.26	81.32	30.0	0.8	82.52	80.02	3.74	1.30	2.52	104.8	4.2	97.0	30.0	0.8	82.16	79.82	4.10	1.50	2.80	116.5	4.2	108.6	

SISTEMA	TRAMO	LONG TRAMO	COT TERRENO		DIAM (cm)	ANCHO ZANJA	PROYECTO DE TESIS							PROYECTO DEL COYOACÁN							OBSERVACIONES					
			INICIAL	FINAL			COT PLANT		PROF DE POZOS (m)			VOLUMENES (m³)		DIAM (cm)	ANCHO ZANJA	COT PLANT		PROF DE POZOS (m)				VOLUMENES (m³)				
							INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MEDIA	EXCAV	PLANT			RELL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		MEDIA	EXCAV	PLANT	RELL	
02	94-95	53.0	81.32	81.80	30.0	0.8	80.02	79.91	1.30	1.89	1.60	67.6	4.2	59.6	30.0	0.8	79.82	79.71	1.50	2.09	1.80	76.1	4.2	68.1		
	95-96	54.0	81.80	83.59	30.0	0.8	79.91	79.80	1.89	3.79	2.84	122.7	4.3	114.6	30.0	0.8	79.71	79.54	2.09	4.05	3.07	132.6	4.3	124.5		
	96-97	54.0	83.59	81.90	30.0	0.8	79.80	79.64	3.79	2.26	3.03	130.7	4.3	122.5	30.0	0.8	79.54	79.32	4.05	2.58	3.32	143.2	4.3	135.1		
	97-98	53.0	81.90	81.88	30.0	0.8	79.64	79.43	2.26	2.45	2.38	99.9	4.2	91.9	30.0	0.8	79.32	78.26	2.58	3.62	3.10	131.4	4.2	123.5		
	98-89	52.0	81.88	81.88	30.0	0.8	79.43	79.01	2.45	2.87	2.66	110.7	4.2	102.8	38.0	0.9	78.14	78.04	3.74	3.84	3.79	177.4	4.7	166.8		
	88-89	51.0	83.91	81.88	30.0	0.8	82.61	80.57	1.30	1.31	1.31	53.2	4.1	45.6	30.0	0.8	82.41	79.96	1.50	1.92	1.71	69.8	4.1	62.1		
	89-115	50.0	81.88	79.50	45.0	1.0	79.01	78.02	2.87	1.48	2.18	108.8	5.0	95.8	45.0	1.0	78.04	77.59	3.84	1.91	2.87	143.8	5.0	130.8		
	115-116	50.0	79.50	78.30	45.0	1.0	78.02	76.82	1.48	1.48	1.48	74.0	5.0	61.0	45.0	1.0	77.59	76.84	1.91	1.66	1.79	89.2	5.0	76.3		
	116-17	50.0	78.30	75.89	45.0	1.0	75.64	74.24	2.66	1.45	2.06	102.8	5.0	89.8	45.0	1.0	75.29	74.04	3.01	1.65	2.33	116.5	5.0	103.5		
	117-118	50.0	75.89	72.58	45.0	1.0	72.53	71.13	3.16	1.45	2.31	115.3	5.0	102.3	45.0	1.0	72.18	70.93	3.51	1.65	2.58	129.0	5.0	116.0		
	118-119	35.0	72.58	72.95	45.0	1.0	71.13	70.54	1.45	2.41	1.93	67.6	3.5	58.5	45.0	1.0	70.93	70.68	1.65	2.27	1.96	68.6	3.5	59.5		
	98-114	55.0	81.88	77.40	30.0	0.8	78.74	76.10	3.14	1.30	2.22	97.7	4.4	89.4	30.0	0.8	78.51	75.87	3.37	1.53	2.45	107.8	4.4	99.5		
	114-13	55.0	77.40	75.40	30.0	0.8	76.10	74.07	1.30	1.33	1.32	57.9	4.4	49.6	30.0	0.8	75.87	73.84	1.53	1.56	1.55	68.0	4.4	59.7		
	113-12	56.0	75.40	74.05	30.0	0.8	74.07	72.73	1.33	1.32	1.33	59.4	4.5	50.9	30.0	0.8	73.84	72.50	1.56	1.55	1.56	69.7	4.5	61.2		
	112-111	56.0	74.05	73.08	30.0	0.8	72.73	71.78	1.32	1.30	1.31	58.7	4.5	50.2	30.0	0.8	72.50	71.54	1.55	1.54	1.54	69.2	4.5	60.8	EN EL PROYECTO DE LEGACIONAL SE PROPO-	
	106 A	25.0	78.64	75.86	30.0	0.8	75.73	74.53	2.91	1.33	2.12	42.4	2.0	38.6	30.0	0.8	76.04	75.32	2.60	1.50	2.05	24.6	1.2	22.3	EN DOS POZOS INTERMEDIOS LOS TRAMOS	
	A 111	26.0	75.86	73.08	30.0	0.8	73.03	71.78	2.83	1.30	2.07	43.0	2.1	39.0	30.0	0.8	74.22	73.50	2.60	1.50	2.05	24.6	1.2	22.3	SON 106-A A-B B-111 CON 15, 15 Y 21 M	
																30.0	0.8	72.58	71.54	2.42	1.54	1.98	33.1	1.7	29.9	DE LONGITUD RESPECTIVAMENTE.
	111-119	52.0	73.08	72.95	30.0	0.8	71.78	71.36	1.30	1.59	1.45	60.1	4.2	52.3	30.0	0.8	71.54	70.76	1.54	2.19	1.86	77.6	4.2	69.7		
	120-119	51.0	73.42	72.95	30.0	0.8	72.11	71.65	1.31	1.30	1.31	53.2	4.1	45.6	30.0	0.8	71.20	71.45	2.22	1.50	1.86	75.9	4.1	68.2		
03	31-30	37.0	86.23	84.33	30.0	0.8	84.81	83.03	1.42	1.30	1.36	40.3	3.0	34.7	30.0	0.8	84.61	82.83	1.62	1.50	1.66	48.2	3.0	40.6		
	30-29	37.0	84.33	84.95	30.0	0.8	83.03	82.96	1.30	1.99	1.65	48.7	3.0	43.1	30.0	0.8	82.83	82.68	1.50	2.27	1.89	55.8	3.0	50.2		
	28-29	51.0	86.26	84.95	30.0	0.8	84.96	83.63	1.30	1.32	1.31	53.4	4.1	45.8	30.0	0.8	84.76	83.48	1.50	1.47	1.49	60.6	4.1	52.9		
	85-29	34.0	86.17	84.95	30.0	0.8	84.87	83.65	1.30	1.30	1.30	35.4	2.7	30.2	30.0	0.8	84.67	83.48	1.50	1.47	1.49	40.4	2.7	35.3		
	29-36	54.0	84.95	83.70	30.0	0.8	82.96	82.37	1.99	1.33	1.66	71.7	4.3	63.6	30.0	0.8	82.68	82.14	2.27	1.56	1.92	82.7	4.3	74.6		
	35-36	30.0	84.01	83.70	30.0	0.8	82.71	82.38	1.30	1.32	1.31	31.4	2.4	26.9	30.0	0.8	82.55	82.22	1.46	1.48	1.47	35.3	2.4	30.8		
	37-36	53.0	83.93	83.70	30.0	0.8	82.63	82.37	1.30	1.33	1.32	55.8	4.2	47.8	30.0	0.8	82.43	82.22	1.50	1.48	1.49	63.2	4.2	55.2		
	36-84	53.0	83.70	84.00	30.0	0.8	82.37	81.95	1.33	2.05	1.69	71.7	4.2	63.7	38.0	0.9	82.14	82.03	1.56	1.97	1.77	84.2	4.8	73.4		
	84-83	54.0	84.00	83.90	30.0	0.8	81.95	81.46	2.05	2.44	2.25	97.0	4.3	88.8	38.0	0.9	82.03	81.92	1.97	1.98	1.98	96.0	4.9	85.0		
	83-82	54.0	83.90	83.60	30.0	0.8	81.46	80.81	2.44	2.79	2.62	113.0	4.3	104.8	38.0	0.9	81.92	81.81	1.98	1.79	1.89	91.6	4.9	80.6		
	82-81	53.0	83.60	82.73	30.0	0.8	80.81	79.96	2.79	2.77	2.78	117.9	4.2	109.9	38.0	0.9	81.81	81.01	1.79	1.72	1.76	83.7	4.8	72.9		
	88-81	54.0	83.91	82.73	30.0	0.8	82.61	81.42	1.30	1.31	1.31	56.4	4.3	48.2	30.0	0.8	81.31	81.15	2.60	1.58	2.09	90.3	4.3	82.2		
	81-124	58.0	82.73	80.80	30.0	0.8	79.96	78.74	2.77	2.06	2.42	112.1	4.6	103.3	30.0	0.8	81.41	79.26	1.32	1.54	1.43	66.4	4.6	57.6		
	124-125	59.0	80.80	79.80	30.0	0.8	78.74	77.32	2.06	2.48	2.27	107.1	4.7	98.3	30.0	0.8	79.26	78.26	1.54	1.54	1.54	72.7	4.7	63.8		
	125-116	59.0	79.80	77.63	30.0	0.8	77.32	75.61	2.48	2.02	2.25	106.2	4.7	97.3	30.0	0.8	78.26	76.14	1.54	1.49	1.51	71.5	4.7	62.6		
	126-127	58.0	77.63	74.79	30.0	0.8	75.61	73.46	2.02	1.33	1.68	77.7	4.6	69.0	30.0	0.8	75.77	72.99	1.86	1.80	1.83	84.9	4.6	76.2		

SISTEMA	TRAMO	LONG TRAMO	PROYECTO DE TESIS											PROYECTO DEL COYOACÁN											OBSERVACIONES
			COT TERRENO		DIAM (cm)	ANCHO ZANJA	COT PLANT		PROF DE POZOS (m)			VOLUMENES (m³)			DIAM (cm)	ANCHO ZANJA	COT PLANT		PROF DE POZOS (m)			VOLUMENES (m³)			
			INICIAL	FINAL			INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MEDIA	EXCAV	PLANT	RELL			INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MEDIA	EXCAV	PLANT	RELL	
03	126-127	53.0	75.19	74.79	30.0	0.8	73.89	73.47	1.30	1.32	1.31	55.5	4.2	47.6	30.0	0.8	73.69	73.27	1.50	1.52	1.51	64.0	4.2	56.0	
	127-120	54.0	74.79	73.42	38.0	0.9	73.46	72.00	1.33	1.42	1.38	66.8	4.9	55.8	30.0	0.8	73.29	71.90	1.50	1.52	1.51	65.2	4.3	57.1	
	85-86	60.0	86.17	84.73	30.0	0.8	84.87	83.43	1.30	1.30	1.30	62.4	4.8	53.4	30.0	0.8	84.67	83.23	1.50	1.50	1.50	72.0	4.8	63.0	
	86-87	60.0	84.73	82.92	30.0	0.8	83.43	81.57	1.30	1.35	1.33	63.6	4.8	54.6	30.0	0.8	83.23	81.43	1.50	1.49	1.50	71.8	4.8	62.7	
	87-86	60.0	82.92	83.91	30.0	0.8	81.57	81.33	1.35	2.58	1.97	94.3	4.8	85.3	30.0	0.8	81.43	81.31	1.49	2.60	2.04	98.2	4.8	89.1	
	88-123	57.0	83.91	81.00	30.0	0.8	81.33	79.68	2.58	1.32	1.95	88.9	4.6	80.3	30.0	0.8	82.24	79.50	1.67	1.50	1.59	72.3	4.6	63.7	
	123-122	57.0	81.00	78.00	30.0	0.8	79.44	76.70	1.56	1.30	1.43	65.2	4.6	56.6	30.0	0.8	79.24	76.50	1.76	1.50	1.63	74.3	4.6	65.7	
	122-121	57.0	78.00	75.00	30.0	0.8	76.44	73.70	1.56	1.30	1.43	65.2	4.6	56.6	30.0	0.8	76.24	73.50	1.76	1.50	1.63	74.3	4.6	65.7	
	121-120	57.0	75.00	73.42	30.0	0.8	73.70	72.10	1.30	1.32	1.31	59.7	4.6	51.1	30.0	0.8	73.50	71.90	1.50	1.52	1.51	68.9	4.6	60.3	
04	1-2	98.0	92.64	92.66	30.0	0.8	91.34	91.22	1.30	1.44	1.37	63.6	4.6	54.8	30.0	0.8	91.29	91.08	1.35	1.60	1.47	88.4	4.6	69.7	
	2-4	46.0	92.66	92.36	30.0	0.8	91.22	91.04	1.44	1.32	1.38	50.8	3.7	43.9	30.0	0.8	91.06	90.88	1.60	1.50	1.55	57.0	3.7	50.1	
	3-4	15.0	92.98	92.36	30.0	0.8	91.68	91.05	1.30	1.31	1.31	15.7	1.2	13.4	30.0	0.8	91.48	90.86	1.50	1.50	1.50	18.0	1.2	15.7	
	4-8	25.0	92.36	92.42	30.0	0.8	91.04	90.92	1.32	1.50	1.41	28.2	2.0	24.4	30.0	0.8	90.86	89.50	1.50	2.92	2.21	44.2	2.0	40.4	
	5-6	32.0	92.39	92.76	30.0	0.8	91.09	91.03	1.30	1.73	1.52	38.8	2.6	34.0	30.0	0.8	90.89	90.78	1.50	2.00	1.75	44.8	2.6	40.0	
	6-7	32.0	92.76	92.56	30.0	0.8	91.03	90.97	1.73	1.59	1.66	42.5	2.6	37.7	30.0	0.8	90.76	90.63	2.00	1.93	1.97	50.3	2.6	45.5	
	7-8	48.0	92.56	92.42	30.0	0.8	90.97	90.87	1.59	1.55	1.57	60.3	3.8	53.1	30.0	0.8	90.63	90.79	1.93	1.63	1.78	68.4	3.8	61.1	
	11-8	52.0	92.80	92.42	30.0	0.8	91.50	91.10	1.30	1.32	1.31	54.5	4.2	46.7	30.0	0.8	91.24	90.93	1.56	1.49	1.53	63.4	4.2	55.6	
	8-40	60.0	92.42	89.82	30.0	0.8	90.87	88.29	1.55	1.53	1.54	73.9	4.8	64.9	30.0	0.8	89.50	86.62	2.92	3.20	3.06	146.9	4.8	137.8	
	45-40	45.0	92.49	89.82	30.0	0.8	90.68	88.52	1.81	1.30	1.55	56.0	3.6	49.2	30.0	0.8	88.78	86.62	3.71	3.20	3.45	124.4	3.6	117.6	
	40-41	58.0	89.82	87.14	30.0	0.8	88.29	85.80	1.53	1.34	1.44	66.6	4.6	57.8	30.0	0.8	86.62	85.63	3.20	1.51	2.36	109.3	4.6	100.5	
	41-42	58.0	87.14	85.26	30.0	0.8	85.80	83.94	1.34	1.32	1.33	61.7	4.6	53.0	30.0	0.8	85.63	83.77	1.51	1.49	1.50	69.6	4.6	60.9	
	47-48	38.0	90.01	87.25	30.0	0.8	87.77	85.95	2.24	1.30	1.77	53.8	3.0	48.1	30.0	0.8	87.57	85.75	2.44	1.50	1.97	59.9	3.0	54.2	
	48-45	38.0	87.25	87.77	30.0	0.8	85.95	85.87	1.30	1.90	1.60	48.6	3.0	42.9	30.0	0.8	85.75	85.60	1.50	2.17	1.84	55.8	3.0	50.1	
	68-49	34.0	91.99	87.77	30.0	0.8	88.10	86.47	3.89	1.30	2.80	70.6	2.7	65.5	30.0	0.8	87.90	86.27	4.09	1.50	2.79	76.0	2.7	70.9	
	49-45	52.0	87.77	86.81	30.0	0.8	85.87	85.51	1.90	1.30	1.60	66.6	4.2	58.7	30.0	0.8	85.60	84.62	2.17	2.19	2.18	90.7	4.2	82.9	
	45-B	29.0	92.49	89.26	30.0	0.8	89.10	87.71	3.39	1.55	2.47	57.3	2.3	52.9			87.40								
	8-44	29.0	89.26	86.12	30.0	0.8	86.21	84.82	3.05	1.30	2.18	50.5	2.3	46.1	30.0	0.8		84.62	5.09	1.50	3.30	153.1	4.6	144.4	
	44-43	58.0	86.12	86.81	30.0	0.8	84.82	84.70	1.30	2.11	1.71	79.1	4.6	70.4	30.0	0.8	84.62	84.45	1.50	2.36	1.93	89.6	4.6	80.8	
	69-43	60.0	87.20	86.81	30.0	0.8	85.90	85.48	1.30	1.33	1.32	63.1	4.8	54.1	30.0	0.8	85.70	85.28	1.50	1.53	1.52	72.7	4.8	63.7	
	43-42	45.0	86.81	85.26	30.0	0.8	84.70	83.94	2.11	1.32	1.72	61.7	3.6	55.0	30.0	0.8	84.45	83.77	2.36	1.49	1.93	69.3	3.6	62.5	
	76-43	60.0	86.77	85.26	30.0	0.8	85.47	83.91	1.30	1.35	1.33	63.6	4.8	54.6	30.0	0.8	85.26	83.77	1.51	1.49	1.50	72.0	4.8	63.0	
	42-37	52.0	85.26	83.93	38.0	0.9	83.88	82.53	1.38	1.40	1.39	65.1	4.7	54.5	30.0	0.8	83.77	82.41	1.49	1.52	1.51	62.6	4.2	54.8	
	26-32	51.0	86.92	83.89	30.0	0.8	85.04	82.59	1.88	1.30	1.59	64.9	4.1	57.2	30.0	0.8	84.84	82.39	2.08	1.50	1.79	73.0	4.1	65.3	
	31-32	42.0	86.23	83.89	30.0	0.8	84.61	82.59	1.62	1.30	1.46	49.1	3.4	42.7	30.0	0.8	84.32	82.39	1.91	1.50	1.71	57.3	3.4	51.0	
	32-33	54.0	83.89	84.58	30.0	0.8	82.59	82.37	1.30	2.21	1.76	75.8	4.3	67.7	30.0	0.8	82.39	82.28	1.50	2.30	1.90	82.1	4.3	73.9	
	34-33	60.0	84.30	84.58	30.0	0.8	83.00	82.88	1.30	1.70	1.50	72.0	4.8	63.0	30.0	0.8	82.80	82.56	1.50	2.02	1.76	84.5	4.8	75.4	

SISTEMA	TRAMO	PROYECTO DE TESIS											PROYECTO DEL COYOACÁN									OBSERVACIONES			
		LONG	COT TERRENO		DIÁM	ANCHO	COT PLANT		PROF DE POZOS (m)			VOLUMENES (m³)			DIÁM	ANCHO	COT PLANT		PROF DE POZOS (m)				VOLUMENES (m³)		
		TRAMO	INICIAL	FINAL	(cm)	ZANJA	INICIA	FINAL	INICIAL	FINAL	MEDIA	EXCAV	PLANT	RELL	(cm)	ZANJA	INICIA	FINAL	INICIAL	FINAL	MEDIA		EXCAV	PLANT	RELL
04	33-39	53.0	84.58	84.84	30.0	0.8	82.37	81.89	2.21	3.05	2.63	111.5	4.2	103.5	30.0	0.8	82.28	82.03	2.30	2.91	2.61	110.5	4.2	102.5	
	40-39	37.0	87.00	84.94	30.0	0.8	85.42	83.64	1.58	1.30	1.44	42.6	3.0	37.0	30.0	0.8	85.22	83.44	1.78	1.50	1.64	48.5	3.0	43.0	
	39-38	58.0	84.94	84.76	38.0	0.9	81.89	81.66	3.05	3.10	3.08	160.5	5.2	148.7	38.0	0.9	82.03	81.91	2.91	2.85	2.88	150.3	5.2	138.5	
	38-37	58.0	84.76	83.93	38.0	0.9	81.66	81.37	3.10	2.56	2.83	147.7	5.2	135.9	38.0	0.9	81.91	81.79	2.85	2.14	2.50	130.2	5.2	118.4	
	37-77	53.0	83.93	83.15	45.0	1.0	81.37	80.58	2.56	2.57	2.57	135.9	5.3	122.2	45.0	1.0	81.79	81.47	2.14	1.68	1.91	101.2	5.3	87.5	
	77-78	58.0	83.15	82.40	61.0	1.2	80.58	80.39	2.57	2.01	2.29	159.4	7.0	135.5	45.0	1.0	81.47	80.71	1.68	1.69	1.69	97.7	5.8	82.7	
	78-79	54.0	82.40	81.85	61.0	1.2	80.39	80.12	2.01	1.73	1.87	121.2	6.5	98.9	45.0	1.0	80.71	80.18	1.69	1.67	1.68	90.7	5.4	76.7	
	79-80	53.0	81.85	81.85	61.0	1.2	80.12	79.90	1.73	1.95	1.84	117.0	6.4	95.2	61.0	1.2	80.04	79.93	1.81	1.92	1.86	118.6	6.4	96.8	
	81-80	53.0	82.73	81.85	30.0	0.8	81.43	80.53	1.30	1.32	1.31	55.5	4.2	47.6	38.0	0.9	81.01	80.16	1.72	1.69	1.71	81.3	4.8	70.5	
	76-75	52.0	86.77	84.28	30.0	0.8	85.47	82.97	1.30	1.31	1.31	54.3	4.2	46.5	30.0	0.8	85.27	82.78	1.50	1.50	1.50	62.4	4.2	54.6	
	75-74	51.0	84.28	85.03	30.0	0.8	82.97	82.87	1.31	2.16	1.74	70.8	4.1	63.1	30.0	0.8	82.78	82.63	1.50	2.40	1.95	79.6	4.1	71.9	
	74-73	51.0	85.03	83.74	30.0	0.8	82.87	82.41	2.16	1.33	1.75	71.2	4.1	63.5	30.0	0.8	82.63	81.92	2.40	1.82	2.11	86.1	4.1	78.4	
	73-80	52.0	83.74	81.85	30.0	0.8	82.41	80.54	1.33	1.31	1.32	54.9	4.2	47.1	61.0	1.2	81.92	80.26	1.82	1.59	1.70	106.4	6.2	85.0	
	80-131	60.0	81.85	81.00	61.0	1.2	79.90	79.24	1.95	1.76	1.86	133.6	7.2	108.8	61.0	1.2	79.93	79.15	1.92	1.85	1.88	135.7	7.2	111.0	
	131-130	60.0	81.00	80.21	61.0	1.2	79.24	78.46	1.76	1.75	1.76	126.4	7.2	101.6	61.0	1.2	79.15	78.37	1.85	1.84	1.84	132.8	7.2	108.1	
	130-129	60.0	80.21	79.50	61.0	1.2	78.46	77.74	1.75	1.76	1.76	126.4	7.2	101.6	61.0	1.2	77.66	76.52	2.55	2.98	2.77	199.1	7.2	174.3	
	129-C	30.0	79.50	77.35	61.0	1.2	76.08	75.51	3.42	1.84	2.63	94.7	3.6	82.3			74.52								
	C 128	30.0	77.35	75.19	61.0	1.2	74.01	73.44	3.34	1.75	2.54	91.6	3.6	79.3	61.0	1.2		73.38	4.98	1.81	3.40	244.8	7.2	220.1	
	135-138	52.0	75.30	75.19	30.0	0.8	74.00	73.84	1.30	1.35	1.33	55.1	4.2	47.3	61.0	1.2	73.17	73.38	2.13	1.81	1.97	122.9	6.2	101.5	
05	45-46	28.0	92.48	92.38	30.0	0.8	91.19	91.08	1.30	1.30	1.30	29.1	2.2	24.9	30.0	0.8	90.99	90.82	1.50	1.66	1.53	34.3	2.2	30.1	
	46-47	47.0	92.38	90.01	30.0	0.8	90.97	88.71	1.41	1.30	1.36	50.9	3.8	43.9	30.0	0.8	90.82	88.56	1.56	1.45	1.51	56.6	3.8	49.5	
	47-50	44.0	90.01	87.51	30.0	0.8	88.32	86.21	1.69	1.30	1.50	52.6	3.5	46.0	30.0	0.8	87.20	86.01	2.81	1.50	2.16	76.9	3.5	69.2	
	50-51	43.0	87.51	87.61	30.0	0.8	86.21	86.08	1.30	1.53	1.42	48.7	3.4	42.2	30.0	0.8	86.01	85.84	1.50	1.77	1.64	56.2	3.4	49.8	
	49-51	43.0	87.77	87.61	30.0	0.8	86.47	86.30	1.30	1.31	1.31	44.9	3.4	38.4	30.0	0.8	86.27	85.84	1.50	1.77	1.64	56.2	3.4	49.8	
	51-52	17.0	87.61	86.98	30.0	0.8	86.08	85.67	1.53	1.31	1.42	19.3	1.4	16.8	30.0	0.8	85.84	85.47	1.77	1.51	1.64	22.3	1.4	19.7	
	52-53	15.0	86.98	86.36	30.0	0.8	85.67	85.06	1.31	1.30	1.31	15.7	1.2	13.4	30.0	0.8	85.47	84.78	1.51	1.58	1.55	18.5	1.2	16.3	
	60-56	50.0	88.60	87.37	30.0	0.8	87.30	86.05	1.30	1.32	1.31	52.4	4.0	44.9	30.0	0.8	87.08	85.58	1.52	1.79	1.66	66.2	4.0	58.7	
	56-55	49.0	87.37	87.33	30.0	0.8	86.05	85.95	1.32	1.38	1.35	52.9	3.9	45.5	30.0	0.8	85.58	85.43	1.79	1.90	1.85	72.3	3.9	64.9	
	55-54	43.0	87.33	87.09	30.0	0.8	85.95	85.78	1.38	1.31	1.35	46.3	3.4	39.8	30.0	0.8	85.43	85.34	1.90	1.75	1.83	62.8	3.4	56.3	
	54-53	9.0	87.09	86.36	30.0	0.8	85.49	85.06	1.60	1.30	1.45	10.4	0.7	9.1	30.0	0.8	85.34	84.85	1.75	1.50	1.63	11.7	0.7	10.3	
	53-61	46.0	86.36	87.71	38.0	0.9	85.06	84.92	1.30	2.79	2.04	84.7	4.1	75.3	38.0	0.8	84.78	84.69	1.58	3.02	2.30	84.6	3.7	75.7	
	61-62	46.0	87.71	86.30	30.0	0.8	84.92	84.41	2.79	1.89	2.34	86.1	3.7	79.2	38.0	0.9	84.69	84.60	3.02	1.70	2.36	97.7	4.1	88.3	
	62-63	46.0	86.30	85.21	30.0	0.8	84.41	83.81	1.89	1.40	1.65	60.5	3.7	53.6	38.0	0.9	84.60	83.59	1.70	1.62	1.66	68.7	4.1	59.4	
06	63-64	46.0	85.21	84.66	30.0	0.8	83.81	83.07	1.40	1.89	1.50	58.0	3.7	46.3	38.0	0.8	83.58	82.76	1.62	1.90	1.76	72.3	4.1	63.8	
	59-64	53.0	85.32	84.66	30.0	0.8	84.02	83.33	1.30	1.33	1.32	55.8	4.2	47.8	30.0	0.8	83.82	82.76	1.50	1.90	1.70	72.1	4.2	64.1	
	64-150	52.0	84.66	82.50	30.0	0.8	83.01	81.20	1.65	1.30	1.47	61.4	4.2	53.5	38.0	0.9	82.76	80.94	1.90	1.56	1.73	81.0	4.7	70.4	

SISTEMA	TRAMO	LONG	PROYECTO DE TESIS											PROYECTO DEL COYOACAN											OBSERVACIONES
			COT TERRENO		DIAM	ANCHO	COT PLANT		PROF DE POZOS (m)			VOLÚMENES (m³)			DIAM	ANCHO	COT PLANT		PROF DE POZOS (m)			VOLÚMENES (m³)			
			INICIAL	FINAL			INICIA	FINAL	INICIAL	FINAL	MEDIA	EXCAV	PLANT	RELL			INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MEDIA	EXCAV	PLANT	RELL	
05	150-49	52.0	82.50	80.15	30.0	0.8	81.20	78.81	1.30	1.34	1.32	54.9	4.2	47.1	38.0	0.9	80.39	78.06	2.11	2.09	2.10	98.3	4.7	87.7	
	149-148	54.0	80.15	77.75	30.0	0.8	78.81	76.43	1.34	1.32	1.33	57.5	4.3	49.3	38.0	0.9	78.57	76.17	1.58	1.58	1.58	76.8	4.9	65.8	
	148-47	52.0	77.75	76.75	38.0	0.9	76.36	75.37	1.39	1.38	1.39	64.8	4.7	54.2	38.0	0.9	76.17	75.13	1.58	1.62	1.60	74.9	4.7	64.3	
	147-146	52.0	76.75	76.00	38.0	0.9	75.37	74.59	1.38	1.41	1.40	65.3	4.7	54.7	38.0	0.9	75.13	73.83	1.62	2.17	1.90	88.7	4.7	78.1	
	155-146	53.0	76.39	76.00	30.0	0.8	75.09	74.67	1.30	1.33	1.32	55.8	4.2	47.8	30.0	0.8	74.85	73.83	1.50	2.17	1.84	77.8	4.2	69.8	
	146-145	52.0	76.00	74.83	38.0	0.9	74.59	73.45	1.41	1.38	1.40	65.3	4.7	54.7	30.0	0.8	74.52	73.27	1.48	1.56	1.52	83.2	4.2	55.4	
	68-64	60.0	91.99	90.06	30.0	0.8	90.69	88.71	1.30	1.35	1.33	63.6	4.8	54.6	30.0	0.8	90.49	87.79	1.50	2.27	1.89	90.5	4.8	81.4	
	67-64	60.0	90.06	84.40	30.0	0.8	85.98	83.10	4.08	1.30	2.69	129.1	4.8	120.1	30.0	0.8	85.78	82.90	4.28	1.50	2.89	138.7	4.8	129.7	
	66-64	60.0	84.40	84.27	30.0	0.8	83.10	82.86	1.30	1.41	1.36	65.0	4.8	56.0	30.0	0.8	82.90	82.47	1.50	1.80	1.65	79.2	4.8	70.2	
	64-64	52.0	84.66	84.27	30.0	0.8	83.36	82.94	1.30	1.33	1.32	54.7	4.2	46.9	30.0	0.8	83.16	82.47	1.50	1.80	1.65	68.6	4.2	60.8	
	65-1+1	51.0	84.27	81.80	30.0	0.8	82.86	80.46	1.41	1.34	1.38	56.1	4.1	48.4	30.0	0.8	82.47	80.27	1.80	1.53	1.67	67.9	4.1	60.2	
	141-42	51.0	81.80	81.00	30.0	0.8	80.46	79.70	1.34	1.30	1.32	53.9	4.1	46.2	30.0	0.8	80.27	79.45	1.53	1.55	1.54	62.8	4.1	55.1	
	142-143	51.0	81.00	79.29	30.0	0.8	79.70	77.97	1.30	1.32	1.31	53.4	4.1	45.8	30.0	0.8	79.45	77.72	1.55	1.57	1.56	63.6	4.1	56.0	
	143-144	51.0	79.29	76.25	30.0	0.8	77.40	74.95	1.89	1.30	1.60	65.1	4.1	57.4	30.0	0.8	77.20	74.75	2.09	1.50	1.80	73.2	4.1	65.6	
	144-45	51.0	76.25	74.83	30.0	0.8	74.95	73.52	1.30	1.31	1.31	53.2	4.1	45.6	30.0	0.8	74.75	73.27	1.50	1.56	1.53	62.4	4.1	54.7	
	69-70	52.0	87.20	82.56	30.0	0.8	83.76	81.26	3.44	1.30	2.37	98.6	4.2	90.8	30.0	0.8	83.56	81.06	3.64	1.50	2.57	106.9	4.2	99.1	
	70-71	51.0	82.56	82.94	30.0	0.8	81.26	81.16	1.30	1.78	1.54	62.8	4.1	55.1	30.0	0.8	81.06	80.96	1.50	1.98	1.74	71.0	4.1	63.3	
	71-72	51.0	82.94	82.73	30.0	0.8	81.16	81.01	1.78	1.72	1.75	71.4	4.1	63.7	30.0	0.8	80.96	80.86	1.98	1.87	1.93	78.5	4.1	70.9	
	73-7	45.0	83.74	82.73	30.0	0.8	82.44	81.41	1.30	1.32	1.31	47.2	3.6	40.4	30.0	0.8	82.25	81.22	1.49	1.51	1.50	54.0	3.6	47.2	
	85-72	52.0	84.27	82.73	30.0	0.8	82.97	81.41	1.30	1.32	1.31	54.5	4.2	46.7	30.0	0.8	82.77	81.22	1.50	1.51	1.51	62.6	4.2	54.8	
	72-1-0	50.0	82.73	81.64	30.0	0.8	81.01	80.31	1.72	1.33	1.53	61.0	4.0	53.5	30.0	0.8	80.86	80.16	1.87	1.48	1.68	67.0	4.0	59.5	
	140-139	50.0	81.64	80.93	30.0	0.8	80.31	79.61	1.33	1.32	1.33	53.0	4.0	45.5	30.0	0.8	80.16	79.41	1.48	1.52	1.50	60.0	4.0	52.5	
	139-138	50.0	80.93	80.96	30.0	0.8	79.61	79.16	1.32	1.80	1.56	62.4	4.0	54.9	30.0	0.8	79.41	78.26	1.52	2.70	2.11	84.4	4.0	76.9	
	138-137	50.0	80.96	77.70	30.0	0.8	78.80	76.40	2.16	1.30	1.73	69.2	4.0	61.7	30.0	0.8	78.26	75.86	2.70	1.84	2.27	90.8	4.0	83.3	
	137-136	50.0	77.70	74.95	30.0	0.8	76.05	73.65	1.65	1.30	1.48	59.0	4.0	51.5	30.0	0.8	75.86	73.46	1.84	1.49	1.67	66.6	4.0	59.1	
	73-132	60.0	83.74	83.61	30.0	0.8	82.44	82.26	1.30	1.35	1.33	63.6	4.8	54.6	30.0	0.8	82.24	82.06	1.50	1.55	1.53	73.2	4.8	64.2	
	132-133	60.0	83.61	83.01	30.0	0.8	82.26	81.66	1.35	1.35	1.35	64.8	4.8	56.8	30.0	0.8	82.06	81.52	1.55	1.49	1.52	73.0	4.8	63.9	
	133-134	60.0	83.01	79.20	30.0	0.8	80.78	77.90	2.23	1.30	1.77	84.7	4.8	75.7	30.0	0.8	80.58	77.70	2.43	1.50	1.97	94.3	4.8	85.3	
	134-135	60.0	79.20	75.30	30.0	0.8	76.88	74.00	2.32	1.30	1.81	86.9	4.8	77.8	30.0	0.8	76.68	73.80	2.52	1.50	2.01	96.5	4.8	87.4	
	135-136	45.0	75.30	74.95	30.0	0.8	74.00	73.64	1.30	1.31	1.31	47.0	3.6	40.2	61.0	1.2	73.17	72.95	2.13	2.00	2.07	111.5	5.4	93.0	
	136-145	52.0	74.95	74.83	38.0	0.9	73.64	73.07	1.31	1.76	1.54	71.8	4.7	61.3	61.0	1.2	72.95	72.44	2.00	2.39	2.20	137.0	6.2	115.5	
06	60-59	60.0	86.50	85.32	30.0	0.8	86.4	84.02	2.18	1.30	1.74	89.6	4.0	62.1	30.0	0.8	85.92	83.62	2.68	1.80	2.24	99.6	4.0	82.1	
	59-1+1	53.0	85.32	82.35	30.0	0.8	83.6	81.05	1.73	1.30	1.51	64.2	4.2	56.2	30.0	0.8	83.39	80.85	1.93	1.50	1.72	72.7	4.2	64.7	
	151-152	53.0	82.35	79.74	30.0	0.8	81.0	78.44	1.37	1.30	1.33	56.6	4.2	48.6	30.0	0.8	80.78	78.24	1.57	1.50	1.54	65.1	4.2	57.1	
	152-153	54.0	79.74	77.97	30.0	0.8	78.4	76.66	1.30	1.31	1.31	56.4	4.3	48.2	30.0	0.8	78.24	76.46	1.50	1.51	1.51	65.0	4.3	56.9	
	153-154	53.0	77.97	77.27	30.0	0.8	76.7	75.97	1.31	1.30	1.31	55.3	4.2	47.3	30.0	0.8	76.46	75.77	1.51	1.50	1.51	63.8	4.2	55.8	

SISTEMA	TRAMO	LONG	PROYECTO DE TESIS											PROYECTO DEL COYOACÁN											OBSERVACIONES
			COT TERRENO		DIAM	ANCHO	COT PLANT		PROF DE POZOS (m)			VOLUMENES (m³)			DIAM	ANCHO	COT PLANT		PROF DE POZOS (m)			VOLUMENES (m³)			
			INICIAL	FINAL			INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MEDIA	EXCAV	PLANT	RELL			INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MEDIA	EXCAV	PLANT	RELL	
06	164-165	53.0	77.27	76.39	30.0	0.8	75.97	75.07	1.30	1.32	1.31	55.5	4.2	47.6	30.0	0.8	75.77	73.23	1.50	3.16	2.33	98.8	4.2	90.8	
	155-166	57.0	76.39	73.33	30.0	0.8	74.77	72.03	1.62	1.30	1.46	66.6	4.6	58.0	30.0	0.8	74.57	71.83	1.82	1.50	1.66	75.7	4.6	67.1	
	56-57	57.0	87.37	86.05	30.0	0.8	86.07	84.70	1.30	1.35	1.33	60.4	4.6	51.8	30.0	0.8	85.87	84.56	1.50	1.49	1.50	68.2	4.6	59.6	
	57-58	58.0	86.05	84.73	30.0	0.8	84.70	83.42	1.35	1.31	1.33	61.7	4.6	53.0	30.0	0.8	84.56	83.23	1.49	1.50	1.50	69.4	4.6	60.6	
	59-58	57.0	85.32	84.73	30.0	0.8	84.02	83.39	1.30	1.34	1.32	60.2	4.6	51.6	30.0	0.8	83.86	83.23	1.46	1.50	1.48	67.5	4.6	58.9	
	58-160	55.0	84.73	81.00	30.0	0.8	82.34	79.70	2.39	1.30	1.85	81.2	4.4	72.9	30.0	0.8	81.70	79.50	3.03	1.50	2.27	99.7	4.4	91.4	
	160-159	55.0	81.00	79.87	30.0	0.8	79.70	78.55	1.30	1.32	1.31	57.6	4.4	49.4	30.0	0.8	79.50	78.40	1.50	1.47	1.49	65.3	4.4	57.1	
	159-158	55.0	79.87	78.91	30.0	0.8	78.55	77.56	1.32	1.35	1.34	58.7	4.4	50.5	30.0	0.8	78.40	77.41	1.47	1.50	1.49	65.3	4.4	57.1	
	158-157	55.0	78.91	74.58	30.0	0.8	75.92	73.28	2.99	1.30	2.15	94.4	4.4	86.1	30.0	0.8	75.72	73.08	3.19	1.50	2.35	103.2	4.4	94.9	
	157-156	55.0	74.58	73.33	30.0	0.8	73.28	72.02	1.30	1.31	1.31	57.4	4.4	49.1	30.0	0.8	73.08	71.82	1.50	1.51	1.51	66.2	4.4	57.9	
	156-155	51.0	73.33	71.74	38.0	0.9	71.94	70.36	1.39	1.38	1.39	63.6	4.6	53.2	30.0	0.8	71.83	70.24	1.50	1.50	1.50	61.2	4.1	53.5	
	58-16	47.0	84.73	81.35	30.0	0.8	82.31	80.05	2.42	1.30	1.86	69.9	3.8	62.9	30.0	0.8	82.10	79.84	2.63	1.51	2.07	77.8	3.8	70.7	
	161-162	47.0	81.35	79.48	30.0	0.8	80.05	78.17	1.30	1.31	1.31	49.1	3.8	42.0	30.0	0.8	79.84	77.68	1.51	1.80	1.65	62.2	3.8	55.1	
	162-163	51.0	79.48	77.60	30.0	0.8	78.17	76.28	1.31	1.32	1.32	53.7	4.1	46.0	30.0	0.8	77.68	76.10	1.80	1.50	1.65	67.3	4.1	59.6	
	163-164	52.0	77.60	76.45	30.0	0.8	76.28	75.14	1.32	1.31	1.32	54.7	4.2	46.9	30.0	0.8	76.10	74.96	1.50	1.49	1.50	62.2	4.2	54.4	
	164-165	52.0	76.45	74.00	30.0	0.8	75.14	72.70	1.31	1.30	1.31	54.3	4.2	46.5	30.0	0.8	74.96	72.52	1.49	1.48	1.49	61.8	4.2	53.9	
	165-166	51.0	74.00	71.74	30.0	0.8	72.70	70.41	1.30	1.33	1.32	53.7	4.1	46.0	30.0	0.8	72.52	70.17	1.48	1.57	1.53	62.2	4.1	54.5	
	166-167	26.0	71.74	71.51	38.0	0.9	70.36	69.66	1.38	1.85	1.62	37.8	2.3	32.5	30.0	0.8	70.24	70.01	1.50	1.50	1.50	31.2	2.1	27.3	
	167-168	23.0	71.51	70.79	30.0	0.8	69.66	69.04	1.85	1.75	1.80	33.1	1.8	29.7	30.0	0.8	70.01	69.30	1.50	1.49	1.50	27.5	1.8	24.0	
	162-10	50.0	79.48	77.20	30.0	0.8	78.18	75.88	1.30	1.32	1.31	52.4	4.0	44.9	30.0	0.8	77.98	75.68	1.50	1.52	1.51	60.4	4.0	52.9	
	170-171	50.0	77.20	75.66	30.0	0.8	75.88	74.33	1.32	1.33	1.33	53.0	4.0	45.5	30.0	0.8	75.68	73.88	1.52	1.78	1.65	66.0	4.0	58.5	
	171-159	58.0	75.66	75.00	30.0	0.8	74.33	73.70	1.33	1.30	1.32	61.0	4.6	52.3	30.0	0.8	73.88	73.47	1.78	1.53	1.66	76.8	4.6	68.1	
	169-158	58.0	75.00	70.79	30.0	0.8	72.27	69.49	2.73	1.30	2.02	93.5	4.6	84.8	30.0	0.8	72.07	69.29	2.93	1.50	2.22	102.8	4.6	94.0	
	168-155	22.0	70.79	69.59	45.0	1.0	68.72	68.14	2.07	1.45	1.76	38.7	2.7	33.0	30.0	0.8	69.15	68.09	1.64	1.50	1.57	27.6	1.8	24.3	
	171-172	43.0	75.66	76.00	30.0	0.8	74.36	74.27	1.30	1.73	1.52	52.1	3.4	45.6	30.0	0.8	74.16	73.95	1.50	2.05	1.78	61.1	3.4	54.6	
	172-173	44.0	76.00	72.27	30.0	0.8	73.08	70.97	2.92	1.30	2.11	74.3	3.5	67.6	30.0	0.8	72.90	70.79	3.10	1.48	2.29	80.6	3.5	74.0	
	173-174	43.0	72.27	70.65	30.0	0.8	70.97	69.34	1.30	1.31	1.31	44.9	3.4	38.4	30.0	0.8	70.79	69.15	1.48	1.50	1.49	51.3	3.4	44.8	
	174-175	46.0	70.65	69.59	30.0	0.8	69.34	68.28	1.31	1.31	1.31	48.2	3.7	41.3	30.0	0.8	69.15	68.09	1.50	1.50	1.50	55.2	3.7	48.3	

TOTAL DE VOLÚMENES DE EXCAVACION

14237.7 840.6 12502.1

TOTAL DE VOLÚMENES DE EXCAVACION

16528.0 945.5 14760.3

CONCEPTO	UNIDAD	P.U.	TESIS		DELEGACIONAL	
			CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE
TRAZO Y NIVELACIÓN	M ²	1.12	8,406.40	9,415.17	8,459.50	9,474.64
CORTE CON SIERRA EN PAVIMENTO ASFÁLTICO DE 5 CM PROF	ML	4.07	2,058.00	8,376.06	2,058.00	8,376.06
DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO	M ³	41.23	420.32	17,329.79	422.98	17,439.47
EXCAV DE CEPA EN MATERIAL TIPO III CON EQPO. NEUMÁTICO						
CON PROFUNDIDAD DE 0.00 A 2.00 MTS	M ³	144.49	9,870.20	1,426,145.20	9,784.40	1,413,747.96
CON PROFUNDIDAD DE 2.00 A 4.00 MTS	M ³	163.40	4,367.80	713,698.52	6,531.00	1,067,165.40
CON PROFUNDIDAD DE 4.00 A 6.00 MTS	M ³	204.08	0.00	0.00	212.70	43,407.82
CAMA DE TEZONTLE PARA RECIBIR TUBERÍA DE CONCRETO SIMPLE	M ³	67.54	840.64	56,776.83	845.95	57,135.46
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE CONCRETO						
TUBERÍA DE 0.15 M DE DIÁMETRO	ML	34.70				
TUBERÍA DE 0.30 M DE DIÁMETRO	ML	65.84	8,052.00	530,143.68	7,762.00	511,050.08
TUBERÍA DE 0.38 M DE DIÁMETRO	ML	88.95	932.00	82,901.40	1,159.00	103,093.05
TUBERÍA DE 0.45 M DE DIÁMETRO	ML	121.48	640.00	77,747.20	614.00	74,588.72
TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO DE 0.61 M DE DIÁMETRO	ML	450.15	405.00	182,310.75	494.00	222,374.10
CONST DE POZO DE VISITA, INCLUYE MATERIAL NECESARIO						
CON PROFUNDIDAD HASTA DE 1.50 A R.H	PZA	1,056.02	91.00	96,097.82	46.00	48,576.92
CON PROFUNDIDAD HASTA DE 1.75 A R.H	PZA	1,293.55	21.00	27,164.55	35.00	45,274.25
CON PROFUNDIDAD HASTA DE 2.00 A R.H	PZA	1,414.53	13.00	18,388.89	34.00	48,094.02
CON PROFUNDIDAD HASTA DE 2.25 A R.H	PZA	1,580.23	14.00	22,123.22	14.00	22,123.22
CON PROFUNDIDAD HASTA DE 2.50 A R.H	PZA	1,754.96	10.00	17,549.60	11.00	19,304.56
CON PROFUNDIDAD HASTA DE 2.75 A R.H	PZA	2,146.30	7.00	15,024.10	10.00	21,463.00
CON PROFUNDIDAD HASTA DE 3.00 A R.H	PZA	2,504.44	7.00	17,531.08	6.00	15,026.64
CON PROFUNDIDAD HASTA DE 3.25 A R.H	PZA	2,454.82	5.00	12,274.10	7.00	17,183.74
CON PROFUNDIDAD HASTA DE 3.50 A R.H	PZA	2,618.85	5.00	13,094.25	2.00	5,237.70
CON PROFUNDIDAD HASTA DE 3.75 A R.H	PZA	2,830.66	1.00	2,830.66	4.00	11,322.64
CON PROFUNDIDAD HASTA DE 4.00 A R.H	PZA	3,080.38	2.00	6,160.76	1.00	3,080.38
CON PROFUNDIDAD HASTA DE 4.25 A R.H	PZA	3,298.74	2.00	6,597.48	3.00	9,896.22
CON PROFUNDIDAD HASTA DE 4.50 A R.H	PZA	3,519.97	0.00	0.00	2.00	7,039.94
CON PROFUNDIDAD HASTA DE 4.75 A R.H	PZA	3,732.05	0.00	0.00	0.00	0.00
CON PROFUNDIDAD HASTA DE 5.00 A R.H	PZA	3,930.75	0.00	0.00	1.00	3,930.75
CON PROFUNDIDAD HASTA DE 5.25 A R.H	PZA	4,102.69	0.00	0.00	1.00	4,102.69
SUMINISTRO E INST DE BROCAL DE CONCRETO REF, BASE Y TAPA	PZA	575.00	78.00	44,850.00	77.00	44,275.00
RELLENO Y COMPACTACIÓN DE CEPA CON MATERIAL DE BANCO	M ³	87.73	14,238.00	1,249,099.74	16,528.10	1,450,010.21
RECONSTRUCCIÓN DE CARPETA ASFALTICA	M ²	48.91	420.32	20,557.85	422.98	20,687.95
ACARREO EN CAMIÓN AL 1ER KM	M ³	17.35	14,658.32	254,321.85	16,951.08	294,101.24

TOTAL	\$	4,928,510.55	\$	5,618,583.82
--------------	----	--------------	----	--------------

V) *DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.*

La meta de las fases de diseño es lograr un sistema de alcantarillado que funcione correctamente, aún en situaciones críticas. Sin embargo, el que esta meta se logre depende, no solamente de tener un buen proyecto, sino de la adecuada operación y conservación de las alcantarillas y sus accesorios. Generalmente, los sistemas de alcantarillado sufren muchos abusos, por la idea errónea de que dichos sistemas pueden usarse para eliminar cualquier sustancia u objeto no deseado; lo que ocurre, en parte, por la ausencia de reglamentos que normen el uso adecuado de los sistemas. Tales abusos pueden causar daños masivos a los sistemas, agravar los problemas de tratamiento de agua y convertir los sistemas en una amenaza para la seguridad pública.

Las consecuencias más comunes de un mal uso de un sistema de alcantarillado son las siguientes:

- Explosiones e incendios por la eliminación de sustancias inflamables o explosivas a través del alcantarillado.
- Obstrucción del alcantarillado por la acumulación de hojas, lodo, grasa y diversos desechos.
- Daño físico en el sistema, causado por la descarga de desechos corrosivos o abrasivos
- Dificultad en el tratamiento de agua residual por la presencia de desperdicios no susceptibles a tratamientos normales, por ejemplo las sustancias infecciosas de hospitales.

Existe una estrecha relación entre las diferentes fases de un sistema de alcantarillado. A continuación se mencionan algunas de estas interrelaciones.

- La capacidad, estructuración y detalles de un proyecto de alcantarillado no serán satisfactorios amén de que la fase de estudios preliminares se realice con datos actualizados y que se haga en forma completa.
- Una adecuada estimación preliminar del costo es esencial para poder elaborar un plan financiero correcto y para que las fases subsecuentes no sean riesgosas.
- Un diseño inadecuado, o planos y especificaciones mal preparados pueden causar confusión en la construcción, costos más altos, fracaso en la red al no lograr el funcionamiento deseado e inclusive, fallas estructurales e hidráulicas de los componentes del sistema.
- Una ejecución correcta durante la fase de construcción es necesaria para alcanzar la calidad y las características deseadas en un buen diseño. La bondad de éste puede perderse por incompetencia o mal manejo de la fase de construcción.
- Todos los sistemas de alcantarillado tienen ciertos componentes que requieren de operación y mantenimiento, que deben preverse con anterioridad.

El siguiente glosario define términos y clasificaciones de sistemas.

Agua residual. Excedente del agua utilizada por una comunidad y que resulta de la combinación de líquidos y desperdicios de casas, oficinas industrias y comercios, y de agua de lluvia que escurre de patios y azoteas.

Alcantarillado sanitario. Sistema de conductos utilizados para la eliminación de las aguas residuales de las zonas urbanas.

Alcantarillado pluvial. Sistema de conductos utilizados para la eliminación exclusiva de las aguas pluviales y superficiales de una zona urbana.

Alcantarillado combinado. Sistema de conductos utilizados para la eliminación simultánea de aguas residuales y pluviales de las zonas urbanas.

Alcantarillado mixto. Sistema de conductos utilizados en algunas partes del área servida para captar solamente aguas residuales; en ciertas ocasiones se realizan diseños para captar agua de lluvia; y en otras más, se combinan estos dos tipos.

Albañal sanitario exterior. Tramo de tubería que conecta al albañal interior con el sistema de alcantarillado público; la tubería es de concreto simple, de 0.15 m de diámetro. También se conoce como descarga domiciliaria.

Albañal pluvial. Tramo de tubería que conecta la caja de la boca de tormenta con el sistema de alcantarillado público. La tubería es de concreto simple, de 0.15 m de diámetro en coladeras de piso o banquetas, y de 0.20 m en coladeras de piso y banquetas.

Atarjeas. Conducto que recibe las descargas domiciliarias y las aguas captadas por las coladeras pluviales. Es aquél elemento del sistema de alcantarillado que recibe las aguas provenientes de un áreas tributaria pequeña. Generalmente, esta formado por tuberías de concreto simple con diámetro de 0.30 a 0.45 m.

Atarjea madrina. Conducto lateral de poco diámetro y profundidad que recibe directamente las aguas de descargas domiciliarias y pluviales; las conduce a los colectores, cuando no es posible que estos mismos las reciban en su recorrido, por su diámetro y profundidad. Normalmente, el diámetro de las atarjeas madrinas es de 0.30 a 0.45 m; la tubería es de concreto simple.

Colector Conducto que recibe las descargas de atarjeas madrinas de un área tributaria externa, y las conduce hasta un emisor. Generalmente está formado por tuberías de concreto reforzado, con diámetros de 0.60 a 2.44 m.

Emisor. Conducto de grandes dimensiones utilizado para conducir las aguas de varios colectores hacia el sitio de vertido o de tratamiento. Generalmente está formado por tuberías de más de 2.44 m de diámetro, de concreto reforzado.

Sistema de alcantarillado semiprofundo y profundo. Sistema de emisores del D. D. F. localizados a gran profundidad; su ubicación es de 8 m a 20 m en el caso del semiprofundo, y de más de 20 m en el caso del profundo. Está formado por tuberías en túnel con dobelas de concreto reforzado, cuyo diámetro interior oscila entre 2.50 y 6.50 m. Este término se incluye con el fin de completar las definiciones de todos los conductos de diferentes diámetros que forman un sistema de alcantarillado.

V.1.- Consideraciones rectoras del proyecto.

V.1.1. Gastos básicos de proyecto.

Los diversos usos del agua en una población, determinan que existen diferentes volúmenes en la aportación de las aguas residuales. Quizá una forma de determinar el gasto que conducirá cada tramo de atarjea sería medir directamente la cantidad de la descarga de cada centro de aportación, como son casas habitación, industrias, escuelas, comercios, etc. Sin embargo esto prácticamente es imposible, además de que no tendría la certeza de que los gastos que se miden no sufrirán variación en el transcurso de los años y por otra parte no se considerarían las aportaciones futuras, esto sin contar la variación que ocurre diariamente.

Para facilitar el cálculo del gasto en cada tramo de atarjea, es práctica común en el diseño de alcantarillados, suponer primeramente, que los habitantes de la población se distribuyen uniformemente en la zona de servicio de la red. Esta suposición no está lejos de la realidad, si se considera que el trazo de las atarjeas y en general de la red se hace de acuerdo a la distribución de los centros de aportación. Una segunda suposición es que la aportación

de aguas residuales es uniforme en cada zona cuyas características en cantidad y usos del agua potable, sean similares, así se puede esperar que en una zona habitacional no existan variaciones importantes en la descarga de cada casa, de igual manera una zona industrial tendrá una aportación semejante en su zona pero esta puede ser diferente respecto a la otra.

Sin embargo, cuando no existe una zonificación bien definida y las fábricas y centro de trabajo están intercaladas dentro de una zona habitacional o bien cuando las actividades de una población no son muy variadas, como sucede en muchas poblaciones rurales, es válido considerar una aportación promedio de toda la población en general

Gasto Medio Diario.

La determinación del gasto medio de aguas residuales, corresponde al valor deducido del total del caudal de agua entregado en 24 horas; se calcula utilizando la siguiente expresión:

$$Q_{med} = P * A_p / 86400$$

donde:

Q_{med} = gasto medio en lts/seg

P = población de proyecto; habitantes

A_p = aportación de aguas residuales en lts/hab/día

86400 = número de segundos que tiene un día

Así, el cálculo del gasto medio en cualquier tramo de la red puede hacerse con base en la densidad de población y la aportación.

Gasto Mínimo.

El gasto mínimo es el menor de los valores de escurrimiento que normalmente se presentará en la conducción. La experiencia ha determinado que para efectos de cálculo, se

acepte como criterio que el valor del gasto mínimo en un flujo variable de aguas residuales sea igual a la mitad del gasto medio, es decir:

$$Q_{\text{mín}} = Q_{\text{med}} / 2$$

En la elaboración de proyectos generalmente se acepta como gasto mínimo el calculado con la ecuación anterior. Sin embargo, en los casos en que se tenga gastos muy pequeños, se acepta como cuantificación práctica del gasto mínimo probable de aguas residuales, el número de descargas simultáneas al alcantarillado, y aceptando que la descarga de un inodoro es de 1.5 lts/seg y el número de descargas simultáneas al alcantarillado, está de acuerdo al diámetro del conducto receptor. A continuación se transcribe la tabla V.1 de recomendaciones de la SAHOP en la cual se detallan estos gastos para distintos diámetros.

TABLA V.1

DIÁMETRO (cm)	No.DE DESCARGAS SIMULTÁNEAS	APORTACIÓN POR DESCARGA (lts/seg)	GASTO MÍNIMO DE AGUAS NEGRAS (lts/seg)
20	1	1.5	1.5
25	1	1.5	1.5
30	2	1.5	3.0
38	2	1.5	3.0
45	3	1.5	4.5
61	5	1.5	7.5
76	8	1.5	12.0
91	12	1.5	18.0
107	17	1.5	25.5
122	23	1.5	34.5
152	30	1.5	45.0
183	38	1.5	57.0
213	47	1.5	70.5
244	57	1.5	85.5

Los gastos mínimos que consigna la tabla son siempre mayores que los calculados con la fórmula expresada anteriormente, de $Q_{\text{mín}}$.

Gasto Máximo.

El gasto máximo es el máximo valor que se considera se puede presentar en un instante dado, por ello también se le conoce como gasto instantáneo. Este valor determina la capacidad requerida de las tuberías, con el fin de que puedan conducir los máximos gastos que se pueden presentar.

El gasto máximo instantáneo resulta de la multiplicación del gasto medio por la suma de dos coeficientes, uno de variación y otro de previsión. Estos factores en general, consideran la variación que existe en las aportaciones.

- Coeficiente de variación o coeficiente de Harmon (C.V.)

Este coeficiente, trata de cubrir la variabilidad en las aportaciones por descargas domiciliarias durante el año y el día. En México se ha aceptado como un valor bastante aproximado, el propuesto empíricamente por W. G. Harmon y que se expresa de la siguiente manera:

$$C.V. = 14 / (4 + P^{1/2})$$

Donde:

P = población de proyecto en miles de habitantes

C.V. = coeficiente de variación

Es válido determinar este coeficiente hasta una población de 182,250 habitantes. Para una población mayor, este coeficiente será igual a 0.8, es decir, se acepta que para un valor mayor de 182,250 usuarios, la variación no sigue la ley establecida por Harmon.

- Coeficiente de previsión (C.P.)

Éste coeficiente trata de prever los excesos de aportación que pueden ocurrir por concepto de aguas pluviales exclusivamente domiciliarias o bien por el producto de un crecimiento demográfico explosivo que aumentaría un consumo no previsto.

Los valores de este coeficiente varían de 1.0 a 2.0, normalmente se toma el valor de 1.5, pero es práctica en nuestro medio considerarlo como la unidad.

La suma de estos dos últimos coeficientes (variación y previsión) dan como resultado el coeficiente designado comúnmente como M del gasto medio diario del día de máxima aportación y se expresa como:

$$M = C.V. + C.P.$$

$$M = 1 + 14/(4 + P^{1/2})$$

Por lo que el gasto máximo quedaría expresado como:

$$Q_{\text{máx}} = M * Q_{\text{med}}$$

$$Q_{\text{máx}} = Q_{\text{med}} * [1 + 14/(4 + P^{1/2})]$$

Por norma el coeficiente de Harmon se aplica en tramos que tienen 1000 y hasta 63450 habitantes, el coeficiente $M = 2.17$, en caso contrario se considera constante e igual a 3.8.

Gasto máximo extraordinario.

Este gasto prevé los excesos de las descargas a la red de alcantarillado. El gasto máximo previsto se obtiene multiplicando el gasto máximo instantáneo por el coeficiente de previsión. Coeficiente de previsión (C. P.).- Este coeficiente trata de prever los excesos de aportación que pueden ocurrir por concepto de aguas pluviales exclusivamente domiciliarias o bien por el producto de un crecimiento demográfico explosivo que aumentaría un consumo

no previsto. El valor del coeficiente de previsión es de 1.5.

$$Q_{\text{máx. prev.}} = Q_{\text{máx. inst.}} * (1.5)$$

Gastos Adicionales.

Al gasto máximo calculado debe adicionarse las aportaciones que no se hubieran considerado en la determinación del gasto medio, entre estas aportaciones pueden considerarse las debidas a la infiltración.

La infiltración es la filtración de agua al interior de las tuberías. La mayor parte del gasto por infiltración se debe a los escurrimientos a través de las juntas de las tuberías y otra cantidad menor por medio de las paredes o por las obras anexas de estas y que ven reducida su capacidad efectiva de conducción. La cantidad de agua que se infiltra depende principalmente de los siguientes factores:

- Control de calidad en la construcción de tuberías.
- Impermeabilización interior de las tuberías.
- Calidad de junteo.
- Tipo de suelo.
- Altura del nivel freático.
- Dimensiones de la tubería.

Para cuantificar el gasto de infiltración se utilizan los siguientes valores. En los casos en que el nivel del manto de aguas freáticas este muy alto y que sea necesario instalar las tuberías dentro de la zona de influencia de éste, el caudal que por concepto de infiltraciones debe sumarse al de aguas negras para determinar la capacidad que se requiere de las tuberías puede estimarse de acuerdo a lo siguiente: los valores de infiltración pueden variar de 11,800

lts/día/km (0.136 lts/seg/km) a 94,400 lt/día/km (1.092 lt/seg/km), pudiendo en la mayoría de los casos en que se considere tomar el valor medio igual a 0.614 lts/seg/km.

Determinación del gasto máximo por medio de nomogramas

Para facilitar el cálculo del gasto medio y el gasto máximo, utilizando el coeficiente de Harmon:

$$M = 1 + 14 / (4 + P^{1/2})$$

Se ha elaborado un nomograma que relaciona la longitud de la red de tubería, la población, la aportación y el gasto. En todos los casos los datos de dichas variables pueden ser de toda la población o de una zona de ella. Este nomograma se presenta en la siguiente página, en ella se explica el significado de la simbología que se utiliza en las diversas escalas y se explica, asimismo, su utilización.

V.1.2. Velocidades de escurrimiento permisibles.

La velocidad de escurrimiento en una tubería, debe ser suficiente para impedir la sedimentación de limos y materiales orgánicos o mineral ligero. Tal velocidad es aproximadamente de 30 cm/seg, que debe ser la existente para escurrimiento en tiempo seco. La experiencia ha demostrado que cuando las velocidades están abajo de este nivel, puede ocurrir la decantación de los sólidos. Bajo estas condiciones la velocidad mínima tolerable de 30 cm/seg, se registra cuando el conducto lleva aproximadamente un 17% de su capacidad total.

La velocidad mínima cuando el tubo sea calculado como totalmente lleno, será de unos 60 cm/seg, que es equivalente a los 30 cm/seg con gasto mínimo.

La máxima velocidad tolerable es aproximadamente de 3 m/seg con el objeto de evitar una erosión en la base del conducto. No es conveniente que las velocidades sean mayores que

NOMOGRAMA DE MANNING



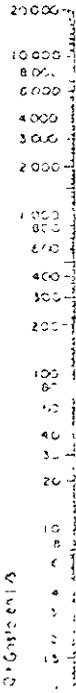
S = Pendiente M. por 100 en milímetros

$$v = \frac{1}{n} r^{2/3} s^{1/2}$$

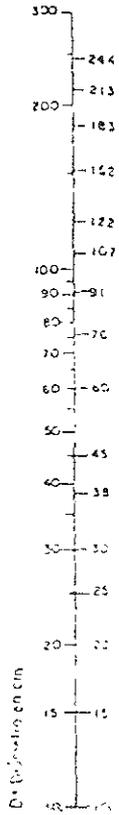
$n = 0.013$



v = Vel. en m/s



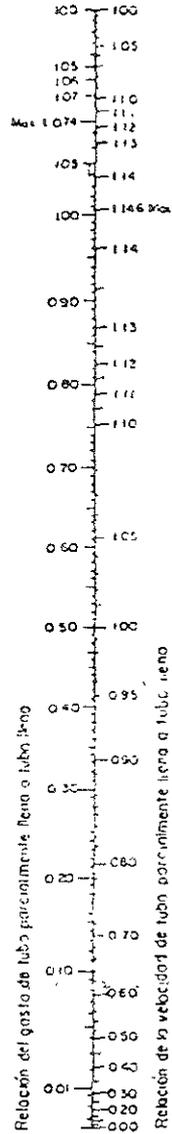
Q = Gasto en l/s



D = Diámetro en cm



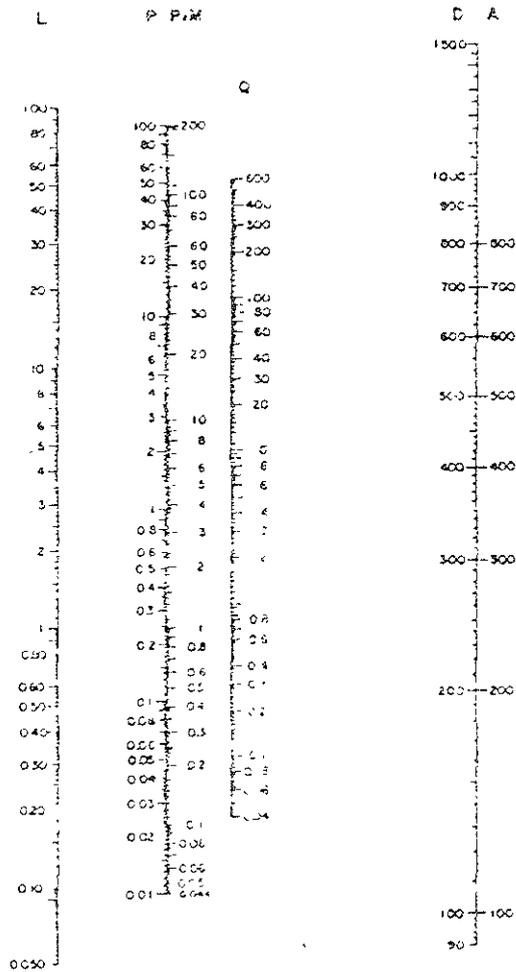
Relación del gasto de tubo parcialmente lleno a tubo lleno



Relación del gasto de tubo parcialmente lleno a tubo lleno

Relación de la velocidad de tubo parcialmente lleno a tubo lleno

NOMOGRAMA DE MANNING



L = longitud en kilometros

D = densidad de poblacion en hab/km

A = aportacion en lts /hab /dia

P = poblacion en miles

Q = gasto en lts /seg

$$M = \text{coeficiente de Harmon} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

Para poblaciones mayores de 100 000 hab el coef de Harmon conserva un valor constante de 2

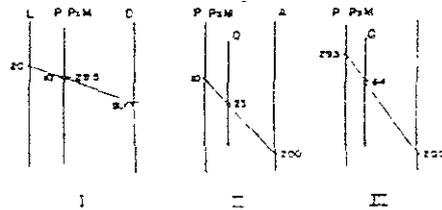
Uso

I. Uniendo L y D se obtiene la poblacion en P, y la poblacion multiplicada por el coeficiente de Harmon en P x M

II Se une el valor de P con A y se lee el gasto medio en Q

III Con A y el valor de P x M llevado a la escala P, se obtiene el gasto mximo en la escala Q

Clave



Ejemplo

L = 20 km P = 10 Q medio = 23
 D = 500 hab / km P x M = 29.5 Q maximo = 64
 A = 200 lts / hab / dia

la velocidad crítica hidráulica, con el objeto de evitar el alto hidráulico y otros fenómenos desfavorables en los escurrimientos no uniformes. En general, una velocidad de cuando menos 90 cm/seg es la deseable, siempre que se logre a un costo razonable.

V.1.3. Pendiente de diseño.

Un concepto asociado a las velocidades de escurrimiento permisible y consecuentemente de los gastos que fluyen en las tuberías, los constituyen las pendientes que deba tener la plantilla para que el sistema funcione con eficiencia, ya que ésta depende de la capacidad de evacuación de las aguas residuales y de las dimensiones que presenta la tubería para el desalojo de dichas aguas.

Las pendientes de las tuberías deben ser tan semejantes como sea posible a las del terreno con objeto de tener excavaciones mínimas.

Pendientes mínimas.

Se tomará en cuenta lo siguiente:

- a) Casos normales: Son aquellos en que se dispone del desnivel topográfico necesario. Se acepta como pendiente mínima aquella que produce una velocidad de 60 cm/seg a tubo lleno.
- b) Casos excepcionales: Comprende los casos en que contando con un desnivel muy pobre, es preciso sacrificar un poco de eficiencia del tramo de la alcantarilla a cambio de evitar la construcción de una planta de bombeo. Se acepta como pendiente mínima lo que hace el gasto mínimo consignado en la tabla V.2, con una velocidad de 30 cm/seg con un tirante igual o mayor de 1.5 cm.

Pendientes máximas.

a) Casos normales: Se presentan cuando existe el desnivel topográfico necesario que permite una máxima reducción del diámetro de la tubería. Se acepta como pendiente máxima, aquella que produce una velocidad máxima de 3.0 m/seg a tubo lleno.

b) Casos excepcionales: También producen un correcto funcionamiento hidráulico, pero el conducto nunca trabaja lleno por ser excesivo el desnivel topográfico, pero logrando la máxima velocidad permitida sin erosionar las paredes del tubo bajo estas condiciones se tienen dos casos para pendiente máxima:

Para gasto mínimo.

La pendiente máxima es aquella que produzca el citado gasto consignado en la tabla V.2, con una velocidad siempre menor de los 3.0 m/s con un tirante igual o mayor de 1cm, por lo cual, solo podrán conducirse como máximo el gasto que escurra con esa pendiente a una velocidad máxima de 3.0 m/seg.

Para gasto máximo:

La pendiente máxima es la que hace escurrir este gasto, a tubo parcialmente lleno con una velocidad que alcanza el máximo permitido de 3.0 m/seg.

V.1.4. Profundidades de excavación.

La profundidad de cualquier alcantarillado sanitario debe ser de preferencia aquella en que todos los albañales domiciliarios trabajen por gravedad, pudiendo ser cualquiera siempre y cuando esté dentro del rango de la mínima y máxima profundidad.

La profundidad mínima debe satisfacer dos condiciones:

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE LA BUENOS AIRES

1. El colchón mínimo necesario para evitar ruptura del conducto ocasionada por cargas vivas deberá ser en general, para tuberías de diámetros hasta 45 cm, de un colchón de 90 cm y para diámetros mayores, de 1.0 m a 1.50 m.

TABLA V.2

DIÁMETRO NOMINAL EN CM	CALCULADAS				PENDIENTE RECOMENDABLE PARA PROYECTOS, EN MILÉSIMOS	
	MÁXIMA V = 3.00 m/seg A TUBO LLENO		MÍNIMA V = 0.60 m/seg A TUBO LLENO		MÁXIMA	MÍNIMA
	PENDIENTE MILÉSIMOS	GASTO lts/seg	PENDIENTE MILÉSIMOS	GASTO lts/seg		
20	82.57	94.24	3.30	18.85	83	4.0
25	61.32	147.26	2.45	29.45	61	2.5
30	48.09	212.06	1.92	42.41	48	2.0
38	35.09	340.23	1.40	68.05	35	1.5
45	28.01	477.13	1.12	95.43	28	1.2
61	18.67	876.74	0.75	175.35	19	0.8
76	13.92	1360.93	0.56	272.19	14	0.6
91	10.95	1951.16	0.44	390.23	11	0.5
107	8.82	2697.61	0.35	539.52	9	0.4
122	7.41	3506.96	0.30	701.39	7.5	0.3
152	5.53	5443.75	0.22	1088.75	5.5	0.3
183	4.31	7890.66	0.17	1578.13	4.5	0.2
213	3.52	10689.82	0.14	2137.96	3.5	0.2
244	2.94	14027.84	0.12	2805.57	3.0	0.2

2. Que permita la correcta conexión de las descargas domiciliarias al alcantarillado municipal aceptando que éste albañal exterior, tendrá como mínimo una pendiente geométrica de 1 % y que el registro interior más próximo al paramento del predio, tenga profundidad mínima de 60 cm.

Plantilla o cama.

Se utiliza una plantilla o cama debajo de una tubería para aumentar la carga que puede soportar. Se construye cuando el fondo de la zanja no tiene la resistencia necesaria para mantener la tubería en situación estable, o cuando la excavación se efectúa en roca, que por su naturaleza y características, no puede incarse para permitir el asiento correcto en toda la longitud de la tubería. El material de la cama será de grava y gravilla de tezontle con tamaño máximo de 2.5 centímetros (1") y mínimo de 0.6 centímetros (1/4"). Esta cama se colocará a todo lo ancho en el fondo de la excavación.

El espesor de la cama variará de acuerdo con el diámetro del tubo como se muestra a continuación:

DIÁMETRO DEL TUBO	ESPESOR DE LA CAMA
De 30 a 60 centímetros	0.10 m
De 76 a 120 centímetros	0.20 m
De 152 a 183 centímetros	0.20 m
De 244 a 300 centímetros	0.40 m
De 350 a 500 centímetros (*)	0.40 a 0.60 m

(*) Para 315 centímetros y mayores, coladas en sitio, será el espesor fijado en los planos del proyecto.

La profundidad máxima de instalación de los conductos es función de la topografía del lugar, pues para determinarla debe considerarse que el sistema debe trabajar por gravedad en lo posible además de considerar los siguientes puntos:

1. Tipo, características y resistencia de las tuberías, clase del terreno en que se instalen y clase de cama que les servirá de apoyo.

2. Por dificultades originadas por la cohesión del terreno no podemos excavar más allá de una cierta profundidad que nos permita dicha cohesión y sea necesaria la instalación de atarjeas laterales que descarguen el pozo de visita más cercano.

V.1.5. *Anchos de zanjas.*

Los anchos de zanjas destinados a los conductos deben excavarse lo más estrechos posibles, pero a su vez permitiendo la correcta colocación de la tubería y sea suficiente para poder hacer e inspeccionar las juntas, a demás de que disminuye el material de excavación y facilita que el relleno pueda quedar bien consolidado.

Una anchura mayor que la indispensable aumenta la carga que se transmite a la tubería y aumenta el volumen de excavación.

En general todas las tuberías deben de instalarse en zanjas cuyas paredes como mínimo deban ser verticales hasta el lomo del tubo. En zanjas profundas las paredes laterales se hacen con un cierto talud para minorar la posibilidad de un deslave y en algunos casos para facilitar la construcción de las obras especiales. Para los casos en la cual la excavación se haga en lugares donde el material del terreno sea muy suelto como en arena o limo-arenoso, será necesario recurrir a un ademe.

La dimensión mínima del ancho de la zanja para facilitar maniobras se muestran en la tabla V.3 y que cumple con lo especificado por la teoría de Marston. Dicha teoría para anchos de zanja indica que:

Para tuberías con diámetro de hasta 45 cm, la fórmula para calcular el ancho de la zanja es

$$B = \varnothing + 50 \text{ cm}$$

Para tuberías con diámetros mayores de 45 cm la fórmula a emplear será

$$B = \varnothing + 60 \text{ cm}$$

donde: B = ancho de la zanja

\varnothing = diámetro de la tubería en cm.

V.1.6. Periodo económico del proyecto.

La construcción de esta clase de obras origina fuertes inversiones por lo cual deben proyectarse para servir eficientemente a un número de habitantes mayor que el existente cuando se elabore el proyecto para el alcantarillado.

TABLA V.3

DIÁMETRO DEL TUBO (cm)	ANCHO DE LA ZANJA (cm)
20	65
25	70
30	80
38	90
45	100
61	120
76	140
91	175
107	195
122	215
152	250
183	285
213	320
244	355

Consecuencia de ello es que el lapso en que se proyecte proporcionar servicio eficiente sea amplio; pero no demasiado, porque el costo de la obra aumentaría notablemente.

Considerando lo anterior, las erogaciones que se realicen se deberán hacer con cargo a todos los usuarios (actuales y futuros) del servicio de acuerdo con el estudio financiero que se haya realizado. La determinación del periodo de tiempo durante el cual se proyecte proporcionar servicio eficiente, el cual suele llamársele periodo económico de la obra, debe hacerse también atendiendo a la vida útil de los materiales que se usen en la construcción del sistema y la del equipo mecánico necesario para operarlo, pues de otra manera, los costos de reparaciones harían incontables el funcionamiento del sistema.

Fue regla general, considerar que el periodo económico de un proyecto de alcantarillado varía de 20 a 25 años, por lo que respecta a las obras en sí, y de 12 a 15 años en lo referente al equipo mecánico, (independientemente de su naturaleza y características) que se emplee para operar el sistema; no obstante para fijar este periodo, la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado se auxilia del estudio de factibilidad técnica y económica que en cada caso particular se realiza; su valor queda generalmente comprendido entre los siguientes:

- I. Para localidades de 2,500 a 15,000 usuarios de proyecto, 6 a 10 años.
- II. Para poblaciones con más de 15,000 usuarios de proyecto, 15 a 20 años.
- III. Actualmente en sistemas bien operados, se considera para equipos electromecánicos una vida útil de 10 a 15 años

V.1.7. Población de Proyecto.

La estimación de la población se deberá hacer para un periodo económico de 6 a 20 años, en relación con la magnitud y características de la localidad por servir y del costo probable de las obras. Para el cálculo de la población se utilizarán los métodos establecidos, tales como: aritméticos, geométricos, de extensión gráfica, etc.

V.2.- Datos básicos del proyecto.

La delegación cuenta con una base de datos confiable y actualizada. Se tiene una cobertura amplia de la información estadística. Y para el diseño de la red en esta colonia, se efectuó un estudio particular de la zona.

El funcionamiento del sistema de alcantarillado estará basado en el aprovechamiento de las condiciones topográficas favorables, por lo que se seguirá el escurrimiento de los cauces naturales.

Se utilizará como material para las tuberías el concreto simple, con los diámetros comerciales necesarios resultantes del cálculo.

La finalidad del proyecto, es desalojar de manera eficiente las aguas residuales y pluviales de la zona en estudio, mediante un sistema combinado de alcantarillado.

V.2.1. Número de lotes.

Apoyados en el plano predial de la zona, se contabilizaron 1,490 lotes, a los cuales se les dotara del servicio de alcantarillado. Para fines de cálculo se considera una sección por lotes de 10 x 30 m.

V.2.2. Población de proyecto.

Como resultado de un estudio de censos, se obtuvo una población de proyecto de 7450 habitantes.

V.2.3. Número de habitantes por lote.

Por parte de la Delegación se tiene el dato de 5 habts/lote, en promedio.

V.2.4. Densidad de población lineal.

Para dicho proyecto se tiene el valor de 0.743 hab/m.

V.2.5. Dotación.

Cuando no se tiene el dato de la dotación, se puede hacer uso de la tabla V.4 que proporciona SAHOP, que considera el número de habitantes de proyecto y el tipo de clima.

Para el proyecto se tiene una población de 7450 habitantes y un clima de tipo cálido (ver capítulo II.1.3); por lo que se obtiene, de acuerdo a la tabla, una Dotación de 150 lts/hab/día.

V.2.6. *Coefficiente de aportación.*

Generalmente, la aportación se considera del 75 % al 80 % de la dotación de agua potable, puesto que del 25 % al 20% no llega a las atarjeas, a causa de las pérdidas en las tuberías de distribución, del riego de jardines, parques y calles, del lavado de automóviles, del agua consumida en procesos industriales y operaciones similares.

TABLA V.4

POBLACIÓN DE PROYECTO (habitantes)	TIPO DE CLIMA Dotaciones (lts/hab/día)		
	CÁLIDO	TEMPLADO	FRÍO
De 2,500 a 15,000	150	125	100
De 15,001 a 30,000	200	150	125
De 30,001 a 70,000	250	200	175
De 70,001 a 150,000	300	250	200
De 150,001 a más	350	300	250

De lo anterior se tomará para el proyecto, un coeficiente de aportación del 80 % o sea de 0.8.

V.2.7. *Aportación.*

Es el resultado de multiplicar el coeficiente de aportación que es de 0.8 y la dotación que tiene un valor de 150 lts/hab/día; el producto anterior dá una aportación de 120 lts/hab/día.

V.2.8. *Velocidades permisibles.*

Velocidad mínima = 0.6 m/s

Velocidad máxima = 3.0 m/s

V. 2.9. Fórmulas.

- Gastos.

$$Q_{med} = P * A_p / 86400$$

$$Q_{mín} = Q_{med} / 2$$

$$Q_{máx. inst.} = Q_{med} * M$$

$$Q_{máx ext.} = Q_{max ins} * C_p$$

Donde:

C_p = coeficiente de previsión o seguridad = 1.5

- Manning.

$$V = (1 / n) * R_h^{2/3} * S_p^{1/2}$$

Donde:

n = Coefc. de rugosidad (es usual considerar para la rugosidad del concreto, $n=0.013$ ó $n = 0.015$; se utilizará el valor de $n=0.013$, que es el valor usual para tubería de concreto).

- Continuidad

$$Q = V * A$$

- Gasto pluvial (Método Racional Americano).

$$Q_p = K C i A$$

A continuación se describirá a cada uno de los factores que conforman dicha ecuación

- A.

Area por drenar que corresponde al tramo dada en hectáreas.

- K.

Constante que uniformiza las unidades utilizadas para obtener el gasto en litros/segundos; dicho valor es $K = 2.778$.

- C (coeficiente de escurrimiento).

No toda el agua que cae en una lluvia escurre por la superficie. Primeramente en los lugares donde hay vegetación, es detenida por las hojas, después se evapora de acuerdo a la temperatura ambiente. Enseguida se satura el suelo y por último escurre por la superficie. A esta parte de la lluvia se le llama lluvia en exceso y representa solamente una parte del total de lluvia que cae.

El coeficiente de escurrimiento es la relación que hay entre el volumen de agua que escurre por la superficie y el volumen llovido.

Los principales factores que determinan el coeficiente de escurrimiento son: la permeabilidad, evaporación, vegetación y la distribución no uniforme de la lluvia.

TABLA V.5

1. Techos impermeables	0.75 a 0.95
2. Pavimentos de asfalto en buen estado	0.85 a 0.90
3. Pavimentos empedrados o de adoquín junteados con cemento	0.75 a 0.85
4. Pavimentos de adoquín sin cemento	0.50 a 0.70
5. Pavimentos de terracería	0.25 a 0.60
6. Pavimentos de grava.	0.15 a 0.30
7. Superficies sin pavimentar como patios de ferrocarril y terrenos si construir.	0.10 a 0.30
8. Parques, jardines y prados dependiendo de su superficie, de su pendiente características del suelo.	0.05 a 0.25
9. Áreas boscosas dependiendo de su pendiente y del suelo	0.10 a 0.20
10. Zonas citadinas densamente pobladas.	0.70 a 0.90

Existen fórmulas para determinar el coeficiente de escurrimiento en función del tiempo de duración de la lluvia, pero para fines prácticos se le han asignado valores a C,

puesto que para el alcantarillado, no es necesaria tanta precisión. En la tabla V.5 se observan valores de C para diferentes superficies:

En algunas poblaciones, es difícil determinar el tipo de superficies, por lo que se recomienda utilizar la tabla V.6 en donde se observan valores de C para diferentes zonas.

En el caso particular del proyecto, se tiene que es una zona citadina densamente poblada, por lo que le correspondería el valor medio de $C = 0.8$; pero de la segunda tabla se asemeja a zonas residenciales de tipo A, que tiene un valor promedio de $C = 0.6$. En conclusión, para obtener un valor más aproximado de C propondremos la combinación de los dos valores, que nos da un valor de $C = 0.7$.

TABLA V.6

1. Zonas mercantiles	0.70 a 0.90
2. Zonas comerciales	0.60 a 0.85
3. Zonas industriales	0.55 a 0.80
4. Zonas residenciales:	
a) Departamentos	0.50 a 0.70
b) Casas de tipo residencial	0.25 a 0.50
c) Parques	0.05 a 0.25
d) Áreas no desarrolladas	0.10 a 0.25

- i (intensidad de lluvia).

Existen ecuaciones de intensidad para diversas ciudades importantes, para nuestro caso solo necesitamos la ecuación para la Ciudad de México:

$$i = 448 / (t+22) \text{ [mm/hr]} \quad (\text{lluvias ordinarias})$$

$$i = 500 / t^{0.5} \text{ [mm/hr]} \quad (\text{lluvias extraordinarias})$$

Para el caso de la Ciudad de México, se utiliza la fórmula para tormentas ordinarias, que desarrollo el Ing. Roberto Gayol. Donde "t" es el tiempo de concentración, que es el

tiempo que teóricamente tardaría la gota más alejada que cae en el área de aportación, en llegar al punto de concentración.

En los sistemas de alcantarillado el tiempo de concentración está formado por dos tiempos, el primero llamado tiempo de ingreso (t_i) y el segundo llamado tiempo de escurrimiento (t_e).

El tiempo de ingreso (t_i) se define como el tiempo que tarda teóricamente en escurrir una gota, desde el punto más alejado del área de captación, hasta entrar a la primera coladera de una atarjea. Este tiempo depende de la rugosidad de la superficie del terreno, de la capacidad de infiltración del terreno y de la inclinación de la pendiente del área, del tamaño de las manzanas entre otros factores.

Como es posible conocer el tiempo de ingreso con exactitud, se acostumbra tomarlo con una duración de 3 a 20 minutos, sin embargo suelen utilizarse los siguientes valores prácticos de t_i .

- a) En poblaciones pavimentadas $t_i = 5$ minutos
- b) En zonas comerciales con pendientes suaves y distancias grandes entre coladeras
 $t_i =$ de 10 a 15 minutos
- c) En áreas residenciales planas $t_i = 20$ hasta 30 minutos en casos excepcionales.

Por lo anteriormente descrito, correspondería un $t_i = 5$ minutos, para fines del proyecto.

El tiempo de escurrimiento (t_e) se define como el tiempo que tarda en escurrir la gota de agua dentro de la atarjea, normalmente se toma el tiempo entre dos pozos de visita consecutivos.

El tiempo de escurrimiento se calcula con la siguiente fórmula:

$$t_e = L / (60 * V)$$

en donde:

t_e = tiempo de escurrimiento en la tubería en minutos

L = longitud del tramo de tubería en metros

V = velocidad media del agua en la tubería (m/seg)

En el caso de tramos consecutivos se tomará como tiempo de ingreso el tiempo de concentración del tramo anterior, y para el caso de tramos concurrentes se tomará el mayor de los tiempos de concentración.

V.2.10. Datos adicionales.

- Longitud total de la red = 10, 030 metros
- Area por drenar = 40.3 hectáreas
- Sistema de eliminación = combinado

V.3.- Red de atarjeas y colectores.

Los esquemas principales se hacen sobre los planos topográficos de la zona; se conforman las fronteras de las áreas de desagüe de las zonas por servir de tal manera que siga los linderos de las propiedades de las áreas suburbanas y, por supuesto, las calles o avenidas de las urbanas. Dichas fronteras se fijan también de acuerdo con la topografía, los costos de los esquemas de trazo de la red y otras consideraciones prácticas.

Es necesario establecer el sentido del escurrimiento superficial en las diferentes calles y avenidas de la zona, así como ubicar los puntos de entrada a las vialidades del escurrimiento proveniente de zonas verdes o de áreas por urbanizar. En el caso de topografía accidentada, ésta debe ser tomada en cuenta para parques y jardines y en todo caso para las áreas no urbanizadas.

A) COLADERAS PLUVIALES.

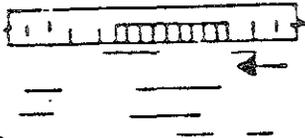
La localización más conveniente de las atarjeas para captar las aportaciones de agua residual es el centro de la calle, o avenida, o cerca del centro, con el fin de que sirva a las construcciones de ambos lados de la calle. En vialidad excepcionalmente anchas, puede ser más económico instalar atarjeas madrinas a cada lado de la calle, entre el centro y la banqueta.

Las atarjeas pluviales o bocas de tormenta, generalmente se localizan a poca distancia de la guarnición de la banqueta, con el fin de interceptar con facilidad el flujo proveniente de las bocas de tormenta. El espaciamiento entre las bocas normalmente varía de 90 a 180 m, pero puede disminuir en caso de terrenos planos o ejes viales donde el tránsito vehicular alcanza altas velocidades. En la figura V.1 se muestran distintos tipos de bocas de tormenta.

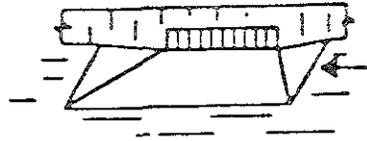
En general, la pendiente de las atarjeas sigue la de la calle o la de la superficie del terreno; después, las atarjeas se conectan a los colectores troncales o principales. Los colectores y los interceptores se localizan en las vialidades bajas del área, si bien su ubicación final depende de las condiciones del tránsito, el tipo de pavimento y la disponibilidad de los derechos de vía.

Dentro del diseño para un sistema de alcantarillado pluvial o combinado, se consideran coladeras o sumideros. Esta estructura 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.

A las coladeras pluviales se les denomina de piso y de banqueta. Las de piso quedan en la superficie de l pavimento formando parte del mismo. Las de banqueta se alojan en la guarnición formando parte de ella



a) Con coladera de banquetta



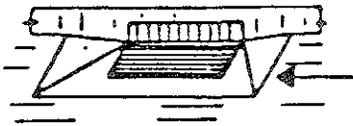
b) Con coladera de banquetta y piso deprimido.



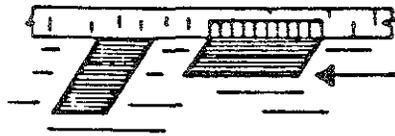
c) Con coladera de piso



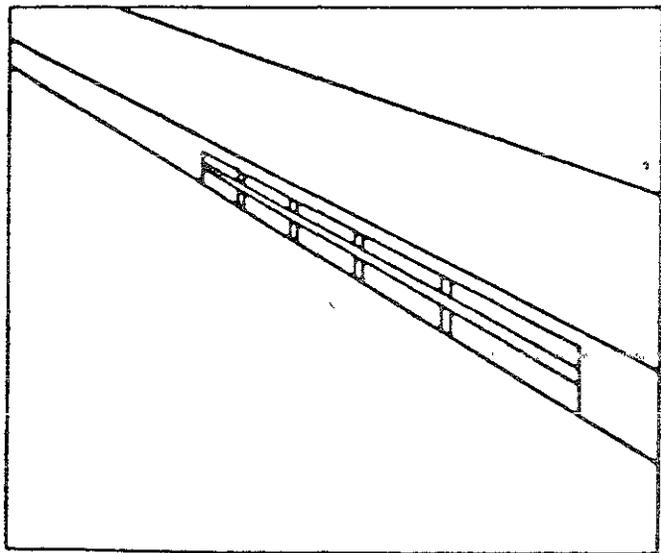
d) Con coladera de piso y piso deprimido.



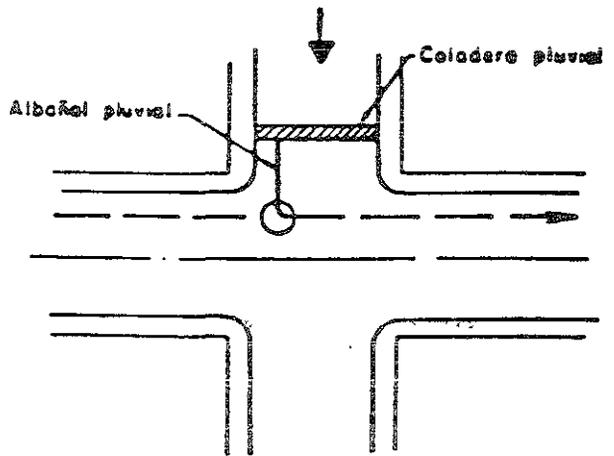
e) Con coladera de piso y banquetta y piso deprimido



f) Con coladera múltiple de banquetta, piso y banquetta.



g) Longitudinal de banquetta



h) Transversal de calle

Fig. V 1. Distintos tipos de bocas de tormenta

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 colector. Las de banqueta se instalan en calles con pendientes menores de 2%; con pendiente entre 2 y 5% se instalan de piso y banqueta y para pendientes mayores del 5% se instalan únicamente de piso.

Cuando las pendientes de las calles son fuertes, mayores de 3%, entonces es necesario que en las coladeras de piso y de banqueta o de piso solamente, se haga una depresión en la cuneta para obligar al agua a entrar en la coladera. Estas depresiones son molestas al tránsito y por lo mismo se procura hacerlas lo más pequeñas posible.

La separación de las coladeras se procura que no exceda de 100 mts. dependiendo de la zona de la población de que se trate. Se procura colocarlas cercanas a las esquinas, en los cruces de las calles. En zonas comerciales y para pavimentos de concreto, se especifica que no deben quedar a una distancia mayor de 25 mts. con objeto de no hacer muy pronunciadas las ondulaciones en el pavimento para dar las pendientes hacia la coladera. En pavimentos de macadam o empedrados, en que se tengan velocidades bajas de tránsito, y que además permiten más fácilmente dar las pendientes de las cunetas, se permite una separación de 50 mts. En cualquier circunstancia se debe tratar de ponerlas cercanas a las esquinas como se ilustra en la figura V.2 para calles de pendientes muy pequeñas.

En calles con pendiente mayor de 5% se instalan como se indica en la figura V.3.

Existe muy poca información sobre la hidráulica de las coladeras, porque se ha hecho muy poco trabajo experimental al respecto y el que se ha hecho, solo cubre casos y tipos particulares de coladeras.

Lo que enseguida se presenta es un trabajo teórico, pero que sirve para normar el criterio respecto a la aportación de caudales y funcionamiento de las coladeras.

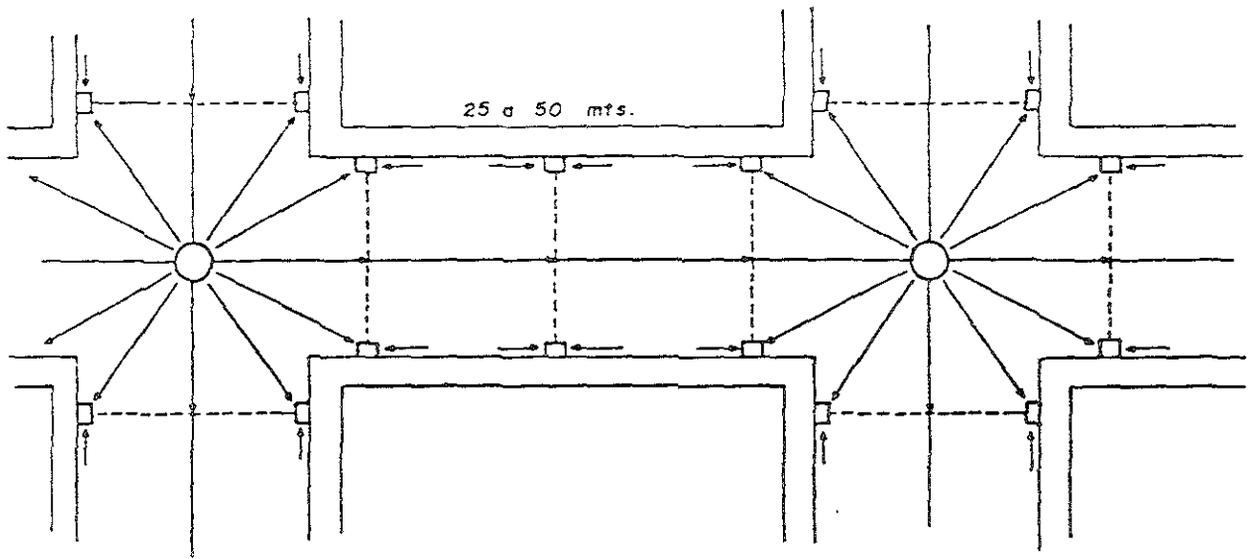


Fig. V.2. Colocación de coladeras en calles con pendientes pequeñas

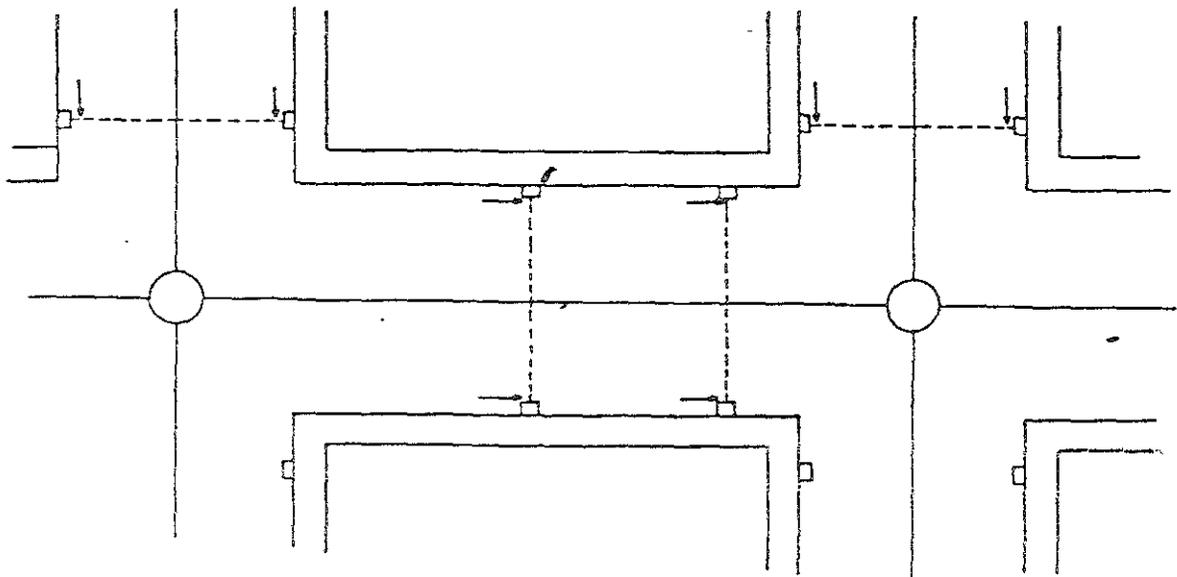


Fig. V 3. Localización de coladeras en calles con fuerte pendiente.

Suponga una sección transversal de calle como se ilustra en la figura V.4.

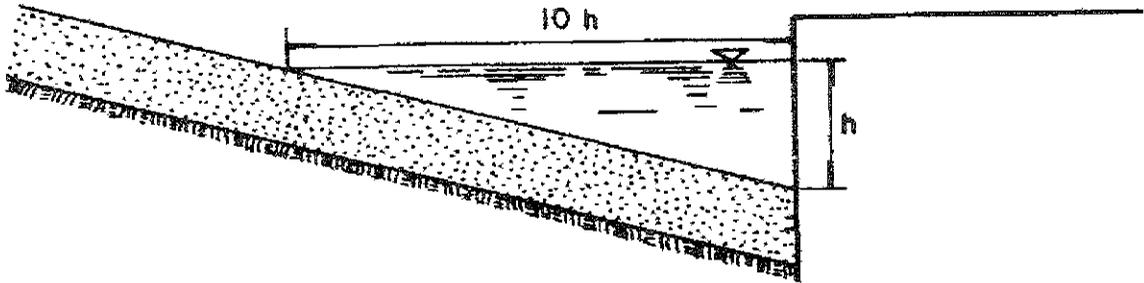


Figura V.4 Sección transversal de calle

Se puede estimar la cantidad de escurrimiento empleando la fórmula de Manning.

$$V = 1/n * Rh^{2/3} * Sp^{1/2} : Q = AV$$

Suponga para n un valor de 0.20

Entonces

$$A = (10 h^2) / 2 = 5 h^2$$

$$p = \text{perímetro mojado} = 10.05 h + h = 11.05 h$$

$$r = \text{radio hidráulico} = (5 h^2) / (11.05 h) = 0.452 h$$

$$r^{2/3} = (0.452 h)^{2/3} = 0.589 h^{2/3}$$

Si se toman valores de h, se obtienen los gastos para distintas pendientes longitudinales de las calles. Los valores se muestran en la tabla V.7.

Un análisis semejante se puede hacer para distintas formas de cunetas con diferentes pendientes transversales del arroyo y pendientes longitudinales de la calle como se muestra en la figura V.5, que se pueden resolver para tirantes de 2, 3, 4 y 5 cms y así poder determinar su capacidad hidráulica.

Los escurrimientos dependerán del área de aportación a la coladera y de la intensidad de la precipitación. Se puede estimar con la fórmula de Burkli Ziegler.

Los perfiles longitudinales y transversales de las calles, quedarían como se muestra en la figura V.6.

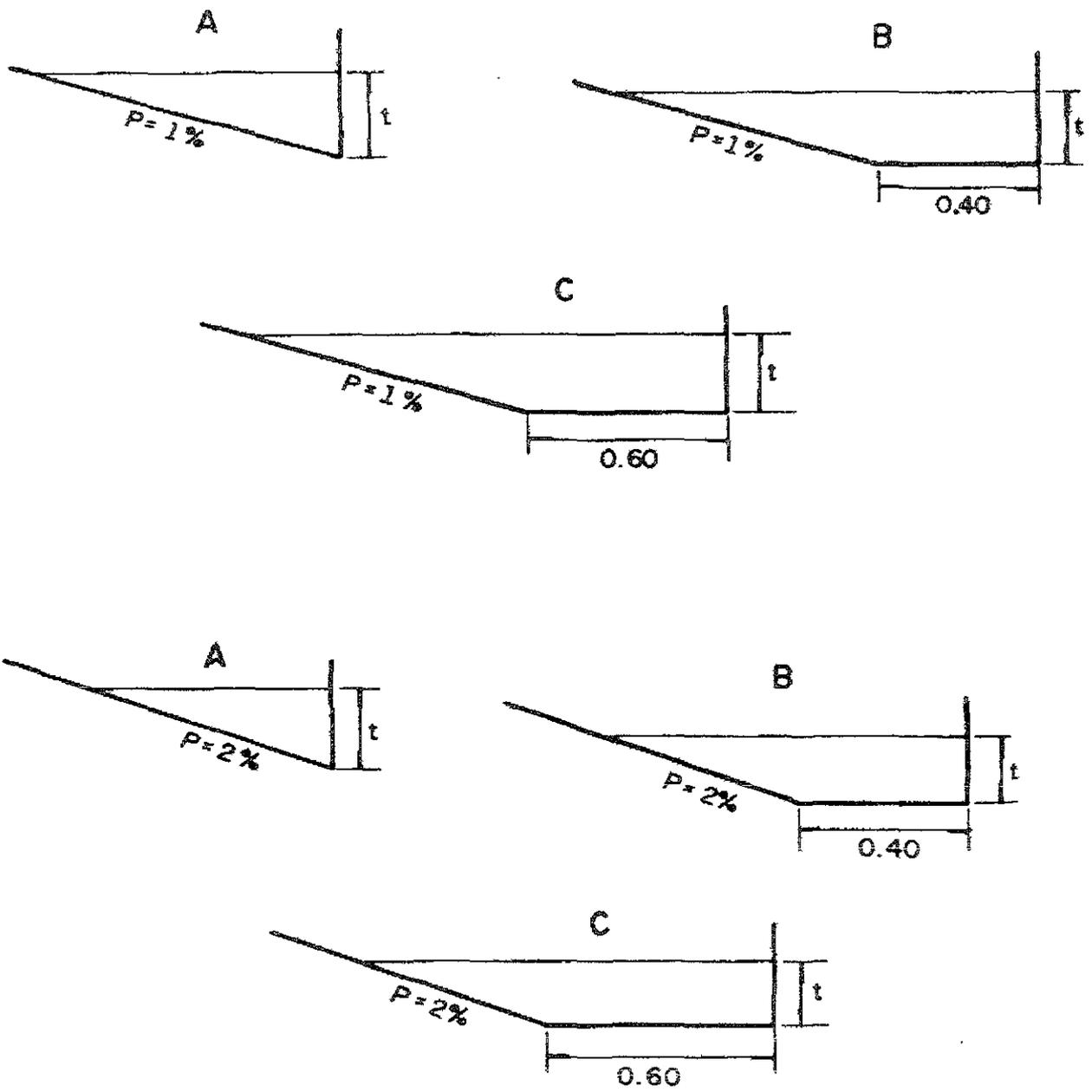


Fig. V.5. Distintos tipos de cunetas

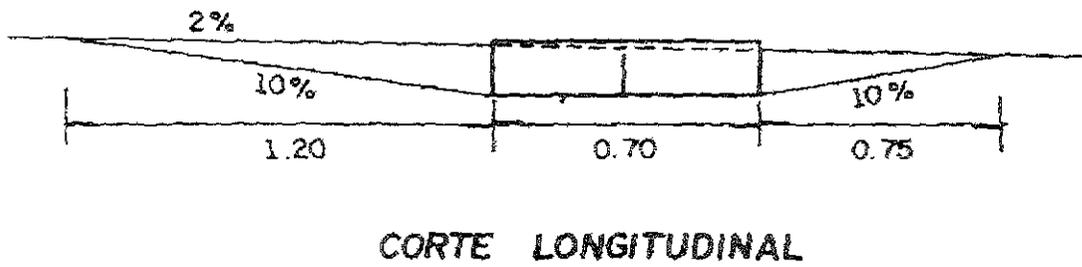
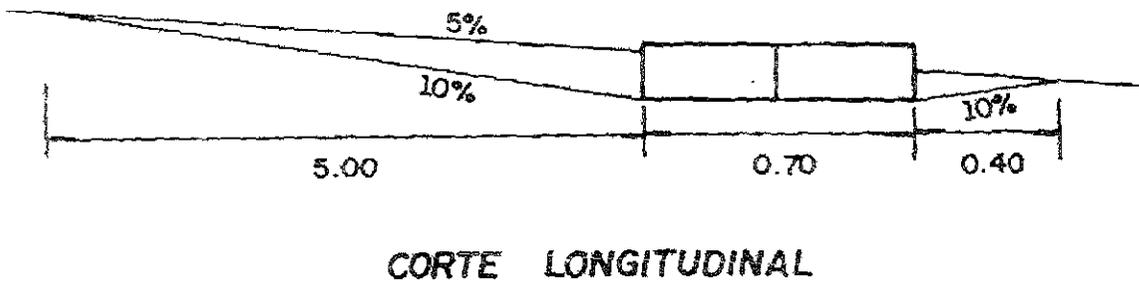
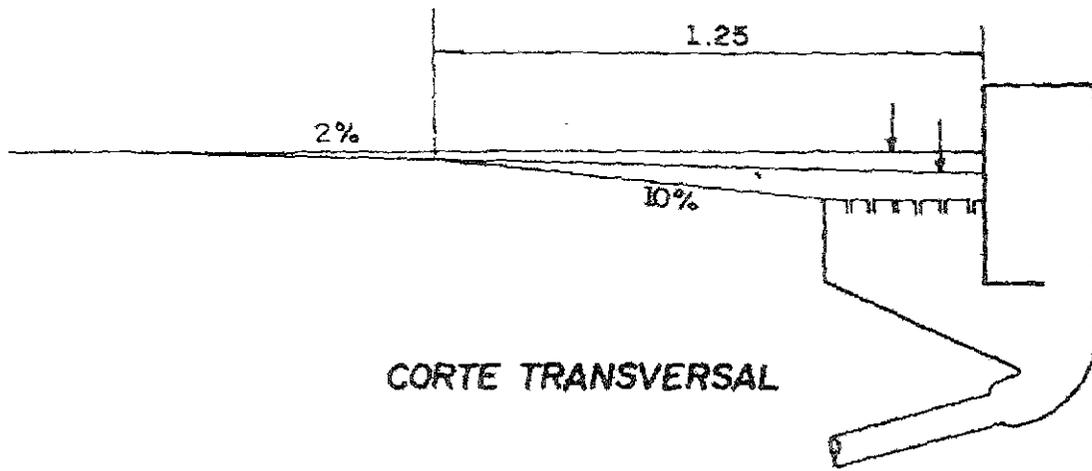


Fig. V.6. Perfiles longitudinales y transversales de calles.

TABLA V.7
VELOCIDADES Y GASTOS EN CUNETAS PARA DISTINTAS PENDIENTES
LONGITUDINALES DE LAS CALLES

h	A	$r^{2/3}$	PENDIENTE LONGITUDINAL DE LA CALLE									
			0.0005		0.001		0.005		0.01		0.02	
			V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
2	0.002	0.043	0.05	0.10	0.07	0.14	0.15	0.31	0.22	0.43	0.31	0.61
3	0.005	0.057	0.06	0.29	0.09	0.41	0.20	0.91	0.29	1.28	0.40	1.81
4	0.008	0.069	0.08	0.62	0.11	0.87	0.24	1.95	0.35	2.76	0.49	3.90
5	0.013	0.080	0.09	1.12	0.13	1.58	0.28	3.54	0.40	5.00	0.57	7.07
8	0.032	0.109	0.12	3.92	0.17	5.54	0.39	12.38	0.55	17.51	0.77	24.76
10	0.050	0.127	0.14	7.10	0.20	10.04	0.45	22.45	0.64	31.75	0.90	44.90

En donde

- h en centímetros
- A en metros cuadrados
- V en metros por segundo
- Q en litros por segundo

Poco trabajo experimental se ha hecho con respecto a la capacidad de las coladeras, sin embargo, haciendo análisis semejantes al empleado para el escurrimiento en la superficie se puede llegar a resultados aunque sean aproximados para las coladeras de piso.

Supongamos una coladera como se ilustra en la figura V.7 que es una coladera de piso.

La coladera funcionará como un pequeño orificio, por lo que si se utiliza la fórmula general para pequeños orificios se puede calcular el gasto que entra por la coladera.

$$Q = C_d A (2gh)^{1/2} 1000$$

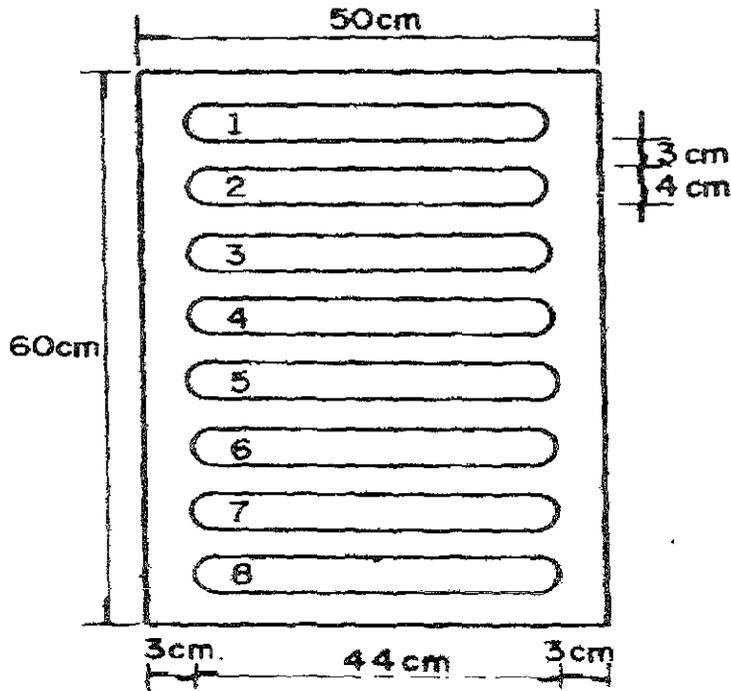


Figura V.7 Coladera de piso

En donde:

Q = capacidad de la coladera, en l/s

C_d = coeficiente de descarga

h = tirante sobre el centro de la coladera, en m.

A = área neta de entrada a la coladera, en m^2 .

g = aceleración de la gravedad en m/seg^2

El valor de C_d es variable pero suele fijarse en 0.6; además es necesario aplicar un factor de reducción, por obstrucción de basura cuyo valor suele ser de 0.5.

Al aplicar los valores conocidos la ecuación anterior se reduce a la siguiente forma:

$$Q = 1328 A h^{1/2}$$

En donde:

Q = capacidad de la coladera, en l/s

A = área neta de entrada a la coladera, en m^2 .

h = tirante sobre el centro de la coladera, en m.

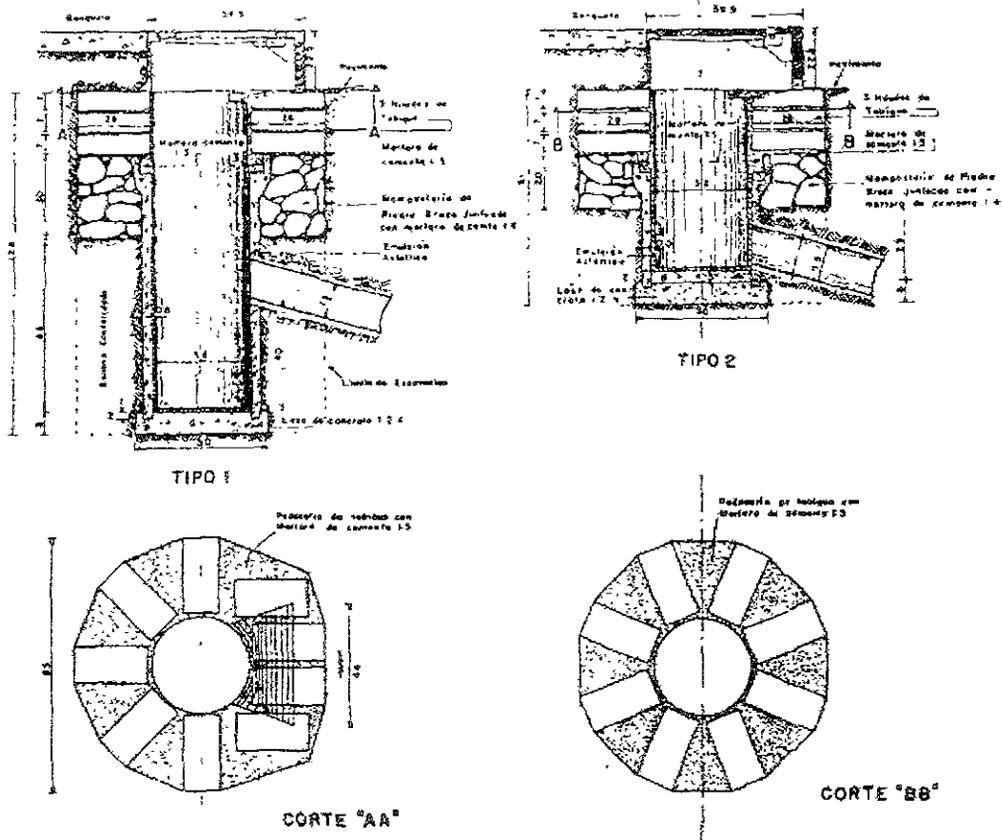
Las coladeras de banqueteta varían en longitud de 0.50 a 1.35 mts., como se muestra en las figuras V.8 y V.9, y con una abertura de 15 cm de altura que corresponde en general a la altura normal de una banqueteta.

El mejor tipo de coladera probado, fue la que tenía 1.35 m de longitud y 0.15 m de alto, no se tenía rejilla en la abertura, y la capacidad fue de 35 lts/seg.

B) ESTRUCTURAS Y OBRAS ACCESORIAS.

Los pozos proporcionan acceso rápido a los servicios de mantenimiento preventivo; se sitúan en las uniones de atarjeas y colectores y en los cambios de pendiente y de dirección. Cuando se van a unir dos o más conductos en una intersección de calles, conviene colocar allí un pozo de visita, pero cuando los pozos no se requieren para una unión actual o futura de los conductos, es mejor instalarlos fuera de las intersecciones de las calles, pero dentro del derecho de vía, con el fin de evitar congestión en la superficie y en la subestructura, a demás de que se proporciona espacio para el personal de mantenimiento. También es recomendable colocar pozos de visita en las cabezas de atarjeas para facilitar su inspección y limpieza.

Los pozos de visita en redes de alcantarillado sanitario se deben ubicar en sitios en los que el agua superficial no pueda drenar a su interior; cuando esto no sea posible, debe preverse un tipo especial de tapa que selle la entrada del agua. Lo anterior es válido, también, cuando se construye el pozo sobre el pavimento o en zonas baldías; en este último caso, su brocal puede quedar por encima del terreno para evitar la entrada del agua de lluvia.



TIPO 1

CANTIDADES DE MATERIAL		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Excavación	m ²	1.20
Canchales	m ³	2.000
Grava 1/2"	m ³	2.000
Mortero 1:3	m ³	0.25
Tebalgo 1/2"	m ²	12
Mampostería de ladrillo	m ²	0.01
Emulsion de 30% de p.	m	0.01
Emulsion asfáltica	litros	0.00
Grasas y tope de la c. concreto	m ²	1

TIPO 2

CANTIDADES DE MATERIAL		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Excavación	m ²	0.75
Canchales	m ³	25.00
Grava 1/2"	m ³	25.00
Mortero 1:3	m ³	0.20
Tebalgo 1/2"	m ²	12
Mampostería de ladrillo	m ²	0.01
Emulsion de 30% de p.	m	0.01
Emulsion asfáltica	litros	3.00
Grasas y tope de la c. concreto	m ²	1

NOTAS

LA COLADERA TIPO 1 SE EMPLEARA EN

Calles empedradas o con pavimentos del tipo macadam o similares y en lugares donde existan probabilidades de circulación de basura u otro material que pueda provocar oclusión.

LA COLADERA TIPO 2 SE EMPLEARA EN

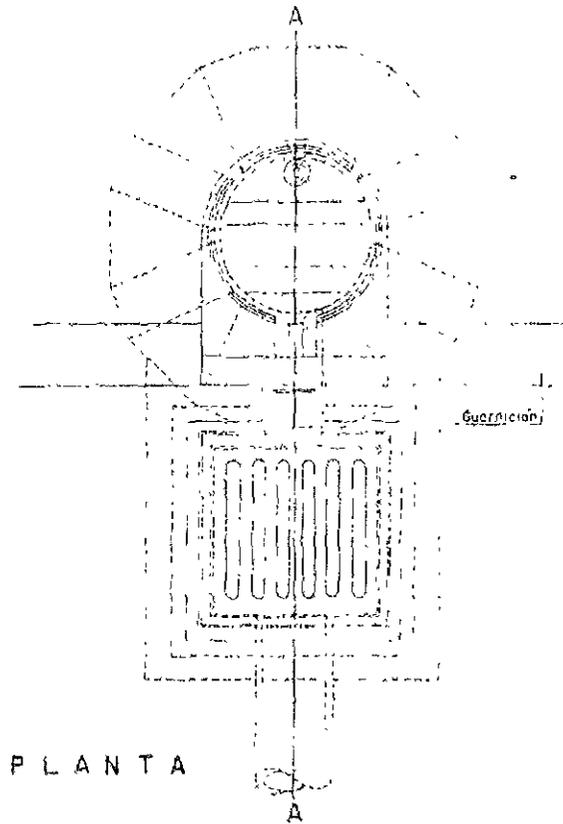
Pavimentos de asfalto o concreto -Sustituyendo en mercados y parques y las calles a estos inmediatos.

Ver las especificaciones en las notas.

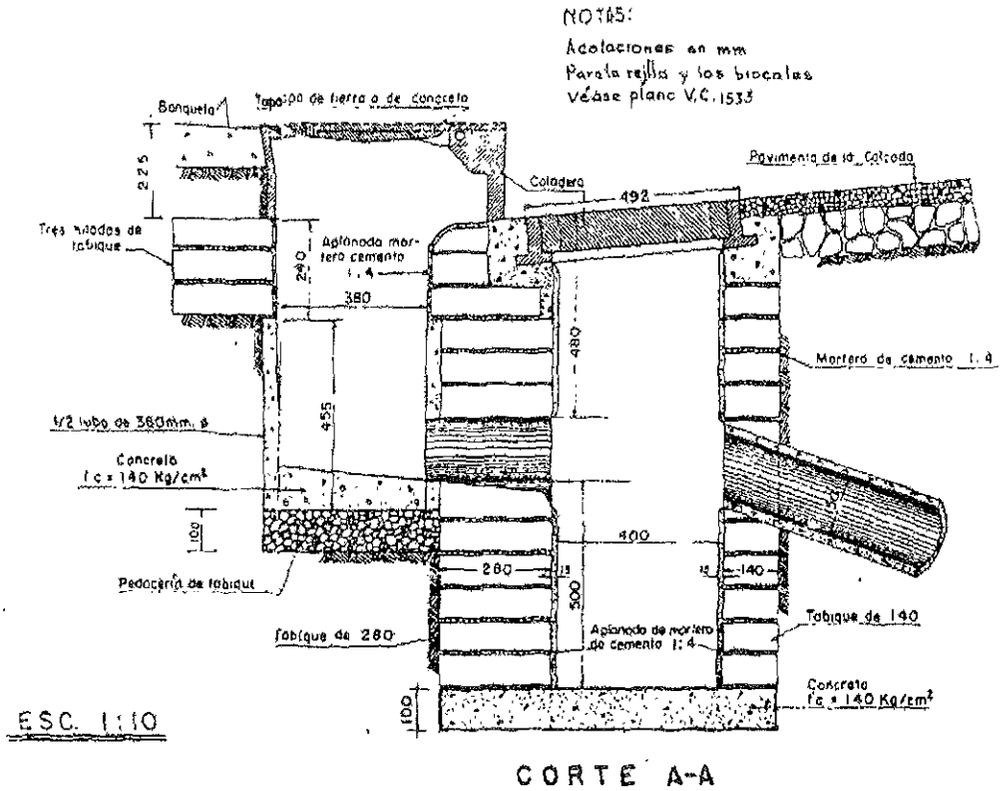
COLADERA PLUVIAL DE BANQUETA TIPO 1 y 2

Fig. V.8. Tipos de coladeras pluviales

Fig. V.9. Tipos de coladeras pluviales.



PLANTA



TIPOS DE COLADERAS PLUVIALES

- Tipo A - Coladera de piso y banquetta con brocal de f.f. en banquetta y rejilla de f.f. en piso.
- Tipo B - Coladera de piso y banquetta con brocal de concreto y rejilla frontal de f.f. en banquetta y rejilla de f.f. en piso.
- Tipo C - Coladera de piso con rejilla de f.f. - Esta coladera es igual a las de tipo A y B, suprimiéndolas en su totalidad la coladera de banquetta.
- Tipo D - Coladera de banquetta con brocal de f.f. ó concreto. - Véase plano correspondiente.

**COLADERAS PLUVIALES
DE PISO Y BANQUETA
Y DE PISO**

Los pozos de visita no deben situarse en áreas bajas que puedan propiciar ingresos concentrados del agua a través de la rejilla superior, ya que causarían aportaciones excesivas. Para evitarlo, es mejor construir pozos adicionales con objeto de repartir el caudal que ingresa y favorecer un mejor funcionamiento continuo de la totalidad de los pozos. Los pozos de visita inaccesibles son de poco o ningún valor para la operación del sistema.

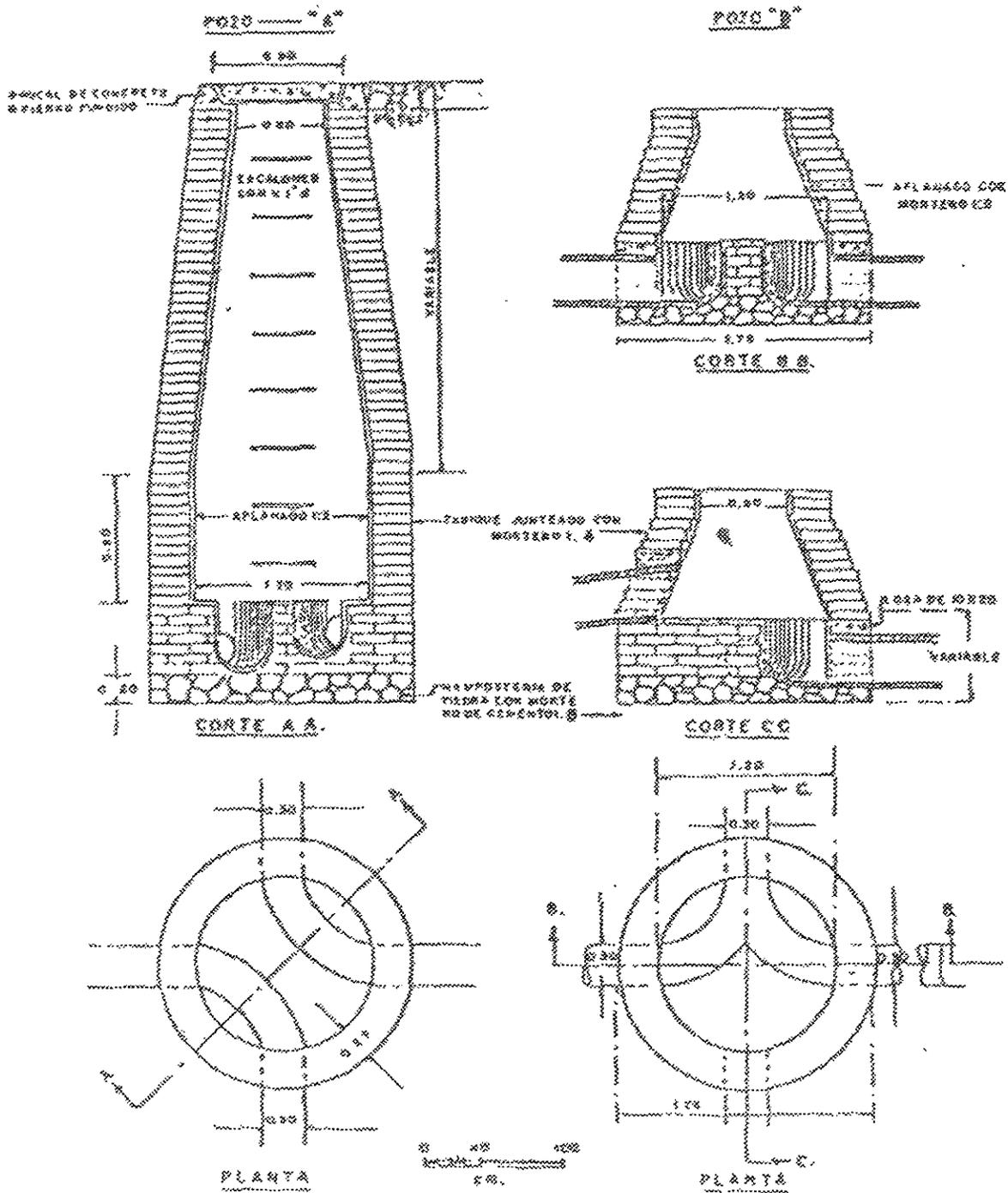
A continuación se describen las distintas estructuras de acceso y especiales que generalmente auxilian en el objetivo principal de una red de alcantarillado. El pozo de visita común se construye sobre conductos hasta de 0.91 m de diámetro.

Los pozos de visita comunes son cilíndricos en la parte inferior y troncocónicos en la parte superior; tiene las dimensiones suficientes para permitir tanto el fácil acceso a un trabajador, como maniobrar en su interior. El piso consiste en una plataforma sobre la cual se construyen canales de sección semicircular que simulan la prolongación de los conductos para encausar los escurrimientos. Una escalera de peldaños de fierro fundido, empotrada en la pared, permite el descenso del personal de conservación y operación (ver figura V.10).

Un brocal de fierro fundido o concreto protege la desembocadura del pozo en la superficie, y una tapa perforada, también de fierro fundido o concreto, cubre la boca de entrada.

A profundidades de 1.50 m o menores, los pozos de visita tienen forma de botella y diámetro variable. A profundidades mayores de 1.50 m, la parte cilíndrica se construye con el diámetro necesario, de acuerdo con el que tiene las tuberías que a él concurren.

Las paredes de la parte troncocónica tienen una inclinación de 60 grados que rematan en otra parte cilíndrica de 0.60 m de diámetro inferior y 0.25 m de altura aproximada, la cual recibe el brocal a su tapa.



NOTA:

El pozo tipo A es un pozo para profundidades menores de 2.50 m.
 El pozo tipo B es un pozo para profundidades menores de 2.50 m y altura variable de 2.50 m.

Fig. V.10. Pozo de visita común.

Las paredes de los pozos de visita se construyen normalmente de tabique de 21 cm de espesor mínimo, cualquiera que sea su profundidad, aunque también se pueden construir de concreto o mampostería de piedra. Las paredes llevan aplanado interior con mortero cemento-arena 1:3 y espesor mínimo de 1 cm; también se aplanan el exterior cuando se requiere evitar la entrada de aguas freáticas o pluviales. La cimentación del pozo puede ser de mampostería o de concreto, que se reforzará con acero en caso de que el terreno de cimentación sea muy suave.

- Pozos de visita común.

Se utilizan para tuberías de 20 cm a 61 cm de diámetro siendo su base de 1.20 m de diámetro interior como mínimo para permitir el manejo de las barras de limpieza (fig. V.10).

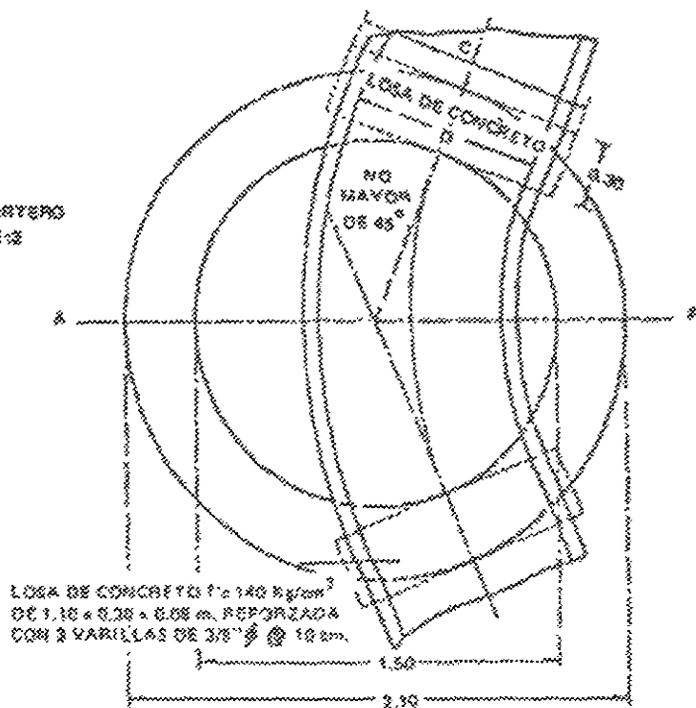
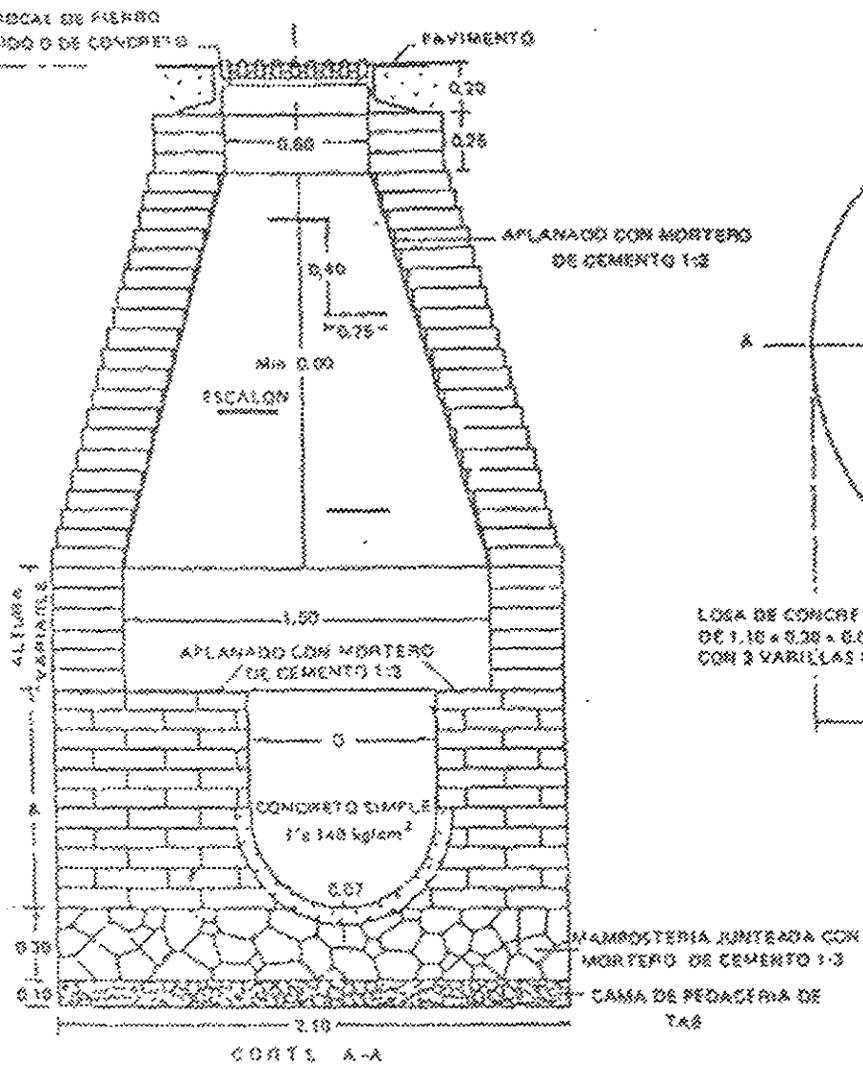
- Pozos de visita especial.

Se utilizan para tuberías de 76 cm a 107 cm de diámetro siendo el diámetro interior de su base de 1.50 como mínimo. En tuberías de 122 cm de diámetro o mayores también se utilizan pozos de visita especiales, pero con un diámetro interior de 2.0 m (fig. V.11).

La parte superior de los pozos, tanto comunes como especiales debe ser de 60 cm de diámetro, la profundidad del pozo es variable de acuerdo al caso y al diámetro de tuberías que lo cruza.

- Pozos para conexiones oblicuas.

Son idénticos en forma de dimensiones a los comunes y su empleo se hace necesario, atendiendo a factores económicos, en la conexión de un conducto de hasta 61 cm de diámetro en un colector o subcolector cuyo diámetro sea igual o mayor de 122 cm (fig.



PLANTA

DIAMETRO Int D	A Int	PROFUNDIDADES Int	C Int
0.78	0.93	2.25	1.18
0.91	1.07	2.35	1.29
1.07	1.24	2.50	1.50

NOTA:
Este proyecto de pozo se ampliará en tubería de 1.22 m. de diámetro de parte recta.

A APROXIMADA (1:27)

Fig. V.11. Pozos de visita especial.

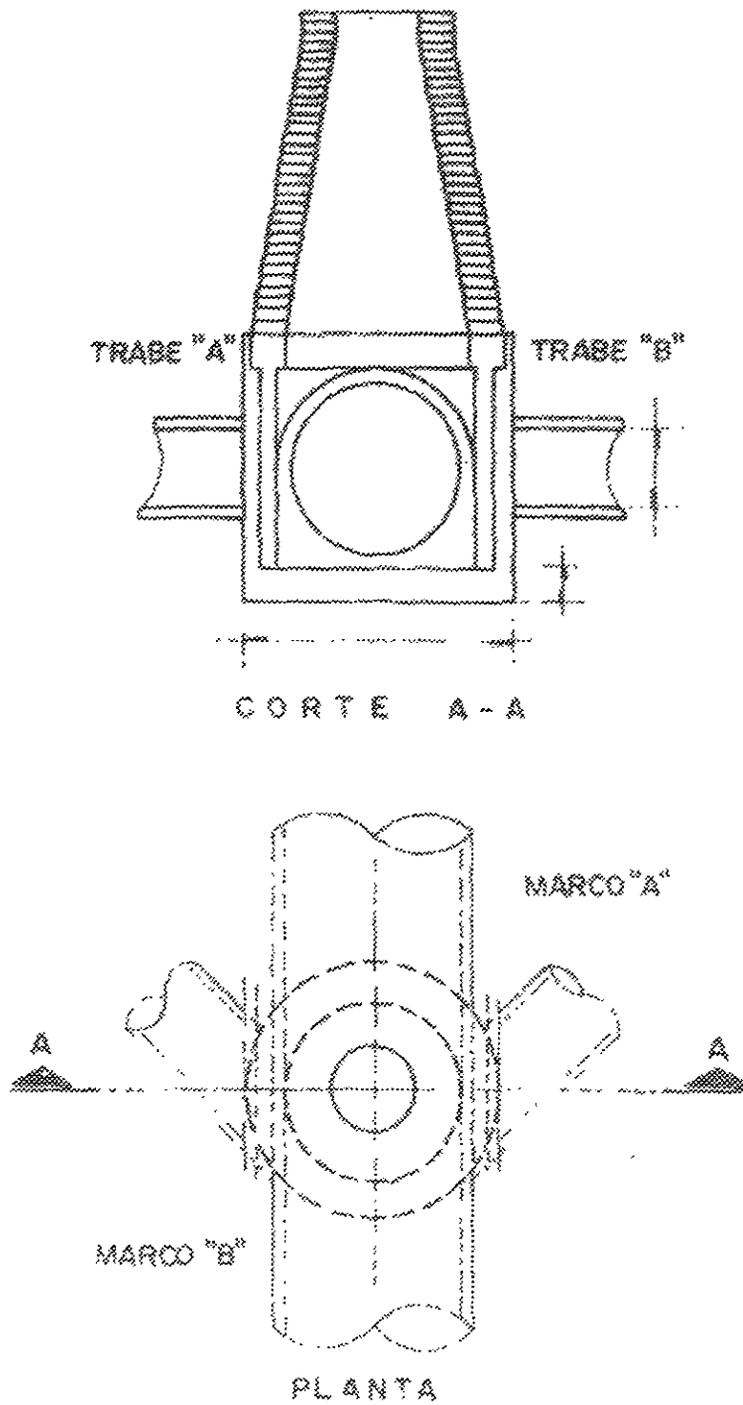


Fig. V.12. Pozo para conexiones oblicuas

V.12). El empleo de esta clase de pozos evita la construcción de una caja de visita sobre el colector, que es mucho más costosa que el pozo para conexión oblicua.

- Pozos de caja de visita.

Se construyen para tuberías de 152 cm o mayores. Estas estructuras las constituye el conjunto de una caja de concreto reforzado y una chimenea de tabique idéntica a la de los pozos de visita común (fig. V.13).

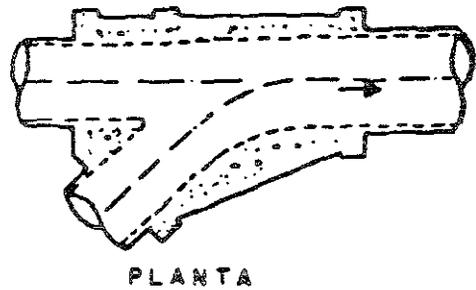
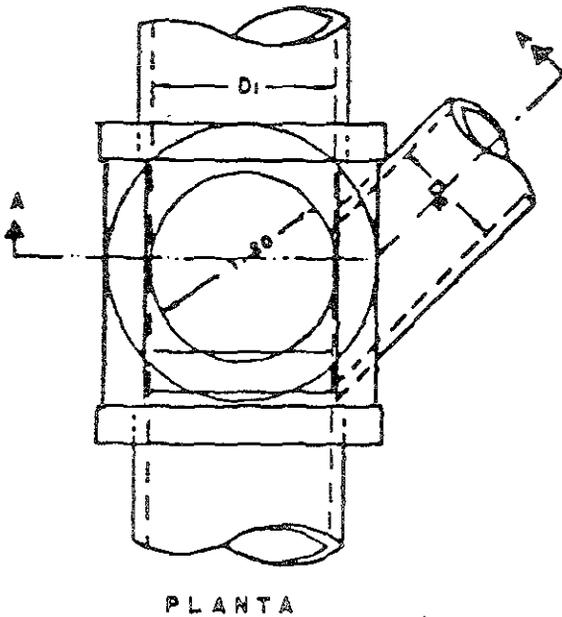
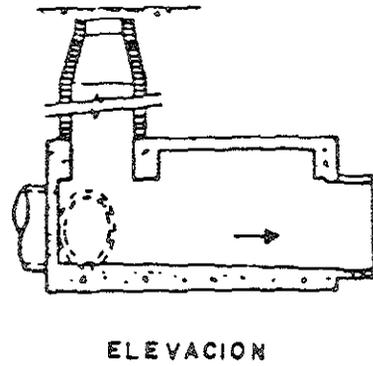
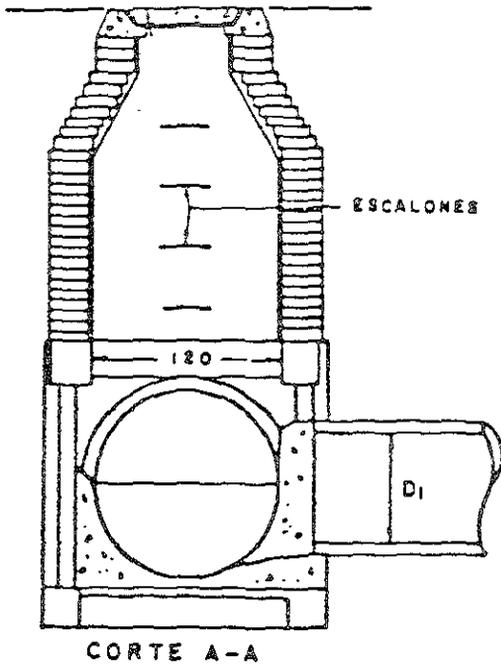
- Ubicación

Se recomienda ubicar los pozos y los pozos-caja de visita en el punto en que se indica cada atarjea o colector, en los tramos rectos de los conductos, en cada intersección de atarjeas y colectores y en los cambios de dirección, pendiente longitudinal, diámetro y material de los tubos.

En relación con las vialidades, los pozos y los pozos-caja se ubican por lo general en las intersecciones con las calles. En cuanto al espaciamiento de las estructuras, en la tabla V.8 aparecen las recomendaciones de la DGCOH Y la SEDUE para el caso de tramos de tubería recta con pendiente uniforme.

- Pozos de caída.

Por razones de carácter topográfico o por tenerse determinadas elevaciones fijas para las plantillas de algunas tuberías, suele presentarse la necesidad de construir estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel. Los pozos de caída son verdaderos pozos de visita en los que admite la entrada de agua en la parte superior del pozo y permite el cambio brusco de nivel por medio de una caída, sea libre o conducida por un tubo. Se instalan entre tramos en los que por efecto de la topografía los tubos tendrían pendientes muy fuertes que ocasionarían velocidades más altas que las permitidas



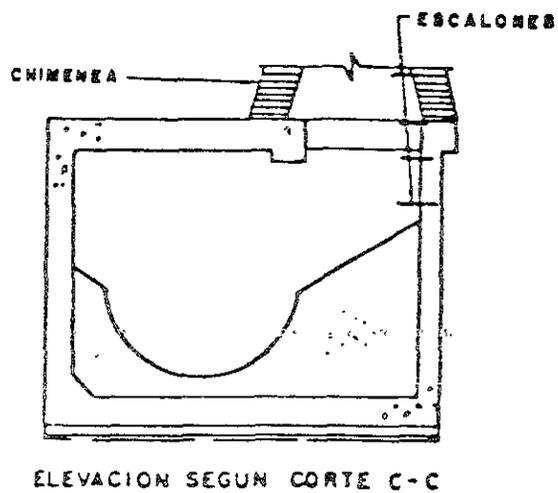
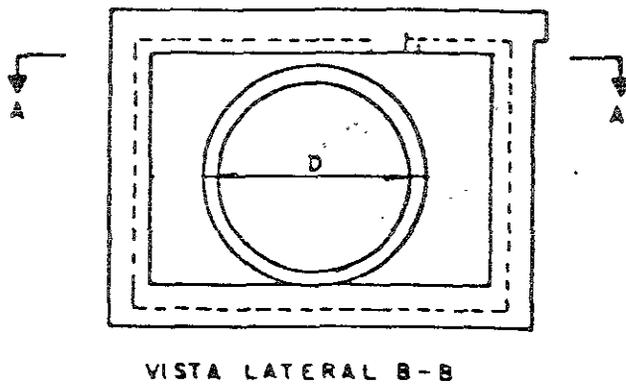
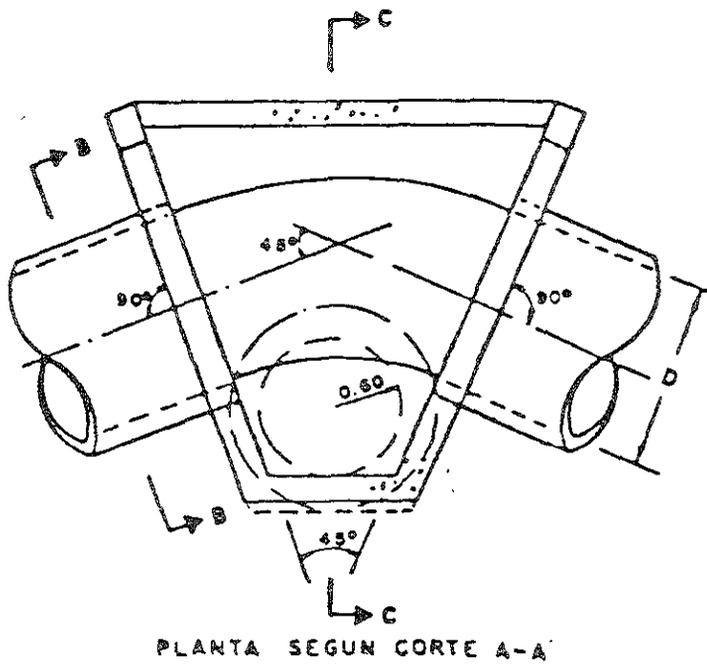
c) ENTRONQUE DE COLECTORES,
DE 91 o 122 cm DE DIAMETRO

b) ENTRONQUE DE COLECTORES
DE 38 o 76 cm DE DIAMETRO

Acotaciones en metros

FUENTE: SAHOP, 1979: planos V.C. 1987 y 1989

Fig. V.15. Distintos tipos de pozo-caja de visita (1 de 2)



a) DEFLEXIONES HASTA 45°

FUENTE: SAHOP, plano V.C 1988

Fig. V:13. - Distintos tipos de pozos-caja de visita (2 de 2)

y gastos de excavación excesivos que harían muy costosa la obra, también cuando los colectores queden profundos y los subcolectores y atarjeas se localicen en un plano superior. Con estos pozos se logra conducir los tramos que unen.

TABLA V.8
CRITERIO DE ESPACIAMIENTO ENTRE POZOS Y POZOS-CAJA DE VISITA.
SEGÚN DGCOH Y LA SEDUE

DIÁMETRO DEL TUBO (M)	S E P A R A C I Ó N (C M)	
	MÍNIMA	MÁXIMA
D G C O H		
0.30 - 0.76	15	60
MÁS DE 0.76	15	80
S E D U E		
0.20 - 0.60	-	125 (2)
0.76 - 1.22	-	150 (2)
1.22 - 2.44	-	175 (2)

(2) Puede incrementarse hasta en un 10 %, de acuerdo con las distancias que haya entre cruceros.

Atendiendo el diámetro de las tuberías a las cuales sirven los pozos de caída se clasifican en:

- Pozos con caída adosada.

Son pozos de visita comunes a los cuales lateralmente se les construye una estructura menor y permiten la caída en tuberías de 20 y 25 cm de diámetro, con un desnivel hasta de 2.00 m (fig. V.14).

- Pozos de caída.

Son pozos de visita, comunes y especiales, a los cuales en el interior de la caja se les construye una pantalla que funciona como deflector de caudal que cae del tubo más

elevado disminuyendo además la velocidad del agua. Se construye para tuberías de 30 a 76 cm de diámetro y con un desnivel hasta de 1.50 m (fig. V.15).

- Estructuras de caída escalonada.

Son pozos caja con caída escalonada cuya variación es de 50 en 50 cm hasta llegar a 2.50 m como máximo, están provistos de una chimenea a la entrada de la tubería con mayor elevación de plantilla y otra a la salida de la tubería con la menor elevación de plantilla. Se emplea en tuberías con diámetros de 91 cm a 244 cm (fig. V.16).

- Pozos y cajas de unión.

Estas estructuras se emplean para hacer la unión y cambio de dirección horizontal entre subcolectores y colectores con diámetros iguales o mayores de 76 cm. Las constituye en términos generales, el conjunto de una caja y una chimenea de tabique idéntica a la de los pozos de visita; las secciones transversales, horizontal y vertical de la caja son de forma trapecial y rectangular respectivamente, con muros verticales que pueden ser de mampostería, de tabique o piedra o bien de concreto simple o reforzado. El piso y el techo son de concreto reforzado, y la chimenea que se corona al nivel de la superficie del terreno con un brocal y su tapa, ya sean de fierro fundido o concreto reforzado (fig. V.17).

• Pozos de visita con resumidero.

Este tipo de pozos se utiliza en sistemas pluviales construido en zonas rocas con el fin de infiltrar los escurrimientos de la precipitación sobre las calles en el terreno natural.

• Pozos de visita en colectores colados en sitio.

Generalmente, los colectores de más de 2.44 m de diámetro se cuelan en el sitio; el pozo de visita se construye en forma integrada con el colector.

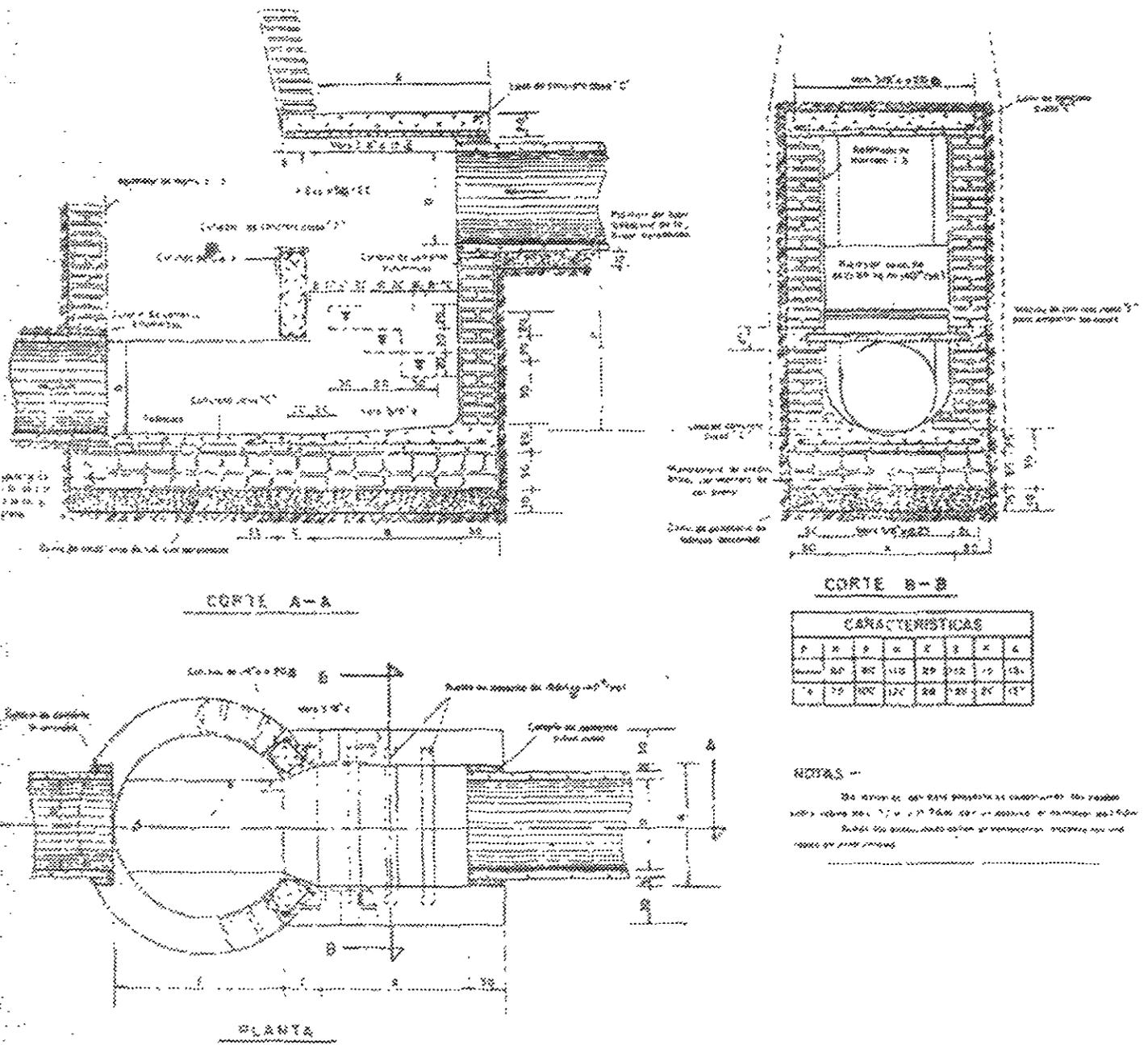


Fig. V.15. Pozo con caída.

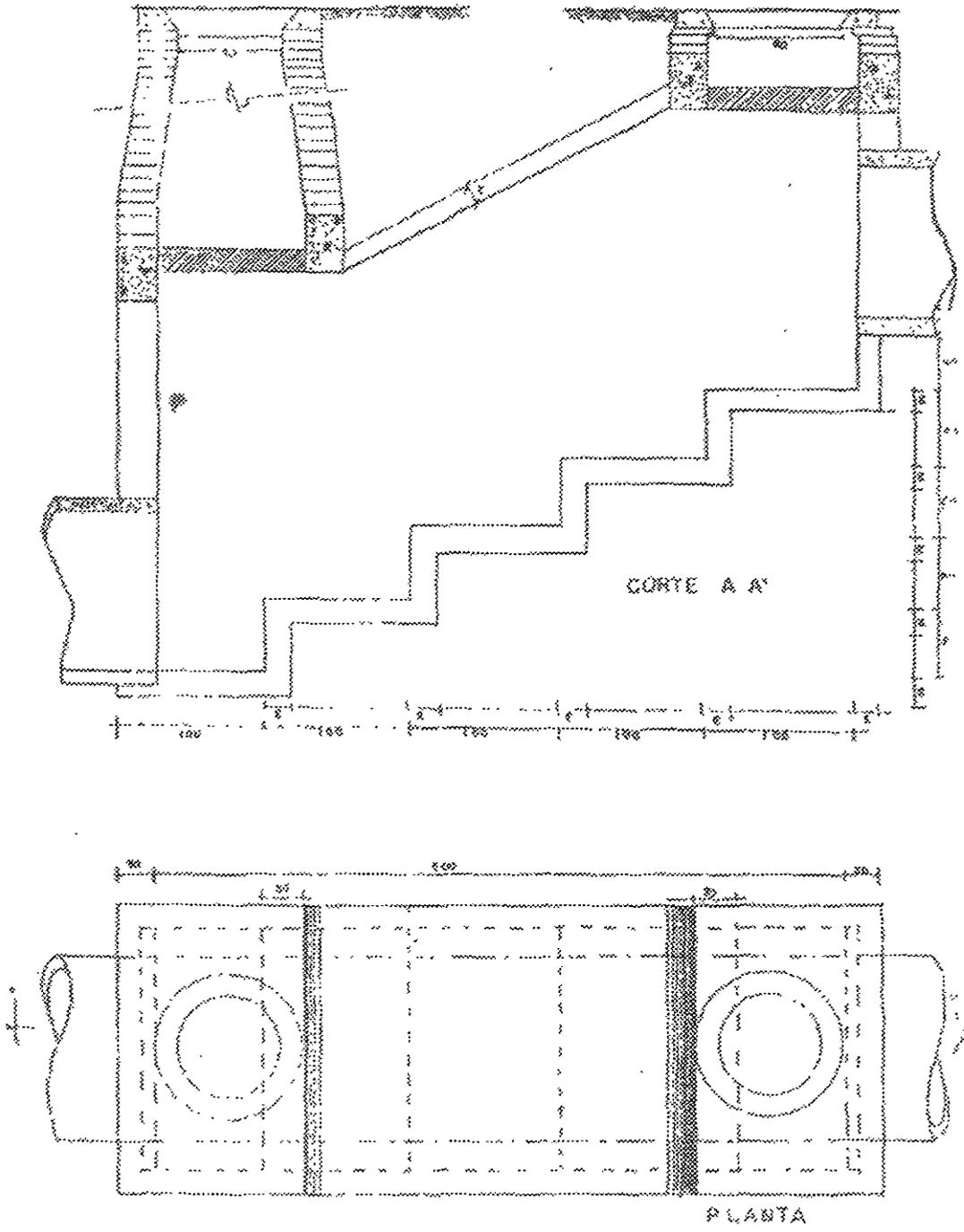


Fig. V.16. Estructura de caída escalonada.

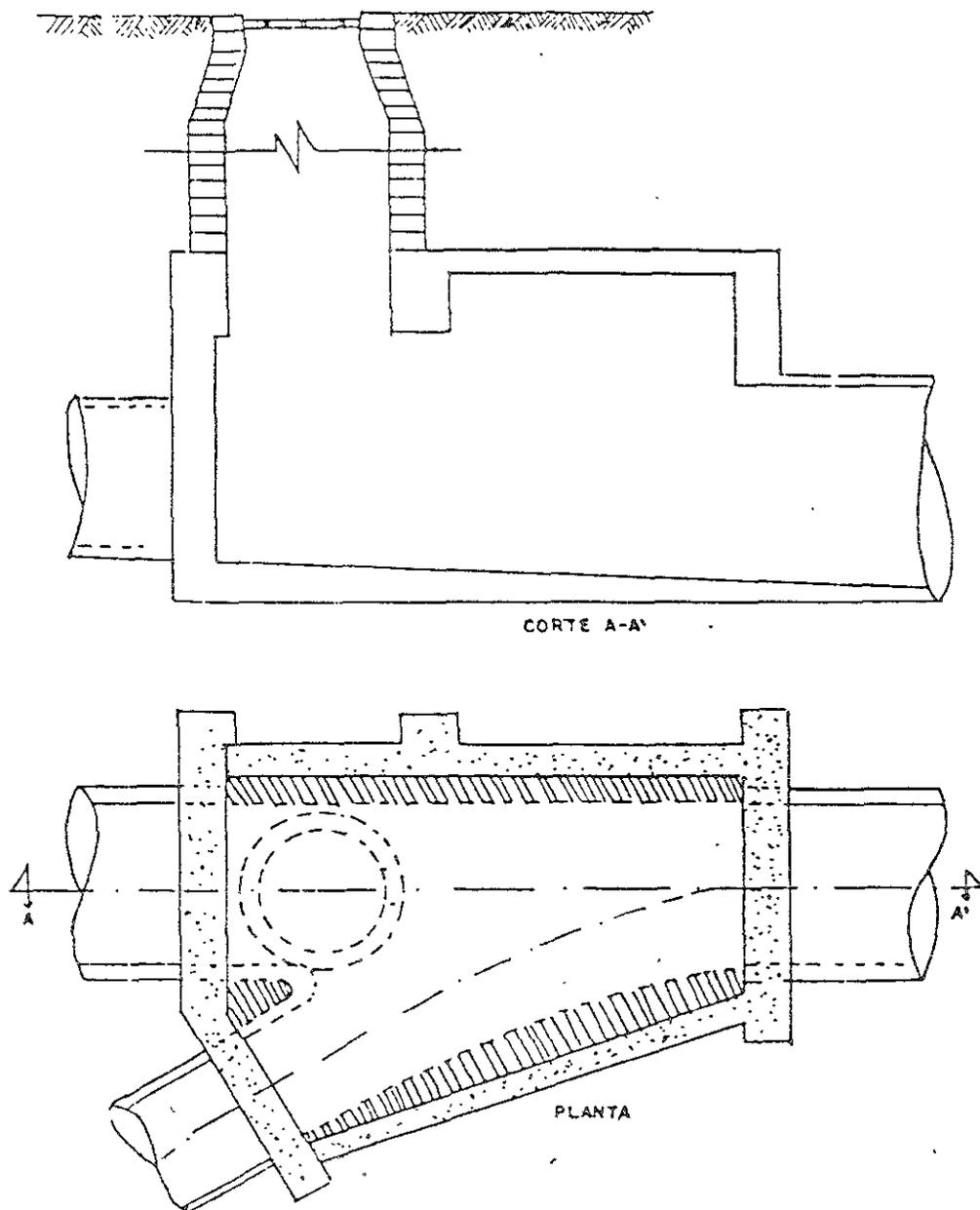


Fig. V.17. Pozo y caja de unión.

- Vertedores laterales.

En algunos casos de alcantarillado combinado en la zona alta el D.F. es necesario separar las aguas residuales de las pluviales para que las primeras sean conducidas por un alcantarillado sanitario hasta las partes bajas y las excedentes de aguas pluviales, en épocas de lluvias puedan vertirse a las barrancas que los conduce al sistema general del drenaje para ser expulsados fuera del Valle de México.

Al final del presente capítulo se muestra el plano de la red de alcantarillado, con sus respectivos pozos de visita y escurrimientos.

V.4.- Suministro de tuberías de concreto.

Definición y ejecución.- En estas especificaciones se establecen los requisitos mínimos de calidad que deberán tener los tubos de concreto simple o concreto reforzado que suministren los proveedores o contratistas, para ser empleados en la construcción de redes de alcantarillado.

Tubos de concreto sin refuerzo, son los fabricados de concreto simple, que llevan en uno de sus extremos una embocadura que permite el junteo, formando una tubería cuya superficie interior sea continua y uniforme.

Se define como tubos de concreto reforzado, a los tubos hechos de concreto, reforzado con alambre o varilla, que llevan en uno de sus extremos una embocadura que permite el junteo, formando una tubería cuya superficie interior sea continua y uniforme.

Acabados.- Los tubos sin refuerzo serán con extremo plano y campana alternos, y los tubos reforzados podrán ser de espiga y campana o de caja y espiga, según lo señalen los planos del proyecto.

Cuando el proyecto así lo señale, todos los tubos con diámetro de 30 cm. y mayores serán impermeabilizados en su superficie interior mediante la aplicación de un producto asfáltico bituminoso. Esta impermeabilización deberá ser uniforme en toda la superficie interior, sin que presente grietas, gotas, burbujas o partes sin cubrir.

Los tubos deberán tener un acabado terso, libre de roturas o grietas, burbujas, laminaciones o superficies rugosas que presenten salientes de más de tres milímetros. Podrán admitirse grietas hasta de 0.10 mm. en la extremidad de la campana, siempre y cuando no se extiendan más allá del tercio de su longitud. Colocados en posición vertical, cuando se golpeen con un martillo deben dar un sonido que no acuse rajaduras

Los planos que limiten los extremos de los tubos serán perpendiculares a su eje longitudinal. Cada tubo llevará cerca del extremo una marca en grabado o relieve, de identificación de fabricante, la que indicará la clase de tubo y su fecha de fabricación. Adicionalmente, los tubos circulares con refuerzo elíptico, tendrán marcadas las palabras “lomo” y “plantilla”, en las correspondientes posiciones.

Conexiones y accesorios.- Las conexiones y accesorios, tales como y's, t's, codos y adaptadores, deberán cumplir, en lo aplicable, con los requisitos de los tubos correspondientes.

Dimensiones.- Las dimensiones de los tubos sin refuerzo serán las indicadas en la tabla V.9, y en la tabla V 10 se señalan las tolerancias a dichas dimensiones, en ambos casos referidas en la figura V.18.

Respecto a los tubos con refuerzo, sus dimensiones y el área de refuerzo serán los indicados en la tabla V.11. En la tabla V.13 se indican las tolerancias a las correspondientes

dimensiones, tratándose en ambos casos de tubos de concreto reforzado de resistencia normal.

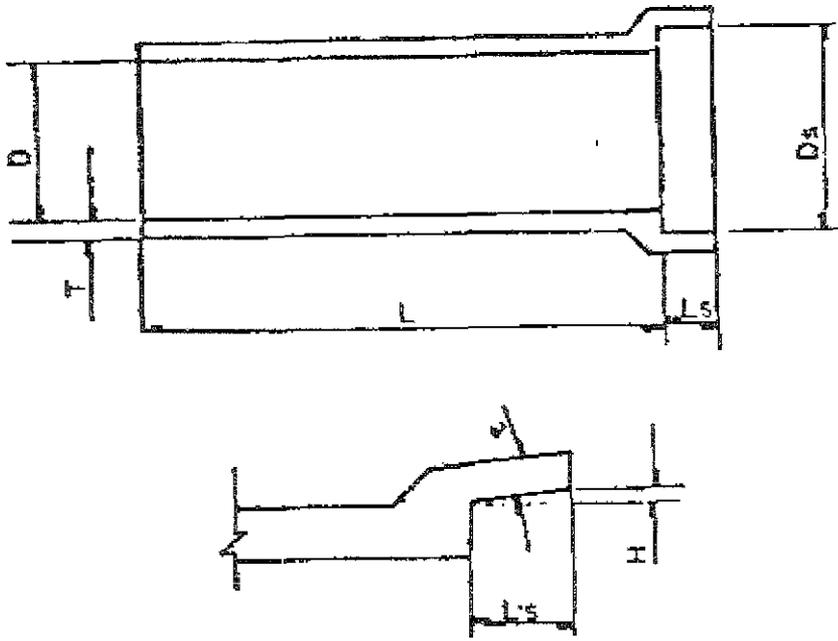


Figura V.18.

Acero de refuerzo.- La cantidad de refuerzo se muestra en la siguiente tabla, y en los planos del proyecto se señalará el tipo de acero y su resistencia o calidad. También se muestra la cantidad de refuerzo; y en los planos del proyecto e señalará el tipo de acero y su resistencia o calidad.

Muestreo.- Salvo que el contrato estipule otro acuerdo, el tamaño del lote de muestra que proporcionará el fabricante o proveedor, será como se consigna en la tabla V.12.

En un tres por ciento de los tubos como mínimo, se verificarán sus dimensiones, y todo el lote será inspeccionado para comprobar la calidad de sus acabados.

TABLA V.9.
DIMENSIONES DE TUBO DE CONCRETO SIN REFUERZO PARA
ALCANTARILLADO CON EXTREMO PLANO Y DE CAMPANA.

TAMAÑO NOMINAL (DIÁMETRO INTERIOR)	ESPESOR DE LAS PAREDES	DIÁMETRO INTERIOR DE LA CAMPANA	PROFUNDIDA DE LA CAMPANA	CONICIDAD MÍNIMA DE LA CAMPANA
D cm	T mm	Ds mm	Ls mm	H:Ls
10	14	152	38	1:20
15	16	210	51	1:20
20	19	273	57	1:20
25	22	330	64	1:20
30	25	387	64	1:20
38	32	476	64	1:20
45	38	565	70	1:20
60	54	749	76	1:20

NOTA.- El espesor de la campana [mm] debe ser de 45 mm en el extremo y no menor de $\frac{3}{4}$ del espesor de la pared del cuerpo del tubo. La longitud de los tubos deberá ser de 1.00 m para los de 10 y 15 cm de diámetro y de 1.00 a 1.20 m para los de diámetros mayores.

TABLA V.10.
TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES DE TUBOS DE CONCRETO SIN
REFUERZO CON EXTREMOS PLANO Y CAMPANA.

TAMAÑO NOMINAL (DIÁMETRO INTERIOR)	LONGITUD COLOCADO	DIÁMETRO EL TUBO	INTERIOR DE LA CAMPANA	PROFUNDIDA DE LA CAMPANA	ESPESOR D LAS PAREDES DEL TUBO
cm	(+) mm	(+) mm	(+) mm	(+) mm	(+) mm
10	10	5	5	3	2
15	10	5	5	6	2
20	10	6	6	6	2
25	10	7	7	6	2
30	10	8	8	6	3
38	10	8	8	6	3
45	10	8	8	6	3
60	15	10	8	6	5

NOTA.- La variación de la rectitud de los tubos no debe ser mayor de 1.0 cm por metro de longitud.

TABLA V.11.
REQUISITOS FÍSICOS PARA TUBOS DE CONCRETO REFORZADO DE
RESISTENCIA NORMAL.

DIÁ- ME- TRO DEL TUBO	PARED "A" CONCRETO $f'_c = 280$ kg/cm ²			PARED "B" CONCRETO $f'_c = 280$ kg/cm ²			PARED "C" CONCRETO $f'_c = 280$ kg/cm ²		
	ESPE SOR DE LA PARED	REFUERZO D ACERO CIRCULAR, cm ² /m.		ESPE SOR DE LA PARED	REFUERZO DE ACERO CIRCULAR, cm ² /m.		ESPE SOR D LA PARED	REFUERZO DE ACERO CIRCULAR, cm ² /m.	
		LÍNEA INTE RIOR	LÍNEA EXTER IOR		LÍNEA INTERI OR	LÍNEA EXTER OR		LÍNEA INTE RIOR	LÍNEA EXTER IOR
D cm	(*) T mm			T mm			T mm		
30	45	1.43		51	1.48				
38	48	1.43		57	1.48				
45	51	1.43		63	1.48				
60	64	2.75		76	1.48				
76	70	3.17		89	2.96				
91	76	2.95	2.12	102	2.54	1.90	121	1.48	1.48
107	89	3.39	2.54	114	3.17	2.54	133	2.12	1.69
122	102	4.44	3.39	127	3.81	2.95	146	2.96	2.33
152	127	6.35	4.65	152	5.29	4.02	172	4.65	3.60
183	152	8.57	6.35	178	7.40	5.50	197	6.35	4.87
213	178	10.79	8.25	203	9.73	7.19	222	8.67	6.56
244	203	13.12	9.94	229	12.06	9.10	248	11.60	8.67

(*) Los tubos cuyas paredes tengan mayor espesor que el especificado, serán aceptados, siempre y cuando cumplan con los requisitos de la cantidad de refuerzo y prueba de resistencia. La longitud útil de los tubos, deberá ser siempre múltiple del módulo básico de un decímetro.

El uno por ciento de los tubos serán sometidos a la prueba de resistencia, y en estos mismos se comprobará la cantidad y posición del acero de refuerzo.

Las muestras para las prueba de absorción se obtendrán de los fragmentos resultantes de los tubos sometidos a la prueba de resistencia.

El uno por ciento de los tubos serán sometidos a la prueba hidrostática.

Las prueba de las tuberías para alcantarillado se llevarán a cabo en el lugar que de común acuerdo se convenga con el contratista o proveedor.

Prueba Hidrostática.- La prueba hidrostática de tubos de concreto tiene por finalidad probar la impermeabilidad del concreto del tubo contra filtraciones interna o externa y se realiza en la forma siguiente:

a) En esta prueba se emplearán tubos completos que no tengan defectos aparentes.

TABLA V.12
 LOTES PARA MUESTREO

DIÁMETRO INTERIOR DEL TUBO EN cm	TAMAÑO DEL LOTE DE ENTREGA Y NÚMERO DE TUBOS QUE FORMARÁN EL LOTE DE MUESTRA			
	25 a 200 piezas	201 a 300 piezas	301 a 500 piezas	501 a 1000 pieza
45	1	2	3	4
60	1	2	3	4
76	1	2	3	4
91	1	2	3	4
107	1	1	2	3
122	1	1	2	3
152	1	1	2	3
183 a 244	1	1	2	3

b) Un tubo será cerrado en sus extremos con tapones de madera o metálicos cubiertos con hule, para impedir fuga a través de éstos y en sus juntas. A uno de los tapones se le inserta un niple de 19 mm de diámetro con roldana de hule y tuercas, si el tapón fuere de madera, o soldado si fuere de metal.

c) El niple se conecta mediante un tubo flexible a una bomba accionada manualmente, o alas tuberías de agua si la presión fuere suficiente. Una vez lleno el tubo se aplica la presión, que medida mediante manómetro, deberá alcanzar los valores consignados a continuación:

350 gr/cm² durante 5 minutos

700 gr/ cm² durante 10 minutos

1050 gr/ cm² durante 15 minutos

TABLA V.13.
TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES DE TUBOS DE CONCRETO REFORZADO
DE RESISTENCIA NORMAL.

TAMAÑO NOMINAL (DIÁMETRO INTERIOR) cm	LONGITUD COLOCADO (-) mm	DIÁMETRO INTERIOR (+/-) mm	ESPESOR D LAS PAREDES (-) mm	POSICIÓN DEL REFUERZO (#) mm
30	10	5	5 % DE LOS VALORES DE LA TABLA V.10	5
38	10	5		5
45	10	5		5
60	15	8		5
76	15	8		8
91	15	10		8
107	15	10		8
122	15	12		10
152	15	12		10
183	15	15		15
213	15	15		15
244	15	15		15

(#) Se aceptarán tubos en los cuales la posición del acero de refuerzo no esté dentro de las tolerancias, si cumplen con los requisitos de la prueba de resistencia; pero en ningún caso el recubrimiento será menor de 2 cm de espesor.

Tiempo total de la prueba: 30 minutos.

Durante el curso de la prueba, el tubo no deberá mostrar ninguna fuga. Cualquier humedad que apareciere en la superficie en forma de manchas, sin que formen gotas, no será considerada como fuga.

Prueba de absorción.- Para realizar esta prueba, las muestras tendrán una superficie de 100 a 150 cm², un peso mínimo de 100 gramos y tendrán superficie aproximadamente cuadrada, estando libres de grietas, descascaros o bordes astillados. Los especímenes serán marcados con la misma marca de identificación del tubo del cual procedan. La marca será pequeña y no cubrirá más del 1 % de la superficie total de la muestra.

Las muestras se sacarán a peso constante en una estufa a 110°C, hasta que la pérdida de peso no sea mayor, en dos pesadas sucesivas con intervalos de 2 horas, de 0.1 % del peso original.

Una vez secas, se colocarán en un recipiente de alambre, sumergiéndolas en agua que no contenga sales en suspensión, la cual se calentará hasta la ebullición y se dejará hervir durante 5 horas, después de lo cual se dejará enfriar el agua hasta la temperatura ambiente; se escurrirán durante un minuto y a continuación se sacará la humedad superficial de las muestras por medio de una toalla o papel secante, pasándolas de nuevo.

La absorción deberá calcularse como por ciento del peso inicial seco. Se anotarán por separado los resultados de cada muestra individual, con aproximación de 0.5 gr. y se tomará el promedio de los resultados de muestras probadas del lote de prueba.

La cantidad de agua absorbida por la muestra no deberá ser mayor del 8 % del peso inicial seco de la misma, para cuyo efecto se tomará el promedio de los ensayos.

Prueba de resistencia al aplastamiento - Esta puede ser ejecutada alternamente por dos métodos: el de apoyo en tres aristas y el de apoyo en arena.

En tubos reforzados la carga se aplica a razón de 3, 000 kg por metro de tubo y por minuto y, en tubos sin refuerzo a razón de 1, 000 kg por minuto y durante el tiempo indispensable para observarla y anotarla. La prueba se da por terminada cuando en el tubo aparecen grietas que atraviesan todo su espesor.

La resistencia se calcula dividiendo la carga total necesaria para agrietar el tubo, entre la longitud interior del mismo.

Método de apoyo en tres aristas.- Se coloca el tubo longitudinalmente sobre dos tiras paralelas de madera, de sección cuadrada de 2.5 x 2.5 cm, fijas a un polín de madera que

tenga cuando menos 15 x 15 cm e sección, quedando separadas entre sí 2.5 cm por cada 30.5 cm de diámetro nominal del tubo, como se ilustra en la figura V.19. El espacio entre las tiras se rellenará con mortero yeso-arena, en un espesor de 2.5 cm, colocado el tubo sobre la misma cuando el mortero esté aún en estado plástico. La arista interiores de las tiras estarán redondeadas como se indica en la figura V.19.

El apoyo superior será un polín de madera de 15 x 15 cm, colocado a lo largo del lomo del tubo y asentado sobre una capa de mortero yeso-arena de aproximadamente un centímetro de espesor, para compensar las desigualdades del tubo.

El polín se asienta cuando el mortero esté aún en estado plástico. La carga deberá ser vertical y simétrica con respecto al tubo y a sus apoyos inferiores, aplicándose a través de una vigueta de acero, colocada sobre el polín superior de apoyo, con la suficiente rigidez para que no sufra deformaciones.

Método de apoyo en arena.- Para este procedimiento el tubo se apoya, en la parte superior e inferior y simétricamente con su eje vertical, en dos camas de arena de un espesor igual a la mitad del radio del mismo, en tal forma que cubran un cuarto de su circunferencia, como se ilustra en la figura V.20. La arena debe ser limpia y contener cuando menos 5 % de humedad, deberá pasar por la malla No. 4 y la del apoyo inferior estará suelta al momento de colocarse el tubo.

La superficie de la arena del apoyo superior se nivelará con rasero y se cubrirá con una placa rígida de madera dura o algún otro material resistente que transmita la carga uniformemente, la cual se aplicará en el centro de esta placa, de preferencia a través de un apoyo esférico o de dos rodillos en ángulo recto. La carga puede aplicarse por medio de una máquina de prueba, o bien, colocando pesos sobre una plataforma que descansa sobre la

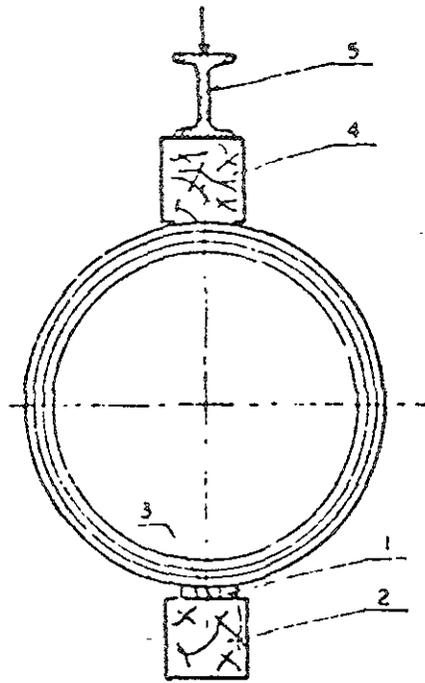
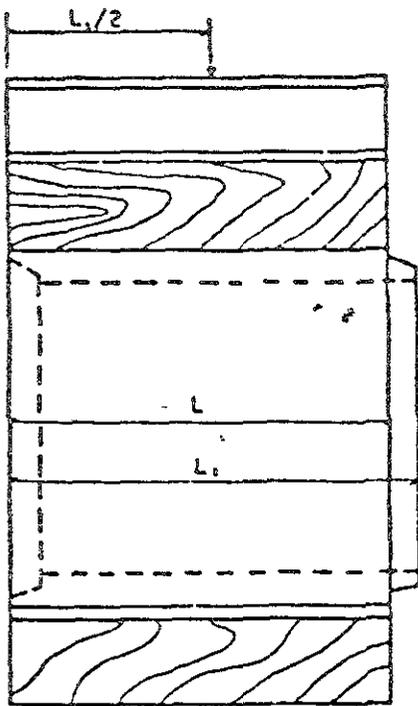


Fig. V.19. Método de apoyo en tres aristas.

- 1.- Tiras de madera de sección cuadrada, de 2.5 x 2.5 cm
- 2.- Apoyo inferior, polín de madera de 15 x 15 cm
- 3.- Separación mínima entre las tiras de 2.5 cm
- 4.- Apoyo superior, polín de madera de 15 x 15 cm
- 5.- Vigueta de acero

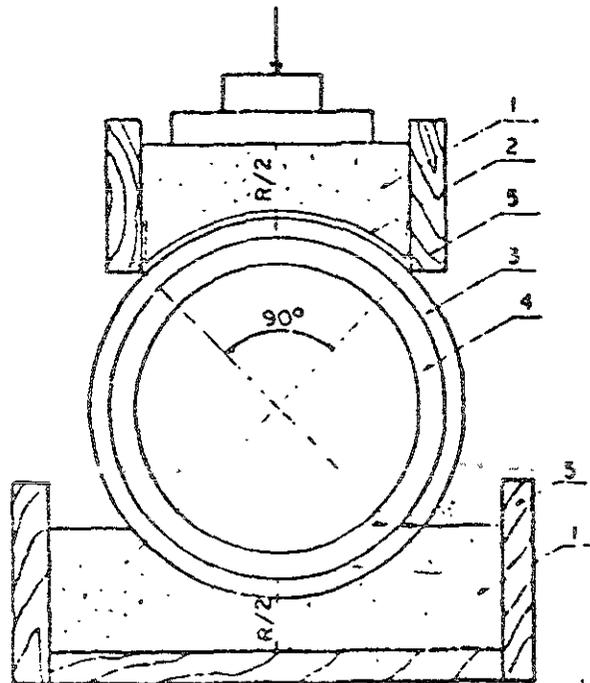
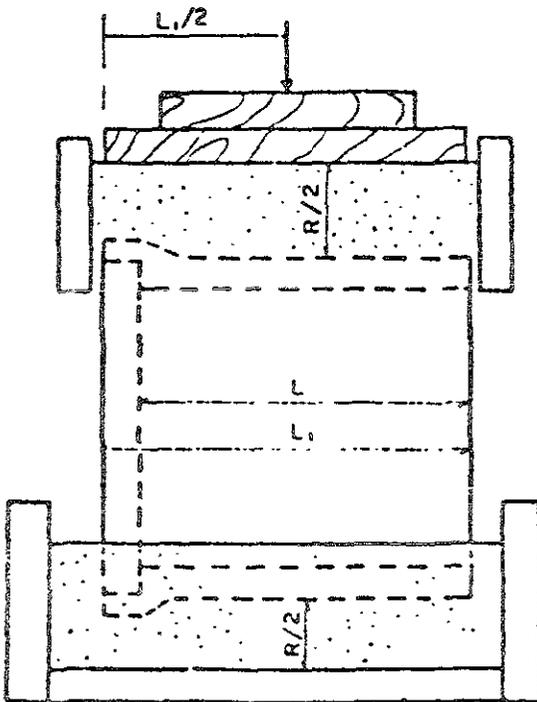


Fig. V.20. Método de apoyo en arena.

- 1 - Arena
- 2.- Plástico o tela para evitar fugas de arena
- 3.- Campana del tubo
- 4.- Cuerpo del tubo
- 5.- Marco de madera

placa de apoyo, aplicando los pesos en forma simétrica con relación a los ejes longitudinal y transversal del tubo.

La plataforma no deberá hacer contacto con el marco de la cama de arena, y a su vez los marcos inferiores y superiores no estarán en contacto con el tubo. No deberá haber fugas de arena entre el marco y el tubo mientras dure la prueba.

La carga de ruptura de los tubos sin refuerzo, sometidos a la prueba de resistencia, no será menor de la indicada en la siguiente tabla V.14.

TABLA V.14.
CARGA MÍNIMA DE RUPTURA EN PRUEBA DE RESISTENCIA PARA TUBOS DE CONCRETO SIN REFUERZO.

TAMAÑO NOMINAL (DIÁMETRO INTERIOR) cm	MÉTODO DE APOYO EN TRES ARISTAS kg/m	MÉTODO DE APOYO EN ARENA kg/m
10	1, 490	2, 230
15	1, 640	2, 450
20	1, 930	2, 900
25	2, 080	3, 130
30	2, 230	3, 350
38	2, 600	3, 900
45	2, 970	4, 460
60	3, 570	5, 360

En la prueba de resistencia para tubos con acero de refuerzo, se considerarán como cargas críticas las que produzcan una grieta de 0.25 mm, y una grieta considerada de ruptura que atraviese el espesor del tubo. En la tabla V.15 se consignan los valores mínimos de estas cargas.

Aceptaciones y rechazo.- Los tubos que no cumplan con las especificaciones de acabado serán rechazados.

Todos los tubos correspondientes a un lote serán rechazados en los casos siguientes:

a) Cuando más del 25% de los tubos muestreados no cumplan con las dimensiones o con el acero de refuerzo especificados.

TABLA V.15.
CARGA MÍNIMAS PARA TUBOS DE CONCRETO REFORZADO DE RESISTENCIA NORMAL, SOMETIDOS A LA PRUEBA DE RESISTENCIA POR EL MÉTODO DE TRES ARISTAS (*).

TAMAÑO NOMINAL (DIÁMETRO INTERIOR) cm	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN kg/m PARA PRODUCIR	
	GRIETA DE 0.25 mm (a)	RUPTURA (b)
30	1, 465	2, 200
38	1, 855	2, 790
45	2, 200	3, 295
60	2, 930	4, 470
76	3, 710	5, 563
91	4, 445	6, 665
107	5, 225	7, 835
122	5, 960	8, 935
152	7, 420	11, 130
183	8, 935	13, 400
213	10, 400	15, 600
244	11, 915	17, 870

(a) Carga en kg/m que produce una grieta de 0.25 m.

(b) Carga en kg/m que produce la ruptura del tubo.

(*) Las cargas mínimas en la prueba de resistencia por el método de apoyo en arena, serán una y media veces las indicadas en esta tabla.

b) Cuando más del 20 % de los tubos muestreados no cumplan la prueba hidrostática o la prueba de absorción.

c) Cuando la resistencia de un tubo sea menor que el 70 % de la resistencia especificada.

En los casos en que la resistencia sea menor que el 100 % pero mayor que el 70 %, el contratista o proveedor tendrá derecho a que se hagan otras pruebas adicionales, siguiendo el criterio que se establece en la tabla V.16. Todos los tubos de las pruebas adicionales deberán cumplir con la resistencia especificada para que el lote sea aceptado.

De un lote que fuere rechazado, el contratista podrá seleccionar hasta un 50 % de los tubos, entre los que considere que estén en buenas condiciones, para someterlos nuevamente a las pruebas estipuladas, y sería rechazado el nuevo lote en caso e que no las cumpliera.

TABLA V.16.

PORCIENTO DE LA RESISTENCIA	NÚMERO DE TUBOS PARA LA REPETICIÓN DE LAS PRUEBAS
De 90 % a 99 %	2
De 80 % a 89 %	3
De 70 % a 79 %	4

Tolerancias.- El diámetro interior de los tubos comprendidos entre 45 y 60 cm, no debe variar en más-menos 1.5 % de lo indicado en la tabla V.10.

El diámetro de tubos mayores de 60 cm, no deberá variar en más-menos 1 % ó 9.5 % mm (el valor que resulte mayor), del diámetro señalado en la tabla V.10.

El espesor de la pared del tubo no debe ser menor que la señalada, n más de 5 % ó 4.75 % (valor que resulte mayor), pudiéndose permitir mayor espesor que el señalado

La tolerancia en la longitud del tubo podrá llegar a ser hasta de 15 mm no menos, pero nunca deberá ser mayor que la medida modular.

Impermeabilización.- En los casos en que el proyecto lo señale, se empleará un producto asfáltico del tipo PEMEX "F.M.O." o similar, y su aplicación se hará en la forma siguiente:

- a) Previamente se deberá limpiar el interior del tubo hasta dejarlo libre de polvo, grasa o cualquier otra materia contaminante extraña.
- b) El producto asfáltico se aplicará a una temperatura de 25°C, aproximadamente, empleando brocha o aspersor de aire, en una proporción de 0.5 a 0.7 litros/m² de superficie; o bien, la que recomiende en lo particular el fabricante del producto que fuere aplicado.

TABLA V.17
MATERIALES DE FABRICACIÓN DE TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO.

TIPO DE MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETROS DISPONIBLES mm	DESCRIPCIÓN
CONCRETO SIMPLE	150 a 600	ES EL TUBO MÁS COMÚNMENTE USADO Y FÁCIL DE CONSEGUIR
CONCRETO REFORZADO	300 a 2440	SUSCEPTIBLE A LA CORROSIÓN EN SU INTERIOR POR LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO CON EL AGUA. TAMBIÉN ES ATACADO EN SU EXTERIOR POR SUELOS ALTAMENTE SULFATADOS.
CONCRETO PRESFORZADO	750 a 2500	UTILIZADO EN CASOS ESPECIALES DE EMISORES LARGOS. ES SUSCEPTIBLE A LA CORROSIÓN IGUAL QUE EL CONCRETO REFORZADO
CONCRETO REFORZADO COLADO EN SITIO	SEGÚN NECESIDADES	ES UTILIZADO SOLO CUANDO NO SE DISPONE DE DIÁMETRO COMERCIALES O CUANDO CONDICIONES ESPECIALES LO REQUIEREN
ACERO	200 a 3000	USADO PARA CRUCES (CARRETERA, FERROCARRIL Y RÍOS) ESTACIONES DE BOMBEO Y PLANTAS DE TRATAMIENTO Y DONDE DEBAN SOPORTARSE GRANDES CARGAS. DISPONIBLES EN DISTINTAS CLASES, ESPESORES, RESISTENCIAS LONGITUDES. SUSCEPTIBLE AL DETERIORO INTERNO Y EXTERNO, SI NO SE PROTEJE DEBIDAMENTE CON RECUBRIMIENTO Y CONTRA LA CORROSIÓN
POLICLORURO DE VINIL (PVC)	32 A 630	RESISTENTE A LA CORROSIÓN, POCO PESO Y COEFICIENTE DE FRICCIÓN PEQUEÑO. SOPORTA BIEN LAS CARGAS DE RELLENO, PERO SE DEFORMA CUANDO ESTÁ MAL COLOCADO O SE EXPONE A LOS RAYOS SOLARES, SUFRE DEGRADACIÓN CUANDO SE CALIENTA.
ASBESTO-CEMENTO TIPO A (A-5, A-7, A-10, A-14)	50 a 910	TIENE PESO MENOR QUE OTROS TUBOS RÍGIDOS. PUEDE SER SUSCEPTIBLE A LA CORROSIÓN POR ÁCIDOS Y AL ATAQUE DE SULFATOS, PERO SI ES CURADO CON VAPOR A ALTA PRESIÓN, PUEDE SER USADO AÚN EN SUELOS QUE LOS CONTENGAN

c) La aplicación del impermeabilizante se hará a dos manos, teniendo cuidado de no aplicar la segunda capa hasta que no haya secado completamente la primera.

Existen varias opciones de materiales para la fabricación de las tuberías para los sistemas de alcantarillado. Cada tipo de material se debe valorar cuidadosamente antes de

hacer la selección. En la tabla V.17 se presentan los principales materiales para la fabricación de tuberías de alcantarillado.

También se utiliza concreto prefabricado, fierro fundido, acero y fibra de vidrio en diferentes partes de las estructuras. Las especificaciones de construcción son elemento indispensable en la ejecución constructiva de todo proyecto, ya que en ellas se estipulan las normas de calidad que deben cumplir los trabajos, materiales y obras, se acotan y definen los conceptos de trabajo involucrados o necesarios para las mismas, y se establecen las modalidades de medición y forma de pago. La ausencia de especificaciones propicia la confusión y acentúa las indeterminaciones, que a la postre generan deficiente calidad de obra, deterioró en las relaciones entre las partes contratantes, y perjuicios a los intereses de estas.

V.5.- Descargas domiciliarias.

Generalmente la delegación política del D.F. tienen a su cargo la instalación de los albañales exteriores que se conectan al sistema sanitario del usuario con la red de alcantarillado. Estos albañales son tubos de concreto de 0.15 m de diámetro pero en casos especiales se aumentará a 20 cm centímetros o más, que se instalan fuera del domicilio del usuario pero que sale de un registro principal localizado en el interior del mismo. Esta conexión domiciliaria permite la descarga de las aguas servidas en los predios a las atarjeas.

La pendiente mínima que en general se admitirá para la tubería de la conexión será del 1%, y el colchón sobre el lomo del tubo en cualquier lugar de su longitud tendrá como mínimo 90 cm. La pendiente podrá reducirse a un medio %, pero únicamente cuando ello sea necesario a fin de dejar el mínimo de 90 cm.

Las conexiones a la atarjea cuando son de diámetro pequeño, se hace con una “Y” o “T” seguida de un codo de 22.5°. Cuando se trata de atarjeas mayores, en que la relación del

diámetro del albañal al diámetro de la atarjea sea de $1/3$, se usa una pieza que consiste en un tramo de tubo cortado diagonalmente y con una campana, a esta pieza se le denomina “slant”.

Por otro lado las conexiones domiciliarias no serán consideradas en el momento de hacer el presupuesto, pues el fraccionamiento aún no se encuentra construido y sólo se cuenta con un proyecto.

Para hacer las conexiones domiciliarias se construirán primero las de un solo lado de determinado tramo del alcantarillado, después de determinadas totalmente estas, se construirán las del otro lado.

Se construirá una descarga domiciliaria por cada lote, esto indica que se construirán 7,450 descargas, aproximadamente.

V.7.- Operación y mantenimiento de la red.

Corresponde a las autoridades asumir la responsabilidad para la operación y mantenimiento del sistema, para lo cual es necesario que dicho organismo cuente con toda la información sobre el funcionamiento total de la red.

Los principales problemas que crea la conservación de las alcantarillas son la eliminación de obstrucciones o el modo de evitarlas, algunos trabajos de reparación y la limpieza de las coladeras, si existen. Una buena operación requiere el apropiado conocimiento de la localización de las alcantarillas y una competente brigada de operarios que se halle debidamente equipada y en servicio permanente.

El equipo necesario dependerá del tamaño y tipo de las alcantarillas. Si se trata de conservarlas, los problemas con que habrá de enfrentarse serán principalmente taponamientos de raíces, basuras, grasas y azolves.

La relación del equipo que lleva una brigada de conservación de servicio permanente

en una gran ciudad que trabaja con diversos diámetros es:

Equipo principal:

Camión de 2.5 ton.

Cabrestante motorizado

Cabrestante portátil de acción manual

300 m de cable de acero flexible

300 m de manguera tipo contra incendios

250 m de varilla de acero flexible

150 m de varillas de madera empalmables

Corta raíces de diversos tamaños

Cazos para arena, gubias y rastrillos

Máquinas rociadoras

Fleje de acero y alambre grueso

Equipo portátil rociador

Equipo auxiliar:

Palas, picos y azadones

Juegos de llaves fijos

Herramientas para bocas y registros

Linternas antiexplosivas

Botas, ropas y guantes de goma

Cubos y cuerda

Equipo de seguridad:

Detector de sulfhídrico

Detector de óxido de carbono

Detector de gas combustible

Máscara de goma

Cinturones de seguridad

Botiquín de primeros auxilios

Señales de tráfico y banderolas

Lámparas de aceite y bengalas.

Las varillas empalmables se han sustituido útilmente por las varillas de acero flexible.

Desobstrucción de alcantarillas.

Una obstrucción es aquella condición que impide parcial o totalmente el flujo de las aguas residuales por las alcantarillas. Las obstrucciones pueden ser originadas por objetos grandes que han penetrado en las alcantarillas, arena, grasa u otros materiales.

En muchos casos la obstrucción puede eliminarse forzando una varilla que empuje una herramienta puntiaguda a través de la obstrucción y dejando luego que el agua limpie las tuberías.

La eliminación de raíces se hace empleando varillas con corta raíces del tipo barrena. Conforme los elementos cortantes se van empujando hacia el interior de la alcantarilla, se les da un movimiento de rotación, haciendo girar la varilla manual o mecánicamente. En las grandes alcantarillas o para casos especialmente difíciles, se empujan o jalan rastrillos cortantes a lo largo de las mismas por medio de cables y tornos.

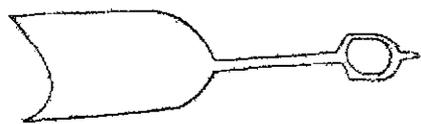
La eliminación de limos y de arena se hace perforando un agujero o introduciendo gubias por medio de cables y tornos. Si la obstrucción no es muy grande la turbina limpiadora de accionamiento hidráulico y con cuchilla rotativa resulta efectiva. Esta , al arrastrarla a lo largo de la alcantarilla por medio de un cabrestante y un cable combina la limpieza, el corte y el arrastre en una sola operación.

En la eliminación de grasa se emplean cintas de acero con diferentes herramientas en su extremo. Se ha empleado con éxito alambres de acero de 6 mm y dándole un movimiento de rotación conforme se va introduciendo en la alcantarilla. Finalmente se introduce un cepillo rotatorio que se acciona mecánicamente. Generalmente algunas brigadas emplean siempre un cepillo de arrastre para acabar la limpieza que ha sido rastreada con otras herramientas.

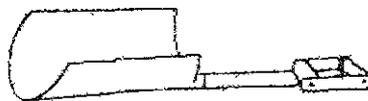
Las herramientas mencionadas anteriormente se muestran en la figura V.21.

La limpieza es una medida de precaución que se aplica a algunas conducciones en las que la experiencia indica que se pueden producir obstrucciones. Se puede emplear el lavado a chorro pero es preciso que utilicen cepillos, rastrillos o gubias para la eliminación de grasas y otras basuras y cortadores de raíces o ganchos de extracción.

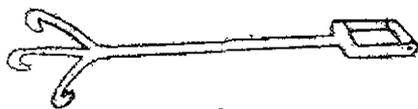
El lavado a chorro se realiza conectando la manguera a una boca de incendio y haciendo la descarga en el interior del registro. En algunos casos se emplea un balón de goma blanda que se infla hasta adquirir un diámetro ligeramente menor al del tubo de la alcantarilla. Se ata a una cuerda y se desliza por una tubería aguas abajo.



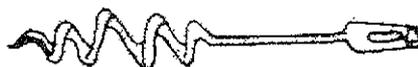
A



B



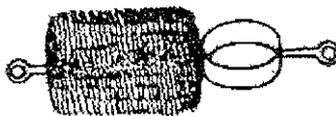
C



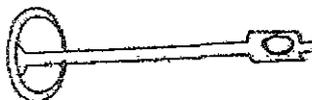
D



E

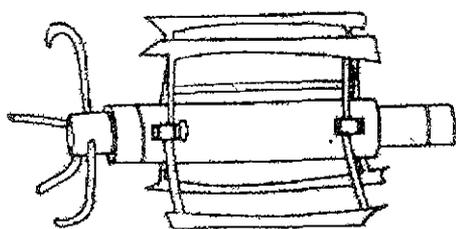


F



G

- A.- Gubia para el corte de obstrucciones.
- B.- Cuchara para eliminar arenas
- C y D.- Garfio y Espiral para sacar papeles y trapos
- E.- Cortador de raíces.
- F.- Cepillo de alambre para desengrasar.
- G.- Rasqueta



TURBINA PARA LA LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS

Fig. V.21. Herramientas en el mantenimiento de los sistemas.

V.7.- Memoria Descriptiva.

El cálculo hidráulico de la red se realiza empleando la fórmula de Manning, revisando que las velocidades reales que se presentan con el gasto calculado para el tramo en estudio esté dentro del rango permisible para la pendiente y el diámetro propuesto.

Para facilitar la comprensión y cálculo, la red se dividió en 6 Sistemas. A continuación se presenta el procedimiento seguido para el diseño de la red, analizándose los primeros tramos del Sistema 1; y al final del capítulo se presentan los resultados totales, concentrados en tablas.

SISTEMA 1.

Tramo 101-100.

<p>Longitud del Tramo (L_T) = 40.0m Longitud Tributaria (L_{TB}) = 0.0m Longitud Acumulada (L_A) = 40.0m</p> <p><i>Cálculo de Población en el Tramo</i> $P_T = L_A * D_P$ $P_T = 40 * 0.743 = 30$ Habts.</p> <p>• Gastos de Proyecto <i>Cálculo del Gasto Medio</i> $Q_{MED} = (P_T * A_P) / 86,400$ $Q_{MED} = (30 * 120) / 86,400$ $Q_{MED} = 0.042$ l/s</p> <p><i>Cálculo del Gasto Mínimo</i> $Q_{MIN} = Q_{MED} / 2$ $Q_{MIN} = 0.042 / 2$ $Q_{MIN} = 0.021$ l/s</p> <p>Por norma el Q_{MIN} no puede ser menor a cosignado en la Tabla V.1, por lo que: $Q_{MIN} = 3.0$ l/s</p> <p>También por norma el Q_{MIN} no puede ser mayor al Q_{MED}, por lo que: $Q_{MED} = 3.0$ l/s</p> <p><i>Cálculo del Gasto Máximo Instantáneo</i> $Q_{MI} = Q_{MED} * M$</p> <p>Por norma el coeficiente de Harmon s aplica en tramos que tienen 1000 o má habitantes, en caso contrario se consider constante e igual a 3.8, por lo que: $Q_{MI} = 3.0 * 3.8$ $Q_{MI} = 11.4$ l/s</p> <p><i>Cálculo del Gasto Máximo Extraordinario</i> $Q_{ME} = Q_{MI} * C.P.$ $Q_{ME} = 11.4 * 1.5$ $Q_{ME} = 17.1$ l/s</p> <p>• Condiciones a Tubo Lleno De la ecuación de Manning se tiene: $V_{TLL} = 1/n * R_h^{2/3} * S_p^{1/2}$</p> <p>Para superficies de concreto se considera un $n = 0.013$.</p> <p><i>Cálculo de la Pendiente de Plantilla.</i> $S_T = (C_{TI} - C_{TF}) / L_T * 1000$</p> <p>Donde: S_T .- Pendiente de Terreno</p>	<p>C_{TI} .- Cota de terreno inicial C_{TF} .- Cota de terreno final $S_T = (82.12 - 79.20) / 40 * 1000$ $S_T = 73$ milésimas</p> <p>De la Tabla V.2, se indica que para u diámetro de tubería de 30 cm, la pendent de plantilla máxima permisible es 4 milésimas, por lo que se propone: $S_p = 48$ milésimas</p> <p>Sustituyendo valores en la ecuación d Manning: $V_{TLL} = (1/0.013) * (0.3/4)^{2/3} * (0.048)^{1/2}$ $V_{TLL} = 3.0$ m/s</p> <p>Por continuidad: $Q_{TLL} = V_{TLL} * A$ $Q_{TLL} = 3.0 * (\pi * 0.3^2 / 4) * 1000$ $Q_{TLL} = 211.86$ l/s</p> <p>Como: $Q_{TLL} = 211.86$ l/s >> $Q_{ME} = 17.1$ l/s</p> <p>se acepta el $S_p=48$ y diámetro=30cm propuestos.</p> <p>• Velocidades Reales de Trabajo De la figura 5.1, se tiene la relación: $q / Q = v / V$</p> <p><i>Cálculo de la Velocidad Máxima</i> $Q_{ME} / Q_{TLL} = 17.1 / 211.86 = 0.086$</p> <p>Del nomograma de Manning (Fig. 5.1): $V_{MAX} / V_{TLL} = 0.61$</p> <p>Axiomatizando: $V_{MAX} = 0.61 * 3 = 1.83$ m/s</p> <p><i>Cálculo de la velocidad Mínima</i> $Q_{MIN} / Q_{TLL} = 3 / 211.86 = 0.014$</p> <p>Del nomograma de Manning. $V_{MIN} / V_{TLL} = 0.35$</p> <p>Axiomatizando: $V_{MIN} = 0.35 * 3 = 1.05$ m/s</p> <p>• Cotas y Profundidades <i>Cálculo de Profundidad del Pozo al Fina del Tramo.</i> $H_F = 1.3$ m</p> <p>de acuerdo al capitulo V.1.4</p>
---	--

<p><i>Cálculo de Cota de Plantilla al Final de Tramo</i></p> $C_{PF} = C_{TF} - H_P = 79.20 - 1.3 = 77.90$ <p><i>Cálculo de la Cota de Plantilla al inicio de Tramo</i></p>	$C_{PI} = C_{PF} + L_T Sp = 77.90 + 40 * 0.048$ $C_{PI} = 79.82$ <p><i>Cálculo de Profundidad de Pozo al Inici del Tramo</i></p> $H_I = C_{TI} - C_{PI} = 82.12 - 79.82 = 2.3 \text{ m}$
---	--

Tramo 100-99.

<p>Longitud del Tramo (L_T) = 28.0m Longitud Tributaria (L_{TB}) = 400.0m Longitud Acumulada (L_A) = 68.0m</p> <p><i>Cálculo de Población en el Tramo</i></p> $P_T = L_A * D_P$ $P_T = 68 * 0.743 = 51 \text{ Habts.}$ <ul style="list-style-type: none"> Gastos de Proyecto <p><i>Cálculo del Gasto Medio</i></p> $Q_{MED} = (P_T * A_P) / 86,400$ $Q_{MED} = (51 * 120) / 86,400$ $Q_{MED} = 0.071 \text{ l/s}$ <p><i>Cálculo del Gasto Mínimo</i></p> $Q_{MIN} = Q_{MED} / 2$ $Q_{MIN} = 0.071 / 2$ $Q_{MIN} = 0.035 \text{ l/s}$ <p>De acuerdo a la Tabla V.1:</p> $Q_{MIN} = 3.0 \text{ l/s}$ <p>sin embargo el Q_{MIN} no puede ser mayor a Q_{MED}, por lo que:</p> $Q_{MED} = 3.0 \text{ l/s}$ <p><i>Cálculo del Gasto Máximo Instantáneo</i></p> $Q_{MI} = Q_{MED} * M$ $Q_{MI} = 3.0 * 3.8 = 11.4 \text{ l/s}$ <p><i>Cálculo del Gasto Máximo Extraordinario</i></p> $Q_{ME} = Q_{MI} * C.P.$ $Q_{ME} = 11.4 * 1.5 = 17.1 \text{ l/s}$ <ul style="list-style-type: none"> Condiciones a Tubo Lleno <p>De la ecuación de Manning se tiene:</p> $V_{TLL} = 1/n * R_h^{2/3} * Sp^{1/2}$ <p><i>Cálculo de la Pendiente de Plantilla</i></p> $S_T = (C_{TI} - C_{TF}) / L_T * 1000$ $S_T = (79.20 - 79.70) / 28 * 1000$ $S_T = -17.9 \text{ milésimas}$ <p>De la Tabla V.2, se propone:</p> $Sp = 2.0 \text{ milésimas}$	<p>Sustituyendo valores en la ecuación de Manning:</p> $V_{TLL} = (1/0.013) * (0.3/4)^{2/3} * (0.002)^{1/2}$ $V_{TLL} = .061 \text{ m/s}$ <p>Por continuidad:</p> $Q_{TLL} = V_{TLL} * A$ $Q_{TLL} = 0.61 * (\pi * 0.3^2 / 4) * 1000$ $Q_{TLL} = 43.25 \text{ l/s}$ <p>Como:</p> $Q_{TLL} = 43.25 \text{ l/s} \gg Q_{ME} = 17.1 \text{ l/s}$ <p>se acepta el $Sp=2.0$ y diámetro=30cm, Propuestos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Velocidades Reales de Trabajo <p>De la figura 5.1, se tiene la relación:</p> $q / Q = v / V$ <p><i>Cálculo de la Velocidad Máxima</i></p> $Q_{ME} / Q_{TLL} = 17.10 / 43.25 = 0.395$ <p>Del nomograma de Manning (Fig. 5.1):</p> $V_{MAX} / V_{TLL} = 0.94$ <p>Axiomatizando:</p> $V_{MAX} = 0.61 * 0.94 = 0.57 \text{ m/s}$ <p><i>Cálculo de la velocidad Mínima</i></p> $Q_{MIN} / Q_{TLL} = 3 / 43.25 = 0.069$ <p>Del nomograma de Manning.</p> $V_{MIN} / V_{TLL} = 0.58$ <p>Axiomatizando:</p> $V_{MIN} = 0.61 * 0.58 = 0.35 \text{ m/s}$ <ul style="list-style-type: none"> Cotas y Profundidades <p><i>Cálculo de Profundidad de Pozo al Inici del Tramo</i></p> $H_I = 1.30 \text{ m}$ <p>de acuerdo al capítulo V.1 4</p> <p><i>Cálculo de la Cota de Plantilla al inicio de Tramo</i></p> $C_{PI} = C_{TI} - H_I = 79.20 - 1.30 = 77.90$
--	---

<p><i>Cálculo de Cota de Plantilla al Final de Tramo</i></p> $C_{PF} = C_{PI} - L_T Sp = 77.90 - 28 * 0.002$ $C_{PF} = 77.84$	<p><i>Cálculo de Profundidad del Pozo al Final del Tramo.</i></p> $H_F = C_{TF} - C_{PF} = 79.70 - 77.84 = 1.86 \text{ m}$
---	--

Tramo 102-99.

<p>Longitud del Tramo (L_T) = 40.0m Longitud Tributaria (L_{TB}) = 0.0m Longitud Acumulada (L_A) = 40.0m</p> <p><i>Cálculo de Población en el Tramo</i></p> $P_T = L_A * D_P$ $P_T = 40 * 0.743 = 30 \text{ Habts.}$ <ul style="list-style-type: none"> Gastos de Proyecto <p><i>Cálculo del Gasto Medio</i></p> $Q_{MED} = (P_T * A_P) / 86,400$ $Q_{MED} = (30 * 120) / 86,400$ $Q_{MED} = 0.042 \text{ l/s}$ <p><i>Cálculo del Gasto Mínimo</i></p> $Q_{MIN} = Q_{MED} / 2$ $Q_{MIN} = 0.042 / 2$ $Q_{MIN} = 0.021 \text{ l/s}$ <p>De acuerdo a la Tabla V.1:</p> $Q_{MIN} = 3.0 \text{ l/s}$ <p>También por norma el Q_{MIN} no puede ser mayor al Q_{MED}, por lo que:</p> $Q_{MED} = 3.0 \text{ l/s}$ <p><i>Cálculo del Gasto Máximo Instantáneo</i></p> $Q_{MI} = Q_{MED} * M$ $Q_{MI} = 3.0 * 3.8 = 11.40 \text{ l/s}$ <p><i>Cálculo del Gasto Máximo Extraordinario</i></p> $Q_{ME} = Q_{MI} * C.P.$ $Q_{ME} = 11.4 * 1.5 = 17.10 \text{ l/s}$ <ul style="list-style-type: none"> Condiciones a Tubo Lleno <p>De la ecuación de Manning se tiene:</p> $V_{TLL} = 1/n * Rh^{2/3} * Sp^{1/2}$ <p><i>Cálculo de la Pendiente de Plantilla.</i></p> $S_T = (C_{TI} - C_{TF}) / L_T * 1000$ $S_T = (82.10 - 79.70) / 40 * 1000$ $S_T = 60.0 \text{ milésimas}$	<p>De la Tabla V.2, se propone: $Sp = 48$ milésimas</p> <p>Sustituyendo valores en la ecuación de Manning:</p> $V_{TLL} = (1/0.013) * (0.30/4)^{2/3} * (0.048)^{1/2}$ $V_{TLL} = 3.0 \text{ m/s}$ <p>Por continuidad:</p> $Q_{TLL} = V_{TLL} * A$ $Q_{TLL} = 3.0 * (\pi * 0.30^2 / 4) * 1000$ $Q_{TLL} = 211.86 \text{ l/s}$ <p>Como:</p> $Q_{TLL} = 211.86 \text{ l/s} \gg Q_{ME} = 17.10 \text{ l/s}$ <p>se acepta el $Sp=48$ y diámetro=30cm propuestos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Velocidades Reales de Trabajo <p>De la figura 5.1, se tiene la relación:</p> $q / Q = v / V$ <p><i>Cálculo de la Velocidad Máxima</i></p> $Q_{ME} / Q_{TLL} = 17.1 / 211.86 = 0.086$ <p>Del nomograma de Manning (Fig. 5.1): de acuerdo al capítulo V.1.4:</p> $V_{MAX} / V_{TLL} = 0.61$ <p>Axiomatizando:</p> $V_{MAX} = 0.61 * 3 = 1.83 \text{ m/s}$ <p><i>Cálculo de la velocidad Mínima</i></p> $Q_{MIN} / Q_{TLL} = 3 / 211.86 = 0.014$ <p>Del nomograma de Manning.</p> $V_{MIN} / V_{TLL} = 0.35$ <p>Axiomatizando:</p> $V_{MIN} = 0.35 * 3 = 1.05 \text{ m/s}$ <p>Cotas y Profundidades</p> <p><i>Cálculo de Profundidad del Pozo al Final del Tramo.</i></p> $H_F = 1.3 \text{ m}$
---	--

<p><i>Cálculo de Cota de Plantilla al Final del Tramo</i></p> $C_{PF} = C_{TF} - H_F = 79.70 - 1.3 = 78.40$ <p><i>Cálculo de la Cota de Plantilla al inicio de Tramo</i></p> $C_{PI} = C_{PF} + L_T Sp = 78.40 + 40 * 0.048$	<p>$C_{PI} = 80.32$</p> <p><i>Cálculo de Profundidad de Pozo al Inici del Tramo</i></p> $H_I = C_{TI} - C_{PI} = 82.10 - 80.32 = 1.78 \text{ m}$
--	---

Tramo 98-99.

<p>Longitud del Tramo (L_T) = 51.0m Longitud Tributaria (L_{TB}) = 0.0m Longitud Acumulada (L_A) = 51.0m</p> <p><i>Cálculo de Población en el Tramo</i></p> $P_T = L_A * D_P$ $P_T = 51 * 0.743 = 38 \text{ Habts.}$ <ul style="list-style-type: none"> Gastos de Proyecto <p><i>Cálculo del Gasto Medio</i></p> $Q_{MED} = (P_T * A_P) / 86,400$ $Q_{MED} = (38 * 120) / 86,400$ $Q_{MED} = 0.053 \text{ l/s}$ <p><i>Cálculo del Gasto Mínimo</i></p> $Q_{MIN} = Q_{MED} / 2$ $Q_{MIN} = 0.053 / 2$ $Q_{MIN} = 0.0265 \text{ l/s}$ <p>De acuerdo a la Tabla V.1.</p> $Q_{MIN} = 3.0 \text{ l/s}$ <p>También por norma el Q_{MIN} no puede ser mayor al Q_{MED}, por lo que:</p> $Q_{MED} = 3.0 \text{ l/s}$ <p><i>Cálculo del Gasto Máximo Instantáneo</i></p> $Q_{MI} = Q_{MED} * M$ $Q_{MI} = 3.0 * 3.8 = 11.40 \text{ l/s}$ <p><i>Cálculo del Gasto Máximo Extraordinario</i></p> $Q_{ME} = Q_{MI} * C.P.$ $Q_{ME} = 11.4 * 1.5 = 17.10 \text{ l/s}$ <ul style="list-style-type: none"> Condiciones a Tubo LLeno <p>De la ecuación de Manning se tiene:</p> $V_{TLL} = 1/n * R_h^{2/3} * S_p^{1/2}$ <p><i>Cálculo de la Pendiente de Plantilla.</i></p> $S_T = (C_{TI} - C_{TF}) / L_T * 1000$ $S_T = (81.88 - 79.70) / 51 * 1000$ $S_T = 42.75 \text{ milésimas}$	<p>De la Tabla V.2, se propone:</p> <p>$S_p = 43$ milésimas</p> <p>Sustituyendo valores en la ecuación de Manning:</p> $V_{TLL} = (1/0.013) * (0.30/4)^{2/3} * (0.043)^{1/2}$ $V_{TLL} = 2.84 \text{ m/s}$ <p>Por continuidad:</p> $Q_{TLL} = V_{TLL} * A$ $Q_{TLL} = 2.84 * (\pi * 0.30^2 / 4) * 1000$ $Q_{TLL} = 200.50 \text{ l/s}$ <p>Como:</p> $Q_{TLL} = 200.50 \text{ l/s} \gg Q_{ME} = 17.10 \text{ l/s}$ <p>se acepta el $S_p=43$ y diámetro=30cm propuestos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Velocidades Reales de Trabajo <p>De la figura 5.1, se tiene la relación:</p> $q / Q = v / V$ <p><i>Cálculo de la Velocidad Máxima</i></p> $Q_{ME} / Q_{TLL} = 17.1 / 200.50 = 0.085$ <p>Del nomograma de Manning (Fig. 5.1):</p> $V_{MAX} / V_{TLL} = 0.61$ <p>Axiomatizando:</p> $V_{MAX} = 0.61 * 2.84 = 1.73 \text{ m/s}$ <p><i>Cálculo de la velocidad Mínima</i></p> $Q_{MIN} / Q_{TLL} = 3 / 200.50 = 0.015$ <p>Del nomograma de Manning.</p> $V_{MIN} / V_{TLL} = 0.35$ <p>Axiomatizando:</p> $V_{MIN} = 0.35 * 2.84 = 0.99 \text{ m/s}$ <p>Cotas y Profundidades</p> <p><i>Cálculo de Profundidad del Pozo al Inici del Tramo.</i></p> $H_F = 1.3 \text{ m}$
---	---

<p>de acuerdo al capítulo V.1.4</p> <p><i>Cálculo de Cota de Plantilla al Inicio de Tramo</i></p> $C_{PI} = C_{TI} - H_i = 81.88 - 1.3 = 80.58$ <p><i>Cálculo de la Cota de Plantilla al Final del Tramo</i></p>	$C_{PF} = C_{PI} - L_T Sp = 80.58 - 51 \cdot 0.043$ $C_{PF} = 78.39$ <p><i>Cálculo de Profundidad de Pozo al Final del Tramo</i></p> $H_P = C_{TF} - C_{PF} = 79.70 - 78.39 = 1.31 \text{ m}$
--	---

Tramo 99-103.

<p>Longitud del Tramo (L_T) = 55.0m Longitud Tributaria (L_{TB}) = 159.0m Longitud Acumulada (L_A) = 214.0m</p> <p><i>Cálculo de Población en el Tramo</i></p> $P_T = L_A \cdot D_P$ $P_T = 214 \cdot 0.743 = 159 \text{ Habts.}$ <ul style="list-style-type: none"> • Gastos de Proyecto <p><i>Cálculo del Gasto Medio</i></p> $Q_{MED} = (P_T \cdot A_P) / 86,400$ $Q_{MED} = (159 \cdot 120) / 86,400$ $Q_{MED} = 0.22 \text{ l/s}$ <p><i>Cálculo del Gasto Mínimo</i></p> $Q_{MIN} = Q_{MED} / 2$ $Q_{MIN} = 0.22 / 2$ $Q_{MIN} = 0.11 \text{ l/s}$ <p>De acuerdo a la Tabla V.1: $Q_{MIN} = 3.0 \text{ l/s}$</p> <p>También por norma el Q_{MIN} no puede ser mayor al Q_{MED}, por lo que: $Q_{MED} = 3.0 \text{ l/s}$</p> <p><i>Cálculo del Gasto Máximo Instantáneo</i></p> $Q_{MI} = Q_{MED} \cdot M$ $Q_{MI} = 3.0 \cdot 3.8 = 11.40 \text{ l/s}$ <p><i>Cálculo del Gasto Máximo Extraordinario</i></p> $Q_{ME} = Q_{MI} \cdot C.P.$ $Q_{ME} = 11.4 \cdot 1.5 = 17.10 \text{ l/s}$ <ul style="list-style-type: none"> • Condiciones a Tubo LLeno <p>De la ecuación de Manning se tiene: $V_{TLL} = 1/n \cdot R_h^{2/3} \cdot S_p^{1/2}$ <i>Cálculo de la Pendiente de Plantilla.</i></p> $S_T = (C_{TI} - C_{TF}) / L_T \cdot 1000$ $S_T = (79.70 - 80.23) / 55 \cdot 1000$ $S_T = -9.60 \text{ milésimas}$ <p>De la Tabla V.2, se propone: $S_p = 2.0 \text{ milésimas}$</p>	<p>Sustituyendo valores en la ecuación de Manning:</p> $V_{TLL} = (1/0.013) \cdot (0.30/4)^{2/3} \cdot (0.002)^{1/2}$ $V_{TLL} = 0.61 \text{ m/s}$ <p>Por continuidad:</p> $Q_{TLL} = V_{TLL} \cdot A$ $Q_{TLL} = 0.61 \cdot (\pi \cdot 0.30^2 / 4) \cdot 1000$ $Q_{TLL} = 43.25 \text{ l/s}$ <p>Como:</p> $Q_{TLL} = 43.25 \text{ l/s} \gg Q_{ME} = 17.10 \text{ l/s}$ <p>se acepta el $S_p=2.0$ y diámetro=30cm propuestos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Velocidades Reales de Trabajo <p>De la figura 5.1, se tiene la relación: $q / Q = v / V$ <i>Cálculo de la Velocidad Máxima</i></p> $Q_{ME} / Q_{TLL} = 17.1 / 43.25 = 0.395$ <p>Del nomograma de Manning (Fig. 5.1): $V_{MAX} / V_{TLL} = 0.94$ Axiomatizando: $V_{MAX} = 0.61 \cdot 0.94 = 0.57 \text{ m/s}$ <i>Cálculo de la velocidad Mínima</i></p> $Q_{MIN} / Q_{TLL} = 3 / 43.25 = 0.069$ <p>Del nomograma de Manning. $V_{MIN} / V_{TLL} = 0.58$ Axiomatizando: $V_{MIN} = 0.61 \cdot 0.58 = 0.35 \text{ m/s}$ <ul style="list-style-type: none"> • Cálculo del Gasto Pluvial <p>Area Propia (A_P) = 0.2703 Ha Area Tributaria (A_T) = 0.0 Ha Area Acumulada (A_A) = 0.2703 Ha</p> <p>De acuerdo a lo expuesto en el capítulo V.2.9, se tiene que: $Q_p = K C_i A$</p> </p>
--	---

Cálculo del Tiempo de Ingreso (ti)

ti = 5.0 minutos

que es el tiempo para una población pavimentada.

Cálculo del Tiempo de Escurrimiento (te)

se tiene que:

te = LT / (60 * Vp)

si se propone una Vp = 1.0 m/s:

te = 55 / (60 * 1.0) = 0.92 min

Cálculo del Tiempo de concentración (t)

= ti + te = 5.0 + 0.92 = 5.92 min

Cálculo de la intensidad de lluvia (i)

se sabe que para lluvias ordinarias:

i = 448 / (t + 22)

sustituyendo valores:

i = 448 / (5.92 + 22) = 16.05 mm/hr

sustituyendo valores en la ecuación del Gasto Pluvial:

Qp = 2.778 * 0.70 * 16.05 * 0.2703

Qp = 8.43 l/s

Cálculo del Gasto de Diseño (QD)

QD = 2 * Qp = 2 * 8.43 = 16.86 l/s

Cálculo de la Velocidad Real (VR)

De la figura 5.1, se tiene la relación:

q / Q = v / V

de donde:

Qp / QTLL = 8.43 / 43.25 = 0.20

Del nomograma de Manning:

VR / VTLL = 0.78

Axiomatizando:

VR = 0.61 * 0.78 = 0.48 m/s

Como:

VR = 0.48 distinto a Vp = 1.0, se corrige con VR = 0.48 m/s

Modificación del Tiempo de Escurrimiento

te = 55 / (60 * 0.48) = 1.91 min

Modificación del tiempo de concentración

t = 5 + 1.91 = 6.91 min

Modificación de la Intensidad de Lluvia

i = 448 / (6.91 + 22) = 15.50 mm/hr

Se sustituyen valores nuevamente en Qp:

Qp = 2.778 * 0.70 * 15.50 * 0.2703

Qp = 8.15 l/s

Cálculo del Gasto de Diseño

QD = 2 * 8.15 = 16.30 l/s

Comprobación de la Velocidad Real

De la figura 5.1, se tiene la relación:

q / Q = v / V

de donde:

Qp / QTLL = 8.15 / 43.25 = 0.20

Del nomograma de Manning:

VR / VTLL = 0.78

axiomatizando:

VR = 0.61 * 0.78 = 0.48 m/s

que es igual a la Vp

Por lo tanto el tiempo de concentración para el tramo es de 6.91 min.

Y por último se cumple que:

QME + QD = 33.4 l/s < QTLL = 43.25 l/s

Por lo tanto:

la Sp = 2.0 y el diámetro = 30 cm, satisface las necesidades de servicio.

• Cotas y Profundidades

Cálculo de Profundidad del Pozo al Inicio del Tramo.

Para determinar la profundidad en tramo concurrentes, se toma la profundidad mayor.

HI = 1.86 m

Cálculo de Cota de Plantilla al Inicio de Tramo

CPI = CTI - HI = 79.70 - 1.86 = 77.84

Cálculo de la Cota de Plantilla al Final de Tramo

CPI = CFI - LT Sp = 77.84 - 55 * .002

CPI = 77.73

Cálculo de Profundidad de Pozo al Final del Tramo

HF = CFI - CPI = 80.23 - 77.73 = 2.50 m

<p>Longitud del Tramo (L_T) = 55.0m Longitud Tributaria (L_{TB}) = 214.0m Longitud Acumulada (L_A) = 269.0m</p> <p><i>Cálculo de Población en el Tramo</i> $P_T = L_A * D_P$ $P_T = 269 * 0.743 = 200$ Habts.</p> <p>• Gastos de Proyecto <i>Cálculo del Gasto Medio</i> $Q_{MED} = (P_T * A_P) / 86,400$ $Q_{MED} = (200 * 120) / 86,400$ $Q_{MED} = 0.28$ l/s</p> <p><i>Cálculo del Gasto Mínimo</i> $Q_{MIN} = Q_{MED} / 2$ $Q_{MIN} = 0.28 / 2$ $Q_{MIN} = 0.14$ l/s</p> <p>De acuerdo a la Tabla V.1: $Q_{MIN} = 3.0$ l/s</p> <p>También por norma el Q_{MIN} no puede ser mayor al Q_{MED}, por lo que: $Q_{MED} = 3.0$ l/s</p> <p><i>Cálculo del Gasto Máximo Instantáneo</i> $Q_{MI} = Q_{MED} * M$ $Q_{MI} = 3.0 * 3.8 = 11.40$ l/s</p> <p><i>Cálculo del Gasto Máximo Extraordinario</i> $Q_{ME} = Q_{MI} * C.P.$ $Q_{ME} = 11.4 * 1.5 = 17.10$ l/s</p> <p>• Condiciones a Tubo Lleno De la ecuación de Manning se tiene: $V_{TLL} = 1/n * R_h^{2/3} * S_p^{1/2}$</p> <p><i>Cálculo de la Pendiente de Plantilla.</i> $S_T = (C_{TI} - C_{TF}) / L_T * 1000$ $S_T = (80.23 - 76.19) / 55 * 1000$ $S_T = 73.5$ milésimas</p> <p>De la Tabla V.2, se propone: $S_p = 48.0$ milésimas</p> <p>Sustituyendo valores en la ecuación de Manning: $V_{TLL} = (1/0.013) * (0.30/4)^{2/3} * (0.048)^{1/2}$ $V_{TLL} = 3.0$ m/s</p> <p>Por continuidad: $Q_{TLL} = V_{TLL} * A$ $Q_{TLL} = 3.0 * (\pi * 0.30^2 / 4) * 1000$ $Q_{TLL} = 211.86$ l/s</p>	<p>Como: $Q_{TLL} = 211.86$ l/s \gg $Q_{ME} = 17.10$ l/s se acepta el $S_p=2.0$ y diámetro=30cm propuestos.</p> <p>• Velocidades Reales de Trabajo De la figura 5.1, se tiene la relación: $q / Q = v / V$</p> <p><i>Cálculo de la Velocidad Máxima</i> $Q_{ME} / Q_{TLL} = 17.1 / 211.86 = 0.081$ Del nomograma de Manning (Fig. 5.1): $V_{MAX} / V_{TLL} = 0.61$ Axiomatizando: $V_{MAX} = 0.61 * 3.0 = 1.83$ m/s</p> <p><i>Cálculo de la velocidad Mínima</i> $Q_{MIN} / Q_{TLL} = 3 / 211.86 = 0.014$ Del nomograma de Manning. $V_{MIN} / V_{TLL} = 0.35$ Axiomatizando: $V_{MIN} = 0.35 * 3.0 = 1.05$ m/s</p> <p>• Cálculo del Gasto Pluvial Area Propia (A_P) = 0.2049 Ha Area Tributaria (A_T) = 0.2703 Ha Area Acumulada (A_A) = 0.4752 Ha</p> <p>De acuerdo a lo expuesto en el capítulo V.2.9, se tiene que: $Q_p = K_{ci} A$</p> <p><i>Cálculo del Tiempo de Ingreso (t_i)</i> En el caso de tramos consecutivos se tomará como tiempo de ingreso el tiempo de concentración del tramo anterior; y para tramos concurrentes se tomará el mayor de los tiempos de concentración. $t_i = 6.91$ minutos</p> <p><i>Cálculo del Tiempo de Escurrimiento (t_e)</i> se tiene que: $t_e = L_T / (60 * V_p)$ si se propone una $V_p = 1.0$ m/s: $t_e = 55 / (60 * 1.0) = 0.92$ min</p> <p><i>Cálculo del Tiempo de concentración (t)</i> $t = t_i + t_e = 6.91 + 0.92 = 7.83$ min</p> <p><i>Cálculo de la intensidad de lluvia (i)</i> se sabe que para lluvias ordinarias: $i = 448 / (t + 22)$</p>
--	---

sustituyendo valores:

$$i = 448 / (7.83 + 22) = 15.02 \text{ mm/hr}$$

sustituyendo valores en la ecuación del Gasto Pluvial:

$$Q_p = 2.778 * 0.70 * 15.02 * 0.4752$$

$$Q_p = 13.88 \text{ l/s}$$

Cálculo del Gasto de Diseño (Q_D)

$$Q_D = 2 * Q_p = 2 * 13.88 = 27.76 \text{ l/s}$$

Cálculo de la Velocidad Real (V_R)

De la figura 5.1, se tiene la relación:

$$q / Q = v / V$$

de donde:

$$Q_p / Q_{TLL} = 13.88 / 211.86 = 0.066$$

Del nomograma de Manning:

$$V_R / V_{TLL} = 0.57$$

Axiomatizando:

$$V_R = 3.0 * 0.57 = 1.71 \text{ m/s}$$

como:

$V_R = 1.71$ distinto a $V_p = 1.0$, se corrige t con $V_R = 0.48 \text{ m/s}$

Modificación del Tiempo de Escurrimiento

$$t_e = 55 / (60 * 1.71) = 0.54 \text{ min}$$

Modificación del tiempo de concentración

$$t = 6.91 + 0.54 = 7.45 \text{ min}$$

Modificación de la Intensidad de Lluvia

$$i = 448 / (7.45 + 22) = 15.21 \text{ mm/hr}$$

Se sustituyen valores nuevamente en Q_p :

$$Q_p = 2.778 * 0.70 * 15.21 * 0.4752$$

$$Q_p = 14.06 \text{ l/s}$$

Cálculo del Gasto de Diseño

$$Q_D = 2 * 14.06 = 28.12 \text{ l/s}$$

Comprobación de la Velocidad Real

De la figura 5.1, se tiene la relación:

$$q / Q = v / V$$

de donde:

$$Q_p / Q_{TLL} = 14.06 / 211.86 = 0.066$$

Del nomograma de Manning:

$$V_R / V_{TLL} = 0.57$$

Axiomatizando:

$$V_R = 3.0 * 0.57 = 1.71 \text{ m/s}$$

que es igual a la V_p

Por lo tanto el tiempo de concentración por el tramo es de 1.71 min.

Y por último se cumple que:

$$Q_{ME} + Q_D = 45.21 \text{ l/s} < Q_{TLL} = 211.86 \text{ l/s}$$

Por lo tanto:

la $S_p = 48.0$ y el diámetro = 30 cm satisfacen las necesidades de servicio.

• **Cotas y Profundidades**

Cálculo de Profundidad del Pozo al final del Tramo.

De acuerdo al capítulo V.1.4

$$H_F = 1.30 \text{ m}$$

Cálculo de Cota de Plantilla al final de Tramo

$$C_{PF} = C_{TF} - H_F = 76.19 - 1.30 = 74.89$$

Cálculo de la Cota de Plantilla al Inicio de Tramo

$$C_{PI} = C_{PF} - L_T S_p = 74.89 - 55 * 0.048$$

$$C_{PI} = 77.53$$

Cálculo de Profundidad de Pozo al Final del Tramo

$$H_I = C_{TI} - C_{PI} = 80.23 - 77.53 = 2.70 \text{ m}$$

SISTEMA 1

FRAMO	LONGITUDES (m)			DLNSIDA (hab/m)	POBLACION	COEFICIENTE DE HARMONIA	GASTOS (l/s)				COTAS DE TERREN		PEND DE TERREN (St)	PEND DE PLANT (Sp)	DIAMETRO (cm)	CONDICIONES TUBO LLENO		VELOCIDADES DE TRABAJO		COTAS DE PLANTILLA		ANCHO DE ZANJA (m)	PROFUNDIDAD (m)			VOLUMENES (m3)			OBSERVACIONES	
	PROP.	TRIBUTARIA	ACUMULADA				INFILTRACION	MINIM	MEDIO	INSTANT	EXTRAORD	INICIA				FINAL	VELOC (m/s)	GASTO (l/s)	MINIM (m/s)	MAXIMA (m/s)	INICIA		FINAL	INIC	FINAL	MEDIO	EXCAVACION	PLANILLA		RELLENO
101-100	40.0	0.0	40.0	0.743	30	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	82.12	79.20	73.0	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	79.82	77.90	0.8	2.30	1.30	1.80	57.6	3.2	51.6	
100-99	28.0	40.0	68.0	0.743	51	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	79.20	79.70	-17.9	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	77.90	77.84	0.8	1.30	1.86	1.58	35.4	2.2	31.2	
102-99	40.0	0.0	40.0	0.743	30	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	82.10	79.70	60.0	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	80.32	78.40	0.8	1.78	1.30	1.54	49.3	3.2	43.3	
98-99	51.0	0.0	51.0	0.743	38	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	81.88	79.70	42.7	43.0	30.0	2.84	200.50	0.99	1.73	80.58	78.39	0.8	1.30	1.31	1.31	53.2	4.1	45.6	
99-103	55.0	159.0	214.0	0.743	159	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	79.70	80.23	-9.6	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	77.84	77.73	0.8	1.86	2.50	2.18	95.9	4.4	87.6	
103-104	55.0	214.0	269.0	0.743	200	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	80.23	76.19	73.5	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	77.53	74.89	0.8	2.70	1.30	2.00	88.0	4.4	79.7	
104-105	55.0	269.0	324.0	0.743	241	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	76.19	77.99	-32.7	2.0	38.0	0.72	81.23	0.35	0.57	74.81	74.70	0.9	1.38	3.29	2.33	115.6	5.0	104.4	
105-106	55.0	324.0	379.0	0.743	282	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	77.99	78.64	-11.8	3.0	38.0	0.88	99.48	0.40	0.66	74.70	74.54	0.9	3.29	4.10	3.69	182.9	5.0	171.7	
109-110	25.0	0.0	25.0	0.743	19	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	79.50	80.82	-52.8	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	78.20	78.15	0.8	1.30	2.67	1.98	39.7	2.0	35.9	
107-108	40.0	0.0	40.0	0.743	30	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	79.01	80.15	-28.5	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	77.71	77.63	0.8	1.30	2.52	1.91	61.1	3.2	55.1	
108-110	28.0	40.0	68.0	0.743	51	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	80.15	80.82	23.9	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	77.63	77.57	0.8	2.52	3.25	2.89	64.6	2.2	60.4	
110-106	53.0	93.0	146.0	0.743	108	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	80.82	78.64	41.1	5.0	30.0	0.97	68.38	0.49	0.81	77.57	77.31	0.8	3.25	1.33	2.29	97.1	4.2	89.1	

Tabla Para Gasto Residual

SISTEMA 2

TRA MO	LONGITUDES (m)			DENSIDA (hab/m)	POBLA CIÓN	COEFI CIENTE DE HARMOL	GASTOS (l/s)					COTAS DE TERREN		PEND DE TERREN (St)	PEND DE PLANT (Sp)	DIA ME TRO (cm)	CONDICIONES TUBO LLENO		VELOCIDADES DE TRABAJO		COTAS DE PLANTILLA		ANCHO DE ZANJA (m)	PROFUNDIDAD (m)			VOLUMENES (m ³)			OBSERVACIONES
	PROPI ETARIA	ACUMU LADA	COTAS DE TERREN				INFLI TRACIO	MINIM	MEDIO	MAXIM INSTAN	MAXIMO EXTRAORD	INICIA	FINAL				VELOC (m/s)	GASTO (l/s)	MINIM (m/s)	MÁXIMA (m/s)	INICIA	FINAL		INIC	FINAL	MEDI	EXCAVA CIÓN	PLAN TILLA	RELLE NO	
10-11	48.0	54.0	102.0	0.743	76	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.51	92.80	-6.0	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	91.17	91.07	0.8	1.34	1.73	1.54	58.9	3.8	51.7	
11-14	53.0	102.0	155.0	0.743	116	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.80	92.75	0.9	3.0	30.0	0.75	52.97	0.41	0.67	91.07	90.91	0.8	1.73	1.84	1.79	75.7	4.2	67.7	
12-13	39.0	0.0	39.0	0.743	29	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	93.82	92.38	36.9	37.0	30.0	2.63	1.86	0.92	1.63	92.52	91.08	0.8	1.30	1.30	1.30	40.6	3.1	34.7	
13-14	48.0	39.0	87.0	0.743	65	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.38	92.75	-7.7	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	91.08	90.98	0.8	1.30	1.77	1.54	58.9	3.8	51.7	
14-17	54.0	242.0	296.0	0.743	220	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.75	92.42	6.1	3.0	38.0	0.88	99.48	0.40	0.66	90.91	90.75	0.9	1.84	1.67	1.76	85.3	4.9	74.3	
15-16	39.0	0.0	39.0	0.743	29	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	93.21	92.55	16.9	17.0	30.0	1.78	126.10	0.75	1.25	91.91	91.25	0.8	1.30	1.30	1.30	40.6	3.1	34.7	
16-17	28.0	39.0	67.0	0.743	50	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.55	92.42	4.6	5.0	30.0	0.97	88.38	0.49	0.81	91.25	91.11	0.8	1.30	1.31	1.31	29.2	2.2	25.0	
17-19	51.0	363.0	414.0	0.743	308	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.42	92.03	7.6	5.0	38.0	1.13	128.40	0.47	0.79	90.75	90.50	0.9	1.67	1.53	1.60	73.4	4.6	63.1	
18-19	38.0	0.0	38.0	0.743	28	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.04	92.03	0.3	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	90.74	90.66	0.8	1.30	1.37	1.34	40.6	3.0	34.9	
19-21	20.0	452.0	472.0	0.743	351	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.03	91.93	5.0	5.5	38.0	1.19	134.70	0.48	0.81	90.50	90.39	0.9	1.53	1.54	1.54	27.6	1.8	23.6	
20-21	30.0	0.0	30.0	0.743	23	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.02	91.93	3.0	3.0	30.0	0.75	52.97	0.41	0.67	90.72	90.63	0.8	1.30	1.30	1.30	31.2	2.4	26.7	
21-22	32.0	502.0	534.0	0.743	397	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	91.93	90.05	58.8	35.0	38.0	3.00	339.81	0.84	1.59	89.78	88.67	0.9	2.14	1.38	1.76	50.7	2.9	44.2	
22-23	60.0	534.0	594.0	0.743	442	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	90.05	87.05	50.0	35.0	38.0	3.00	339.81	0.84	1.59	87.77	85.67	0.9	2.28	1.38	1.83	98.8	5.4	86.6	
23-25	32.0	594.0	626.0	0.743	466	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.05	87.18	-4.0	7.0	38.0	1.34	151.97	0.51	0.88	85.67	85.45	0.9	1.38	1.73	1.56	44.8	2.9	38.3	
24-25	45.0	0.0	45.0	0.743	34	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.52	87.18	7.6	8.0	30.0	1.22	86.49	0.57	0.95	86.22	85.86	0.8	1.30	1.32	1.31	47.2	3.6	40.4	
25-26	29.0	639.0	669.0	0.743	490	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.18	86.92	13.0	8.0	38.0	1.43	162.46	0.53	0.93	85.45	85.29	0.9	1.73	1.63	1.68	30.2	1.8	26.2	
26-27	58.0	659.0	717.0	0.743	533	3.80	-	4.5	4.5	17.10	25.65	86.92	87.48	-9.7	4.0	45.0	1.13	180.32	0.47	0.80	85.29	85.06	1.0	1.63	2.42	2.03	117.5	5.8	102.4	
27-28	58.0	717.0	775.0	0.743	576	3.80	-	4.5	4.5	17.10	25.65	87.48	86.26	21.0	5.0	45.0	1.27	201.60	0.51	0.86	85.06	84.77	1.0	2.42	1.49	1.96	113.4	5.8	98.4	
28-92	53.0	775.0	828.0	0.743	616	3.80	-	4.5	4.5	17.10	25.65	86.26	83.51	51.9	28.0	45.0	3.00	477.07	0.90	1.62	83.51	82.03	1.0	2.75	1.48	2.12	112.1	5.3	98.4	
92-91	54.0	828.0	882.0	0.743	656	3.80	-	4.5	4.5	17.10	25.65	83.51	83.65	-2.6	6.0	45.0	1.39	220.84	0.54	0.92	82.03	81.71	1.0	1.48	1.94	1.71	92.3	5.4	78.4	
91-90	54.0	882.0	936.0	0.743	696	3.80	-	4.5	4.5	17.10	25.65	83.65	83.51	2.6	6.0	45.0	1.39	220.84	0.54	0.92	81.71	81.39	1.0	1.94	2.12	2.03	109.6	5.4	95.6	
90-89	53.0	936.0	989.0	0.743	735	3.80	-	4.5	4.5	17.10	25.65	83.51	81.88	30.8	19.0	45.0	2.47	392.99	0.82	1.41	81.39	80.38	1.0	2.12	1.50	1.81	95.9	5.3	82.2	
89-94	33.0	0.0	33.0	0.743	25	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	83.89	81.32	77.9	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	81.60	80.02	0.8	2.29	1.30	1.80	47.4	2.6	42.4	
28-94	52.0	0.0	52.0	0.743	39	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	86.26	81.32	95.0	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	82.52	80.02	0.8	3.74	1.30	2.52	104.8	4.2	97.0	
94-95	53.0	85.0	138.0	0.743	103	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	81.32	81.80	-9.1	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	80.02	79.91	0.8	1.30	1.89	1.60	87.6	4.2	59.6	
95-96	54.0	138.0	192.0	0.743	143	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	81.80	83.59	-33.1	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	79.91	79.80	0.8	1.89	3.79	2.84	122.7	4.3	114.6	
96-97	54.0	192.0	246.0	0.743	183	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	83.59	81.90	31.3	3.0	30.0	0.75	52.97	0.41	0.67	79.80	79.64	0.8	3.79	2.26	3.03	130.7	4.3	122.5	
97-98	53.0	246.0	299.0	0.743	22	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	81.90	81.88	0.4	4.0	30.0	0.87	61.16	0.46	0.75	79.64	79.43	0.8	2.26	2.45	2.36	99.9	4.2	91.9	
98-89	52.0	299.0	351.0	0.743	261	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	81.88	81.88	0.0	8.0	30.0	1.22	86.49	0.57	0.95	79.43	79.01	0.8	2.45	2.87	2.66	110.7	4.2	102.8	
88-89	51.0	0.0	51.0	0.743	38	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	83.91	81.88	39.8	40.0	30.0	2.74	193.40	0.96	1.67	82.61	80.57	0.8	1.30	1.31	1.31	53.2	4.1	45.6	
89-115	50.0	1391.0	1441.0	0.743	1071	3.78	-	4.5	4.5	17.01	25.52	81.88	79.50	47.6	20.0	45.0	2.54	403.20	0.81	1.42	79.01	78.02	1.0	2.87	1.48	2.18	108.8	5.0	95.8	
115-116	50.0	1441.0	1491.0	0.743	1108	3.77	-	4.5	4.5	16.97	25.45	79.50	78.30	24.0	24.0	45.0	2.78	441.66	0.89	1.50	78.02	76.82	1.0	1.48	1.48	1.48	74.0	5.0	61.0	
116-117	50.0	1491.0	1541.0	0.743	1145	3.76	-	4.5	4.5	16.92	25.38	78.30	75.69	52.2	28.0	45.0	3.00	477.07	0.87	1.62	75.64	74.24	1.0	2.66	1.45	2.06	102.8	5.0	89.8	
117-118	50.0	1541.0	1591.0	0.743	1183	3.75	-	4.5	4.5	16.88	25.31	75.69	72.58	62.2	28.0	45.0	3.00	477.07	0.87	1.62	72.53	71.13	1.0	3.16	1.45	2.31	115.3	5.0	102.3	
118-119	35.0	1591.0	1626.0	0.743	1209	3.75	-	4.5	4.5	16.88	25.31	72.58	72.95	-10.6	17.0	45.0	2.34	371.73	0.08	1.33	71.13	70.54	1.0	1.45	2.41	1.93	67.6	3.5	58.5	

Tabla Para Gasto Residual

CONT SISTEMA 2

TRA-MO	LONGITUDES (m)			DENSIDA (hab/m)	POBIA-CION	COEPI-CIEN-TE DE HARMOL	G A S T O S (l/s)					COTAS DE TERREN		PEND DE TERREN (St)	PEND DE PLAN (Sp)	DIA-ME-TRO (cm)	CONDICIONES TUBO LLENO		VELOCIDADES DE TRABAJO		COTAS DE PLANTILLA		ANCHO DE ZANJA (m)	PROFUNDIDAD (m)			V O L U M E N E S (m3)			OBSERVACIONES	
	PROPI	TRIBU-TARIA	ACUMU-LADA				INFIL-TRACIO	MINIM	MEDI	MAXIM	MAXIMO	INICIA	FINAL				VELOC (m/s)	GASTO (l/s)	MINIM (m/s)	MAXIMA (m/s)	INICIA	FINAL		INIC	FINAL	MEDI	EXCAVA-CION	PLAN-TILLA	REILE-NO		
																															INICIA
98-114	55.0	0.0	55.0	0.743	41	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	81.88	77.40	81.5	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	76.74	76.10	0.8	3.14	1.30	2.22	97.7	4.4	89.4		
114-113	55.0	55.0	110.0	0.743	82	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	77.40	75.40	36.4	37.0	30.0	2.63	186.01	0.92	1.63	76.10	74.07	0.8	1.30	1.33	1.32	57.9	4.4	49.6		
113-112	56.0	110.0	166.0	0.743	124	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	75.40	74.05	24.1	24.0	30.0	2.12	149.81	0.83	1.41	74.07	72.73	0.8	1.33	1.32	1.33	59.4	4.5	50.9		
112-111	56.0	166.0	222.0	0.743	165	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	74.05	73.08	17.3	17.0	30.0	1.78	126.08	0.75	1.25	72.73	71.78	0.8	1.32	1.30	1.31	58.7	4.5	50.2		
106-111	51.0	0.0	51.0	0.743	38	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	78.64	73.08	109.0	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	74.23	71.78	0.8	4.41	1.30	2.66	116.5	4.1	108.8	SE PROPONE UN POZO	
106-A	25.0											78.64	75.86	109.0	48.0	30.0						75.73	74.53	0.8	2.91	1.33	2.12	42.4	2.0	38.6	DE CAIDA INTERMEDIO
A-111	26.0											75.86	73.08	109.0	48.0	30.0						73.03	71.79	0.8	2.83	1.30	2.07	43.0	2.1	39.0	
111-119	52.0	273.0	325.0	0.743	242	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	73.08	72.95	2.5	8.0	30.0	1.22	86.49	0.57	0.95	71.78	71.36	0.8	1.30	1.59	1.45	60.1	4.2	52.3		
120-119	51.0	0.0	51.0	0.743	41	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	73.42	72.95	9.2	9.0	30.0	1.30	91.74	0.60	0.99	72.11	71.65	0.8	1.31	1.30	1.31	53.2	4.1	45.6		

Tabla Para Gasto Residual

TRA-MO	LONGITUDES (m)			DENSIDA (hab/m)	POBLA-CIÓN	COEFI-CIENTE DE HARMOL	GASTOS (l/s)					COTAS DE TERREN		PEND DE TERREN (St)	PEND DE PLANT (Sp)	DIA-METRO (cm)	CONDICIONES TUBO LLENO		VELOCIDADES DE TRABAJO		COTAS DE PLANTILLA		ANCHO DE ZANJA (m)	PROFUNDIDAD (m)			VOLUMENES (m3)			OBSERVACIONES		
	PROPI	TRIBU-TARIA	ACUMU-LADA				INFIL-TRACION	MINIM	MEDI	MAXIM	INSTAN	MAXIMO	EXTRAORD				INICIA	FINAL	VELOC (m/s)	GASTO (l/s)	MINIM (m/s)	MÁXIMA (m/s)		INICIA	FINAL	INIC	FINAL	MEDI	EXCAVA-CIÓN		PLAN-TILLA	RELLE-NO
31-30	37.0	0.0	37.0	0.743	28	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	86.23	84.33	51.4	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	84.81	83.03	0.8	1.42	1.30	1.36	40.3	3.0	34.7			
30-29	37.0	37.0	74.0	0.743	55	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.33	84.95	16.8	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	83.03	82.96	0.8	1.30	1.99	1.85	48.7	3.0	43.1			
28-29	51.0	0.0	51.0	0.743	38	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	86.26	84.95	25.7	26.0	30.0	2.21	155.93	0.84	1.44	84.96	83.63	0.8	1.30	1.32	1.31	53.4	4.1	45.8			
85-29	34.0	0.0	34.0	0.743	76	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	86.17	84.95	35.9	36.0	30.0	2.60	183.48	0.91	0.61	84.87	83.65	0.8	1.30	1.30	1.30	35.4	2.7	30.2			
29-36	54.0	159.0	213.0	0.743	159	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.95	83.70	23.1	11.0	30.0	1.43	101.42	0.64	1.06	82.96	82.37	0.8	1.99	1.33	1.66	71.7	4.3	63.6			
35-36	30.0	0.0	30.0	0.743	23	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.01	83.70	10.3	11.0	30.0	1.43	101.42	0.64	1.06	82.71	82.38	0.8	1.30	1.32	1.31	31.4	2.4	26.9			
37-36	53.0	0.0	53.0	0.743	40	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	83.93	83.70	4.3	5.0	30.0	0.97	68.36	0.49	0.81	82.63	82.37	0.8	1.30	1.33	1.32	55.8	4.2	47.8			
36-84	53.0	296.0	349.0	0.743	260	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	83.70	84.00	-5.7	8.0	30.0	1.22	86.49	0.57	0.95	82.37	81.95	0.8	1.33	2.05	1.69	71.7	4.2	63.7			
84-83	54.0	349.0	403.0	0.743	299	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.00	83.90	1.9	9.0	30.0	1.30	91.74	0.60	0.99	81.95	81.48	0.8	2.05	2.44	2.25	97.0	4.3	88.8			
83-82	54.0	403.0	457.0	0.743	340	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	83.90	83.60	5.6	12.0	30.0	1.50	105.93	0.66	1.10	81.46	80.81	0.8	2.44	2.79	2.62	113.0	4.3	104.8			
82-81	53.0	457.0	510.0	0.743	379	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	83.60	82.73	16.4	16.0	30.0	1.73	122.32	0.73	1.23	80.81	79.98	0.8	2.79	2.77	2.78	117.9	4.2	109.9			
88-81	54.0	0.0	54.0	0.743	41	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	83.91	82.73	21.9	22.0	30.0	2.03	143.43	0.79	1.36	82.61	81.42	0.8	1.30	1.31	1.31	56.4	4.3	48.2			
81-124	58.0	564.0	622.0	0.743	463	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	82.73	80.80	33.3	21.0	30.0	1.98	140.13	0.78	1.34	79.96	78.74	0.8	2.77	2.06	2.42	112.1	4.8	103.3			
124-125	59.0	622.0	681.0	0.743	506	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	80.80	79.80	18.9	24.0	30.0	2.12	149.81	0.83	1.41	78.74	77.32	0.8	2.06	2.48	2.27	107.1	4.7	98.3			
125-126	59.0	681.0	740.0	0.743	550	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	79.80	77.63	36.8	29.0	30.0	2.33	164.68	0.86	1.57	77.32	75.61	0.8	2.48	2.02	2.25	106.2	4.7	97.3			
126-127	58.0	740.0	798.0	0.743	593	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	77.63	74.79	49.0	37.0	30.0	2.63	186.01	0.92	1.63	75.61	73.46	0.8	2.02	1.33	1.68	77.7	4.6	69.0			
128-127	53.0	0.0	53.0	0.743	40	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	75.19	74.79	7.5	8.0	30.0	1.22	86.49	0.57	0.95	73.89	73.47	0.8	1.30	1.32	1.31	55.5	4.2	47.6			
127-120	54.0	851.0	905.0	0.743	673	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	74.79	73.42	25.4	27.0	38.0	2.63	298.45	0.84	1.45	73.46	72.00	0.9	1.33	1.42	1.38	66.8	4.9	55.8			
85-86	60.0	0.0	60.0	0.743	45	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	86.17	84.73	24.0	24.0	30.0	2.12	149.81	0.83	1.41	84.87	83.43	0.8	1.30	1.30	1.30	62.4	4.8	53.4			
86-87	60.0	60.0	120.0	0.743	90	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.73	82.92	30.2	31.0	30.0	2.41	170.26	0.87	1.54	83.43	81.57	0.8	1.30	1.35	1.33	63.6	4.8	54.6			
87-86	60.0	120.0	180.0	0.743	134	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	82.92	83.91	-16.5	4.0	30.0	0.87	61.16	0.46	0.75	81.57	81.33	0.8	1.35	2.58	1.97	94.3	4.8	85.3			
88-123	57.0	180.0	237.0	0.743	177	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	83.91	81.00	51.1	29.0	30.0	2.33	164.68	0.86	1.51	81.33	79.68	0.8	2.58	1.32	1.95	88.9	4.6	80.3			
123-122	57.0	237.0	294.0	0.743	219	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	81.00	78.00	52.6	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	79.44	76.70	0.8	1.56	1.30	1.43	85.2	4.6	56.6			
122-121	57.0	294.0	351.0	0.743	261	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	78.00	75.00	52.6	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	76.44	73.70	0.8	1.56	1.30	1.43	85.2	4.6	56.6			
121-120	57.0	351.0	408.0	0.743	304	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	75.00	73.42	27.7	28.0	30.0	2.29	161.81	0.85	1.49	73.70	72.10	0.8	1.30	1.32	1.31	59.7	4.6	51.1			

Tabla Para Gasto Residual

TRA-MO	LONGITUDES (m)			DFNSIDA (hab/m)	POBLACION	COEFFICIENTE DE HARMOL	GASTOS (l/s)				COTAS DE TERRENO		PEND DE TERRENO (St)	PEND DE PLANT (Sp)	DIA-TRO (cm)	CONDICIONES TUBO I LENO		VELOCIDADES DE TRABAJO		COTAS DE PLANTILLA		ANCHO DE ZANJA (m)	PROFUNDIDAD (m)			VOLUMENES (m ³)			OBSERVACIONES	
	PROPI	TRIBU LARIA	ACUMU-LADA				INFIL TRACIO	MINIM	MEDI	MAXIM INSTAN	MAXIMO EXTRAORD	INICIA				FINAL	VELOC (m/s)	GASTO (l/s)	MINIM (m/s)	MAXIMA (m/s)	INICIA		FINAL	INIC	FINAL	MEDI	EXCAVA-CION	PLAN-TILLA		REILE-NO
1-2	58.0	0.0	58.0	0.743	43	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.64	92.66	-0.3	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	91.34	91.22	0.8	1.30	1.44	1.37	63.6	4.6	54.8	
2-4	46.0	58.0	104.0	0.743	78	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.66	92.36	6.5	4.0	30.0	0.87	61.16	0.45	0.75	91.22	91.04	0.8	1.44	1.32	1.38	50.8	3.7	43.9	
3-4	15.0	0.0	15.0	0.743	11	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.98	92.36	41.3	42.0	30.0	2.80	198.18	0.98	1.71	91.68	91.05	0.8	1.30	1.31	1.31	15.7	1.2	13.4	
4-8	25.0	119.0	144.0	0.743	107	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.36	92.42	-2.4	5.0	30.0	0.97	68.38	0.49	0.81	91.04	90.92	0.8	1.32	1.50	1.41	28.2	2.0	24.4	
5-6	32.0	0.0	32.0	0.743	24	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.39	92.76	-11.6	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	91.09	91.03	0.8	1.30	1.73	1.52	38.8	2.6	34.0	
6-7	32.0	32.0	64.0	0.743	48	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.76	92.56	6.3	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	91.03	90.97	0.8	1.73	1.59	1.66	42.5	2.6	37.7	
7-8	46.0	64.0	112.0	0.743	83	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.56	92.42	2.9	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	90.97	90.87	0.8	1.59	1.55	1.57	60.3	3.8	53.1	
11-8	52.0	0.0	52.0	0.743	39	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.80	92.42	8.4	9.0	30.0	1.30	91.74	0.90	0.99	91.50	91.10	0.8	1.30	1.32	1.31	54.5	4.2	46.7	
8-40	60.0	308.0	368.0	0.743	274	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.42	89.82	43.3	43.0	30.0	2.84	200.50	0.99	1.73	90.87	88.29	0.8	1.55	1.53	1.54	73.9	4.8	64.9	
45-40	45.0	0.0	45.0	0.743	34	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.49	89.82	59.3	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	90.68	88.52	0.8	1.81	1.30	1.55	56.0	3.6	49.2	
40-41	58.0	413.0	471.0	0.743	350	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	89.82	87.14	46.2	43.0	30.0	2.84	200.50	0.99	1.73	88.29	85.80	0.8	1.53	1.34	1.44	66.6	4.6	57.8	
41-42	58.0	471.0	529.0	0.743	394	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.14	85.26	32.4	32.0	30.0	2.45	172.98	0.91	1.54	85.80	83.94	0.8	1.34	1.32	1.33	81.7	4.6	53.0	
47-48	38.0	0.0	38.0	0.743	29	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	90.01	87.25	72.6	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	87.77	85.95	0.8	2.24	1.30	1.77	53.8	3.0	48.1	
48-45	38.0	38.0	76.0	0.743	57	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.25	87.77	-13.7	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	85.95	85.87	0.8	1.30	1.90	1.80	48.6	3.0	42.9	
68-49	34.0	0.0	34.0	0.743	26	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	91.99	87.77	124.0	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	88.10	86.47	0.8	3.89	1.30	2.60	70.6	2.7	65.5	
49-43	52.0	110.0	162.0	0.743	121	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.77	86.81	18.5	7.0	30.0	1.14	80.91	0.55	0.91	85.87	85.51	0.8	1.90	1.30	1.60	66.6	4.2	58.7	
45-44	58.0	0.0	58.0	0.743	44	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.49	86.12	190.0	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	87.60	84.82	0.8	4.89	1.30	3.10	143.6	4.6	134.9	SE PROPONE UN POZO
45-B	29.0											92.49	89.26	111.4	48.0	30.0					89.10	87.71	0.8	3.39	1.55	2.47	57.3	2.3	52.9	DE CAIDA INTERMEDIO
B-44	29.0											89.26	86.12	108.3	48.0	30.0					86.21	84.82	0.8	3.05	1.30	2.18	50.5	2.3	46.1	
44-43	58.0	58.0	116.0	0.743	87	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	86.12	86.81	-11.9	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	84.82	84.70	0.8	1.30	2.11	1.71	79.1	4.6	70.4	
69-43	60.0	0.0	60.0	0.743	45	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.20	86.81	6.5	7.0	30.0	1.14	80.91	0.55	0.91	85.90	85.48	0.8	1.30	1.33	1.32	83.1	4.8	54.1	
43-42	45.0	338.0	383.0	0.743	285	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	86.81	85.26	34.3	17.0	30.0	1.78	126.08	0.75	1.25	84.70	83.94	0.8	2.11	1.32	1.72	61.7	3.6	55.0	
76-42	60.0	0.0	60.0	0.743	45	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	86.77	85.26	25.2	28.0	30.0	2.21	155.93	0.84	1.44	85.47	83.91	0.8	1.30	1.35	1.33	63.0	4.8	54.6	
42-37	52.0	9/2.0	1024.0	0.743	761	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	85.26	83.93	25.6	28.0	38.0	2.58	292.88	0.71	1.42	83.88	82.53	0.9	1.38	1.40	1.39	65.1	4.7	54.5	
26-32	51.0	0.0	51.0	0.743	38	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	86.92	83.89	59.4	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	85.04	82.59	0.8	1.88	1.30	1.59	64.9	4.1	57.2	
31-32	42.0	0.0	42.0	0.743	32	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	86.23	83.89	55.7	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	84.61	82.59	0.8	1.62	1.30	1.46	49.1	3.4	42.7	
32-33	54.0	93.0	147.0	0.743	110	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	83.89	84.58	12.8	4.0	30.0	0.87	61.16	0.45	0.75	82.59	82.37	0.8	1.30	2.21	1.76	75.8	4.3	67.7	
34-33	60.0	0.0	60.0	0.743	45	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.30	84.58	-4.7	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	83.00	82.88	0.8	1.30	1.70	1.50	72.0	4.8	63.0	
33-39	53.0	207.0	260.0	0.743	194	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.58	84.94	-6.8	9.0	30.0	1.30	91.74	0.60	0.99	82.37	81.89	0.8	2.21	3.05	2.63	111.5	4.2	103.5	
40-39	37.0	0.0	37.0	0.743	28	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.00	84.94	55.7	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	85.42	83.64	0.8	1.58	1.30	1.44	42.6	3.0	37.0	
39-38	58.0	297.0	355.0	0.743	264	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.94	84.76	3.1	4.0	38.0	1.01	114.88	0.42	0.73	81.89	81.66	0.9	3.05	3.10	3.08	160.5	5.2	148.7	
38-37	58.0	355.0	413.0	0.743	307	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.76	83.93	14.3	5.0	38.0	1.13	129.40	0.47	0.79	81.66	81.37	0.9	3.10	2.56	2.83	147.7	5.2	135.9	
37-77	53.0	1437.0	1490.0	0.743	1108	3.77	-	4.5	4.5	16.97	25.46	83.93	83.15	14.7	15.0	45.0	2.20	349.20	0.75	1.30	81.37	80.58	1.0	2.56	2.57	2.57	135.9	5.3	122.2	
77-78	54.0	1490.0	1544.0	0.743	1148	3.76	-	7.5	7.5	28.20	42.30	83.15	82.40	13.9	3.5	81.0	1.30	379.60	0.51	0.88	80.58	80.39	1.2	2.57	2.01	2.29	148.4	6.5	128.1	
78-79	54.0	1544.0	1598.0	0.743	1188	3.75	-	7.5	7.5	28.13	42.19	82.40	81.85	10.2	5.0	81.0	1.55	453.70	0.54	0.96	80.39	80.12	1.2	2.01	1.73	1.87	121.2	6.5	98.9	
79-80	53.0	1598.0	1651.0	0.743	1227	3.74	-	7.5	7.5	28.05	42.08	81.85	81.85	0.0	4.0	61.0	1.39	405.80	0.51	0.90	80.12	79.90	1.2	1.73	1.95	1.84	117.0	6.4	95.2	

Tabla Para Gasto Residual

CONT SISTEMA 4

TRA-MO	LONGITUDES (m)			DENSIDA (hab/m)	POBLA-CION	COEFI-CIENTE DE HARMOL	G A S T O S (l/s)					COTAS DE TERREN		PEND DE TERREN (Sl)	PEND DE PLANT (Sp)	DIA-ME-TRO (cm)	CONDICIONES TUBOLLENO		VELOCIDADES DE TRABAJO		COTAS DE PLANTILLA		ANCHO DE ZANJA (m)	PROFUNDIDAD (m)			VOL U M E N E S (m3)			OBSERVACIONES	
	PROPI	TRIBU-TARIA	ACUMU-LADA				INSTAN	EXTRAORD	INICIA	FINAL	MINIM	MEDI	MÁXIM				MAXIMO	VELOC	GASTO	MINIM	MÁXIMA	INICIA		FINAL	INIC	FINAL	MEDI	EXCAVA-CIÓN	PLAN-TILLA		RELLE-NO
81-80	53.0	0.0	53.0	0.743	40	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	82.73	81.85	16.6	17.0	30.0	1.78	126.08	0.75	1.25	81.43	80.53	0.8	1.30	1.32	1.31	55.5	4.2	47.6		
76-75	52.0	0.0	52.0	0.743	39	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	86.77	84.28	47.9	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	85.47	82.97	0.8	1.30	1.31	1.31	54.3	4.2	46.5		
75-74	51.0	52.0	103.0	0.743	77	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.28	85.03	-14.7	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	82.97	82.87	0.8	1.31	2.16	1.74	70.8	4.1	63.1		
74-73	51.0	103.0	154.0	0.743	115	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	85.03	83.74	25.3	9.0	30.0	1.30	91.74	0.60	0.99	82.87	82.41	0.8	2.16	1.33	1.75	71.2	4.1	63.5		
73-80	52.0	154.0	206.0	0.743	154	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	83.74	81.85	36.3	36.0	30.0	2.60	183.48	0.91	1.61	82.41	80.54	0.8	1.33	1.31	1.32	54.9	4.2	47.1		
80-131	60.0	1910.0	1970.0	0.743	1464	3.60	-	7.5	7.5	27.60	41.51	81.85	81.00	14.2	11.0	61.0	2.30	673.00	0.90	1.29	79.90	79.24	1.2	1.95	1.76	1.86	133.6	7.2	108.8		
131-130	60.0	1970.0	2030.0	0.743	1509	3.60	-	7.5	7.5	27.60	41.40	81.00	80.21	13.2	13.0	61.0	2.50	731.60	0.80	1.38	79.24	78.46	1.2	1.76	1.75	1.76	126.4	7.2	101.6		
130-129	60.0	2030.0	2090.0	0.743	1553	3.67	-	7.5	7.5	27.53	41.29	80.21	79.50	11.8	12.0	61.0	2.41	702.90	0.80	1.33	78.46	77.74	1.2	1.75	1.76	1.76	126.4	7.2	101.6		
129-128	60.0	2090.0	2150.0	0.743	1598	3.86	-	7.5	7.5	27.45	41.18	79.50	75.19	71.8	19.0	61.0	3.00	884.50	0.81	1.56	74.58	73.44	1.2	4.92	1.75	3.34	240.1	7.2	215.4	SE PROPONE UN POZO	
129-C	30.0											79.50	77.35	71.7	19.0	61.0							1.2	3.42	1.84	2.63	94.7	3.6	82.3	DE CAIDA INTERMEDIO	
C-128	30.0											77.35	75.19	72.0	19.0	61.0							1.2	3.34	1.75	2.54	91.6	3.6	79.3		
135-128	52.0	0.0	52.0	0.743	39	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	75.30	75.19	2.1	3.0	30.0	0.75	52.97	0.41	0.67	74.00	73.84	0.8	1.30	1.35	1.33	55.1	4.2	47.3		

Tabla Para Gasto Residual

SISTEMA 5

TRA-MO	LONGITUDES (m)			DE NSIDA (hab/m)	POBLACION	COEFICIENTE DE HARMOL	GASTOS (l/s)					COTAS DE TIERREN		PEND DE PLANT (Sp)	DIA-METRO (cm)	CONDICIONES TUBO LLENO		VELOCIDADES DE TRABAJO		COTAS DE PLANTILLA		ANCHO DE ZANJA (m)	PROFUNDIDAD (m)			VOLUMENES (m3)			OBSERVACIONES	
	PROPI	TRIBU-TARIA	ACUMU-LADA				INFIL-TRACION	MINIM	MEDI	MAXIM INSTAN	MAXIMO EXTRAORD	I ENICIA	I EN FINAL			TERREN (St)	VELOC (m/s)	GASTO (l/s)	MINIM (m/s)	MAXIMA (m/s)	I ENICIA		I EN FINAL	I ENIC	I EN FINAL	MEDI	I ENICIA	I EN PLAN-TILLA		I EN RELLE-NO
45-46	28 0	0 0	28 0	0.743	21	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.49	92.38	3.9	4.0	30.0	0.87	61.16	0.46	0.75	91.19	91.06	0.8	1.30	1.30	1.30	29.1	2.2	24.9	
46-47	47 0	28 0	75 0	0.743	56	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	92.38	90.01	50.4	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	90.97	88.71	0.8	1.41	1.30	1.36	50.9	3.8	43.9	
47-50	44 0	75 0	119 0	0.743	89	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	90.01	87.51	58.8	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	88.32	86.21	0.8	1.69	1.30	1.50	52.6	3.5	46.0	
50-51	43 0	119 0	162 0	0.743	121	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.51	87.61	-0.2	3.0	30.0	0.75	52.97	0.41	0.67	86.21	86.08	0.8	1.30	1.53	1.42	48.7	3.4	42.2	
49-51	43 0	0 0	43 0	0.743	32	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.77	87.61	3.7	4.0	30.0	0.87	61.16	0.46	0.75	86.47	86.30	0.8	1.30	1.31	1.31	44.9	3.4	38.4	
51-52	17 0	205 0	222 0	0.743	165	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.61	88.98	37.1	24.0	30.0	2.12	149.81	0.83	1.41	86.08	85.67	0.8	1.53	1.31	1.42	19.3	1.4	16.8	
52-53	15 0	222 0	237 0	0.743	177	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	86.98	86.36	41.3	41.0	30.0	2.77	195.80	0.97	1.69	85.67	85.06	0.8	1.31	1.30	1.31	15.7	1.2	13.4	
50-56	50 0	0 0	50 0	0.743	38	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	88.80	87.37	24.6	25.0	30.0	2.16	152.90	0.84	1.43	87.30	86.05	0.8	1.30	1.32	1.31	52.4	4.0	44.9	
56-55	49 0	50 0	99 0	0.743	74	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.37	87.33	0.8	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	86.05	85.95	0.8	1.32	1.38	1.35	52.9	3.9	45.5	
55-54	43 0	99 0	142 0	0.743	106	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.33	87.09	5.6	4.0	30.0	0.87	61.16	0.46	0.75	85.95	85.78	0.8	1.38	1.31	1.35	46.3	3.4	39.8	
54-53	9 0	142 0	151 0	0.743	113	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.09	86.36	81.1	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	85.49	85.06	0.8	1.60	1.30	1.45	10.4	0.7	9.1	
53-61	46 0	388 0	434 0	0.743	323	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	86.36	87.71	-29.4	3.0	38.0	0.88	99.48	0.40	0.66	85.06	84.92	0.9	1.30	2.79	2.04	84.7	4.1	75.3	
61-62	46 0	434 0	480 0	0.743	357	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.71	86.30	30.7	11.0	30.0	1.43	101.42	0.64	1.06	84.92	84.41	0.8	2.79	1.89	2.34	86.1	3.7	79.2	
62-63	46 0	480 0	526 0	0.743	391	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	86.30	85.21	23.7	13.0	30.0	1.56	110.26	0.68	1.14	84.41	83.81	0.8	1.69	1.40	1.65	60.5	3.7	53.6	
63-64	46 0	526 0	572 0	0.743	425	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	85.21	84.66	12.0	16.0	30.0	1.73	122.32	0.73	1.23	83.81	83.07	0.8	1.40	1.59	1.50	55.0	3.7	48.1	
59-64	53 0	0 0	53 0	0.743	40	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	85.32	84.66	12.5	13.0	30.0	1.56	110.26	0.68	1.14	84.02	83.33	0.8	1.30	1.33	1.32	55.8	4.2	47.8	
64-150	52 0	625 0	677 0	0.743	504	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.66	82.50	41.5	36.0	30.0	2.60	183.48	0.91	1.61	83.01	81.20	0.8	1.65	1.30	1.47	61.4	4.2	53.5	
150-149	52 0	677 0	729 0	0.743	542	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	82.50	80.15	45.2	46.0	30.0	2.93	207.40	1.03	1.78	81.20	78.81	0.8	1.30	1.34	1.32	54.9	4.2	47.1	
149-148	54 0	779 0	783 0	0.743	582	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	80.15	77.75	44.4	44.0	30.0	2.87	202.84	1.00	1.75	78.81	76.43	0.8	1.34	1.32	1.33	57.5	4.3	49.3	
148-147	52 0	783 0	835 0	0.743	621	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	77.75	76.75	19.2	19.0	38.0	2.21	250.38	0.97	1.28	76.36	75.37	0.9	1.39	1.38	1.39	64.8	4.7	54.2	
147-146	52 0	835 0	887 0	0.743	660	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	76.75	76.00	14.4	15.0	38.0	1.96	222.45	0.67	1.07	75.37	74.59	0.9	1.38	1.41	1.40	65.3	4.7	54.7	
155-146	53 0	0 0	53 0	0.743	40	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	76.39	76.00	7.4	8.0	30.0	1.22	86.49	0.57	0.95	75.09	74.67	0.8	1.30	1.33	1.32	55.8	4.2	47.8	
146-145	52 0	940 0	992 0	0.743	738	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	76.00	74.83	22.5	22.0	38.0	2.38	269.41	0.79	1.33	74.59	73.45	0.9	1.41	1.38	1.40	65.3	4.7	54.7	
68-67	60 0	0 0	60 0	0.743	45	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	91.99	90.06	32.3	33.0	30.0	2.49	175.67	0.90	1.57	90.69	88.71	0.8	1.30	1.35	1.33	63.6	4.8	54.6	
67-66	60 0	60 0	120 0	0.743	90	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	90.06	84.40	94.3	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	85.98	83.10	0.8	4.08	1.30	2.69	129.1	4.8	120.1	
66-65	60 0	120 0	180 0	0.743	134	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.40	84.27	2.2	4.0	30.0	0.87	61.16	0.46	0.75	83.10	82.86	0.8	1.30	1.41	1.36	65.0	4.8	56.0	
64-65	52 0	0 0	52 0	0.743	39	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.66	84.27	7.5	8.0	30.0	1.22	86.49	0.57	0.95	83.36	82.94	0.8	1.30	1.33	1.32	54.7	4.2	46.9	
65-141	51 0	232 0	283 0	0.743	211	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.27	81.80	48.4	47.0	30.0	2.97	209.64	1.04	1.81	82.86	80.46	0.8	1.41	1.34	1.38	56.1	4.1	48.4	
141-142	51 0	283 0	334 0	0.743	249	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	81.80	81.00	15.7	15.0	30.0	1.68	118.43	0.71	1.19	80.46	79.70	0.8	1.34	1.30	1.32	53.9	4.1	46.2	
142-143	51 0	334 0	385 0	0.743	287	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	81.00	79.29	33.5	34.0	30.0	2.52	178.31	0.91	1.59	79.70	77.97	0.8	1.30	1.32	1.31	53.4	4.1	45.8	
143-144	51 0	385 0	436 0	0.743	324	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	79.29	76.25	59.6	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	77.40	74.95	0.8	1.89	1.30	1.60	65.1	4.1	57.4	
144-145	51 0	436 0	487 0	0.743	362	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	76.25	74.83	27.8	28.0	30.0	2.29	161.81	0.85	1.49	74.95	73.52	0.8	1.30	1.31	1.31	53.2	4.1	45.6	
69-70	52 0	0 0	52 0	0.743	39	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.20	82.56	89.6	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	83.76	81.26	0.8	3.44	1.30	2.37	98.6	4.2	90.8	
70-71	51 0	52 0	103 0	0.743	77	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	82.56	82.94	-7.5	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	81.26	81.16	0.8	1.30	1.78	1.54	62.8	4.1	55.1	
71-72	51 0	103 0	154 0	0.743	115	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	82.94	82.73	4.1	3.0	30.0	0.75	52.97	0.41	0.67	81.16	81.01	0.8	1.78	1.72	1.75	71.4	4.1	63.7	
73-72	45 0	0 0	45 0	0.743	34	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	83.74	82.73	24.4	23.0	30.0	2.07	146.65	0.81	1.39	82.44	81.41	0.8	1.30	1.32	1.31	47.2	3.6	40.4	

Tabla Para Gasto Residual

CONT SISTEMA 5

TRA- MO	LONGITUDES (m)			DENSIDA (hab/m)	POBLA CION	COFFI- CIENTE DE HARMOL	GASTOS (l/s)					COTAS DE TERREN		PEND DE TERREN (St)	PEND DE PLANT (Sp)	DIA- ME- TRO (cm)	CONDICIONES YUBOLLENO		VELOCIDADES DE TRABAJO		COTAS DE PLANTILLA		ANCHO DE ZANJA (m)	PROFUNDIDAD (m)			VOLUMENES (m3)			OBSERVACIONES
	PROPI	TRIBU- TARIA	ACUMU- LADA				INFIL- TRACION	MINIM	MEDI	MAXIM INSTAN	MAXIMO EXTRAORD	INICIA	FINAL				VELOC	GASTO	MINIM (m/s)	MAXIMA (m/s)	INICIA	FINAL		INIC	FINAL	MEDI	EXCAVA- CION	PLAN- TILLA	RELLE- NO	
65-72	52.0	0.0	52.0	0.743	39	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.27	82.73	29.6	30.0	30.0	2.37	167.49	0.86	1.52	82.97	81.41	0.8	1.30	1.32	1.31	54.5	4.2	46.7	
72-140	50.0	251.0	301.0	0.743	224	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	82.73	81.64	21.8	14.0	30.0	1.62	114.20	0.70	1.17	81.01	80.31	0.8	1.72	1.33	1.53	61.0	4.0	53.5	
140-139	50.0	301.0	351.0	0.743	261	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	81.64	80.93	14.2	14.0	30.0	1.62	114.42	0.70	1.17	80.31	79.61	0.8	1.33	1.32	1.33	53.0	4.0	45.5	
139-138	50.0	351.0	401.0	0.743	298	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	80.93	80.96	-0.6	9.0	30.0	1.30	91.74	0.60	0.99	79.61	79.16	0.8	1.32	1.80	1.56	62.4	4.0	54.9	
138-137	50.0	401.0	451.0	0.743	336	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	80.96	77.70	65.2	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	78.60	76.40	0.8	2.16	1.33	1.73	69.2	4.0	61.7	
137-136	50.0	451.0	501.0	0.743	373	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	77.70	74.95	55.0	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	76.05	73.65	0.8	1.65	1.30	1.48	59.0	4.0	51.5	
73-132	60.0	0.0	60.0	0.743	45	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	83.74	83.61	2.2	3.0	30.0	0.75	52.97	0.41	0.67	82.44	82.26	0.8	1.30	1.35	1.33	63.6	4.8	54.6	
132-133	60.0	60.0	120.0	0.743	90	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	83.61	83.01	10.0	10.0	30.0	1.37	96.70	0.62	1.03	82.26	81.66	0.8	1.35	1.35	1.35	64.6	4.8	55.8	
133-134	60.0	120.0	180.0	0.743	134	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	83.01	79.20	63.5	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	80.78	77.90	0.8	2.23	1.30	1.77	84.7	4.8	75.7	
134-135	60.0	180.0	240.0	0.743	179	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	79.20	75.30	65.0	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	76.88	74.00	0.8	2.37	1.30	1.81	86.9	4.8	77.8	
135-136	45.0	240.0	285.0	0.743	212	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	75.30	74.95	7.9	8.0	30.0	1.22	86.49	0.57	0.95	74.00	73.64	0.8	1.30	1.31	1.31	47.0	3.6	40.2	
136-145	52.0	786.0	838.0	0.743	623	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	74.95	74.83	2.3	11.0	38.0	1.68	190.50	0.60	1.04	73.64	73.07	0.9	1.31	1.76	1.54	71.8	4.7	61.3	

SISTEMA 6

TRA-MO	LONGITUDES (m)			DENSIDA (hab/m)	POBLA-CIÓN	COEFI-CIENTE DE HARMOL	GASTOS (\$)					COTAS DE TERRENO		PEND DE TERRENO (St)	PEND DE PLANT (Sp)	DIA-ME-TRO (cm)	CONDICIONES TUBO LLENO		VELOCIDADES DE TRABAJO		COTAS DE PIANTILLA		ANCHO DE ZANJA (m)	PROFUNDIDAD (m)			VOLUMENES (m ³)			OBSERVACIONES
	PROPI	TRIBU-LARIA	ACUMU-LADA				MINIM	MEDI	MAXIM INSTAN	MAXIMO EXTRAORD	TERRENO INICIA	TERRENO FINAL	VELOC (m/s)				GASTO (\$/s)	MINIM (m/s)	MAXIMA (m/s)	INICIA	FINAL	INIC		FINAL	MEDI	EXCAVA-CIÓN	PLAN-TILLA	RELLE-NO		
																													INICIA	
60-59	50.0	0.0	50.0	0.743	38	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	88.80	85.32	65.60	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	86.4	84.02	0.8	2.18	1.30	1.74	89.6	4.0	62.1	
59-151	53.0	50.0	103.0	0.743	77	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	85.32	82.35	56.00	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	83.6	81.05	0.8	1.73	1.30	1.51	64.2	4.2	56.2	
151-152	53.0	103.0	156.0	0.743	116	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	82.35	79.74	49.20	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	81.0	78.44	0.8	1.37	1.30	1.33	56.6	4.2	48.6	
152-153	54.0	156.0	210.0	0.743	157	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	79.74	77.97	32.80	33.0	30.0	2.49	175.67	0.90	1.57	78.4	76.66	0.8	1.30	1.31	1.31	56.4	4.3	48.2	
153-154	53.0	210.0	263.0	0.743	196	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	77.97	77.27	13.21	13.0	30.0	1.56	110.26	0.68	1.14	76.7	75.91	0.8	1.31	1.30	1.31	55.3	4.2	47.3	
154-155	53.0	263.0	316.0	0.743	235	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	77.27	76.39	16.60	17.00	30.0	1.78	128.08	0.75	1.25	75.97	75.07	0.8	1.30	1.32	1.31	55.5	4.2	47.6	
155-156	57.0	316.0	373.0	0.743	278	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	76.39	73.33	53.7	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	74.77	72.03	0.8	1.62	1.30	1.46	66.6	4.6	58.0	
56-57	57.0	0.0	57.0	0.743	43	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	87.37	86.05	23.2	24.0	30.0	2.12	149.81	0.83	1.41	86.07	84.70	0.8	1.30	1.35	1.33	60.4	4.6	51.8	
57-58	58.0	57.0	115.0	0.743	86	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	86.05	84.73	22.8	22.0	30.0	2.03	143.43	0.79	1.36	84.70	83.42	0.8	1.35	1.31	1.33	61.7	4.6	53.0	
59-58	57.0	0.0	57.0	0.743	43	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	85.32	84.73	10.4	11.0	30.0	1.43	101.42	0.64	1.06	84.02	83.39	0.8	1.30	1.34	1.32	60.2	4.6	51.6	
58-160	55.0	172.0	227.0	0.743	169	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.73	81.00	67.8	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	82.34	79.70	0.8	2.39	1.30	1.85	81.2	4.4	72.9	
160-159	55.0	227.0	282.0	0.743	210	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	81.00	79.87	20.5	21.0	30.0	1.98	140.13	0.78	1.34	79.70	78.55	0.8	1.30	1.32	1.31	57.6	4.4	49.4	
159-158	55.0	282.0	337.0	0.743	251	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	79.87	78.91	17.5	18.0	30.0	1.84	129.74	0.75	1.27	78.56	77.56	0.8	1.32	1.35	1.34	58.7	4.4	50.5	
158-157	55.0	337.0	392.0	0.743	292	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	78.91	74.58	78.7	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	75.92	73.28	0.8	2.90	1.30	2.15	94.4	4.4	86.1	
157-156	55.0	392.0	447.0	0.743	333	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	74.58	73.33	22.7	23.0	30.0	2.07	146.65	0.81	1.39	73.28	72.02	0.8	1.30	1.31	1.31	57.4	4.4	49.1	
156-166	51.0	820.0	871.0	0.743	648	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	73.33	71.74	31.2	32.0	38.0	2.82	319.80	0.85	1.52	71.94	70.36	0.9	1.39	1.38	1.39	63.6	4.6	53.2	
58-161	47.0	0.0	47.0	0.743	35	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	84.73	81.35	71.9	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	82.31	80.05	0.8	2.42	1.30	1.86	69.9	3.8	62.9	
161-162	47.0	47.0	94.0	0.743	70	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	81.35	79.48	39.8	40.0	30.0	0.74	193.40	0.96	1.69	80.05	78.17	0.8	1.30	1.31	1.31	49.1	3.8	42.0	
162-163	51.0	94.0	145.0	0.743	108	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	79.48	77.60	36.9	37.0	30.0	2.63	486.01	0.92	1.63	78.17	76.28	0.8	1.31	1.32	1.32	53.7	4.1	46.0	
163-164	52.0	145.0	197.0	0.743	147	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	77.60	76.45	22.1	22.0	30.0	2.03	143.43	0.79	1.36	76.28	75.14	0.8	1.32	1.31	1.32	54.7	4.2	46.9	
164-165	52.0	197.0	249.0	0.743	186	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	76.45	74.00	47.1	47.0	30.0	2.97	209.64	1.04	1.81	75.14	72.70	0.8	1.31	1.30	1.31	54.3	4.2	46.5	
165-166	51.0	249.0	300.0	0.743	223	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	74.00	71.74	51.0	45.0	30.0	2.90	205.13	1.02	1.76	72.70	70.41	0.8	1.30	1.33	1.32	53.7	4.1	46.0	
166-167	26.0	1171.0	1197.0	0.743	890	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	71.74	71.51	8.8	27.0	38.0	2.63	298.45	0.84	1.45	70.36	69.66	0.9	1.38	1.85	1.62	37.8	2.3	32.5	
167-168	23.0	1197.0	1220.0	0.743	907	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	71.51	70.79	31.3	27.0	30.0	2.63	298.45	0.84	1.45	69.66	69.04	0.8	1.65	1.75	1.80	33.1	1.8	29.7	
162-170	50.0	0.0	50.0	0.743	38	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	79.48	77.20	45.6	46.0	30.0	2.93	207.40	1.03	1.78	78.18	75.88	0.8	1.30	1.32	1.31	52.4	4.0	44.9	
170-171	50.0	50.0	100.0	0.743	75	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	77.20	75.66	30.8	31.0	30.0	2.41	170.26	0.87	1.54	75.88	74.33	0.8	1.32	1.33	1.33	53.0	4.0	45.5	
171-169	58.0	100.0	158.0	0.743	118	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	75.66	75.00	11.4	11.0	30.0	1.43	101.42	0.64	1.06	74.33	73.70	0.8	1.33	1.30	1.32	61.0	4.6	52.3	
169-168	58.0	158.0	216.0	0.743	161	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	75.00	70.79	72.6	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	72.27	69.49	0.8	2.73	1.20	2.02	93.5	4.6	84.8	
168-175	22.0	1436.0	1458.0	0.743	1084	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	70.79	69.59	54.5	28.0	45.0	3.00	477.07	0.87	1.62	68.72	68.14	1.0	2.07	1.45	1.76	38.7	2.2	33.0	
171-172	43.0	0.0	43.0	0.743	32	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	75.66	76.00	-7.9	2.0	30.0	0.61	43.25	0.35	0.57	74.36	74.27	0.8	1.30	1.73	1.52	52.1	3.4	45.6	
172-173	44.0	43.0	87.0	0.743	65	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	76.00	72.27	84.8	48.0	30.0	3.00	211.86	1.05	1.83	73.08	70.97	0.8	2.92	1.30	2.11	74.3	3.5	67.6	
173-174	43.0	87.0	130.0	0.743	97	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	72.27	70.85	37.7	38.0	30.0	2.67	188.50	0.93	1.66	70.97	69.34	0.8	1.30	1.31	1.31	44.9	3.4	38.4	
174-175	46.0	130.0	176.0	0.743	131	3.80	-	3.0	3.0	11.40	17.10	70.85	69.59	23.0	23.0	30.0	2.07	146.65	0.81	1.39	69.34	68.28	0.8	1.31	1.31	1.31	49.2	3.7	41.3	

Tabla Para Gasto Residual

SISTEMA 1

TRA-MO	LON-GI-TUD (m)	Á R E A S (Ha)			c PRO-ME-DIO	T I E M P O S (MIN)			INTEN-SIDAD (mm/hr)	GASTO PLUVIAL (l/s)	GASTO DE DISEÑO (l/s)	PEND DE TERRENO (St)	PEND DE PLANT (Sp)	DIA-METRO (cm)	CONDICIONES A TUBO LLENO		VELOCIDADES (m/s)		Q _{ME}	Q _{ME} + Q _p (l/s)	CONCLUSIONES
		PROPIA	TRIBU-TARIA	ACUMU-LADA		INGRES	ESCURRI-MIENTO	CONCEN-TRACIÓN							VELOC (m/s)	GASTO (l/s)	REAL	PRO-PUESTA			
99-103	55.0	0.2703	-	0.2703	0.7	5.00	0.92	5.92	16.05	8.43	16.86	-9.6	2.0	30.0	0.61	43.25	0.48	1.00			
							1.91	6.91	15.50	8.15	16.30						0.48	0.48	17.10	33.40	
103-104	55.0	0.2049	0.2703	0.4752	0.7	6.91	0.92	7.83	15.02	13.88	27.76	73.5	48.0	30.0	3.00	211.86	1.71	1.00			
							0.54	7.45	15.21	14.06	28.11						1.71	1.71	17.10	45.21	
104-105	55.0	0.2909	0.4752	0.7661	0.7	7.45	0.92	8.37	14.75	21.98	43.96	-32.7	2.0	38.0	0.72	81.23	0.61	1.00			
							1.50	8.95	14.47	21.56	43.12						0.61	0.61	17.10	60.22	
105-106	55.0	0.3266	0.7661	1.0927	0.7	8.95	0.92	9.87	14.06	29.87	59.74	-11.8	3.0	38.0	0.88	99.48	0.62	1.00			
							1.48	10.43	13.81	29.35	58.70						0.62	0.62	17.10	75.80	
110-106	53.0	0.1521	-	0.1521	0.7	5.00	0.88	5.88	16.07	4.75	9.50	41.1	5.0	30.0	0.97	68.38	0.56	1.00			
							1.58	6.58	15.68	4.64	9.28						0.56	0.56	17.10	26.38	

Tabla Para Gasto Pluvial

TRA-MO	LON-GL-TUD (m)	A R E A S (Ha)			c PRO-ME-DIO	T I E M P O S (MIN)			INTEN-SIDAD (mm/hr)	GASTO PLUVIAL (l/s)	GASTO DE DISEÑO (l/s)	PEND. DE TERRENO (St)	PEND. DE PLANT (Sp)	DIA-METRO (cm)	CONDICIONES A TUBO LLENO		VELOCIDADES (m/s)		Q _{ME}	Q _{ME} + Q _D (l/s)	CONCLUSIONES
		PROPIA	TRIBU-TARIA	ACUMU-LADA		INGRES	ESCURRI-MIENTO	CONCEN-TRACIÓN							VELOC (m/s)	GASTO (l/s)	REAL	PRO-PUESTA			
10-11	48 0	0 3885	-	0 3885	0 7	5 00	0 80	5 80	16 12	12 17	24 35	-6 0	2 0	30 0	0 61	43 25	0 52	1 00	17 10	40 82	
							1 54	6 54	15 70	11 86	23 72						0 52	0 52			
11-14	53 0	0 1568	0 3885	0 5453	0 7	6 54	0 88	7 42	15 23	16 15	32 29	0 9	3 0	30 0	0 75	52 97	0 65	1 00			
							1 36	7 90	14 98	15 89	31 78						0 65	0 65	17 10	48 88	
13-14	48 0	0 3157	-	0 3157	0 7	5 00	0 80	5 80	16 12	9 89	19 78	-7 7	2 0	30 0	0 61	43 25	0 49	1 00			
							1 63	6 63	15 65	9 61	19 22						0 49	0 49	17 10	36 32	
14-17	54 0	0 3256	0 8610	1 1866	0 7	7 90	0 90	8 80	14 55	33 56	67 12	6 1	3 0	38 0	0 88	99 48	0 79	1 00			
							1 14	9 04	14 43	33 30	66 61						0 79	0 79	17 10	83 71	
16-17	28 0	0 3848	-	0 3098	0 7	5 00	0 47	5 47	16 31	9 82	19 64	4 6	5 0	30 0	0 97	68 38	0 69	1 00			
							0 68	5 68	16 18	9 15	19 50						0 69	0 69	17 10	36 60	
17-19	51 0	0 2238	1 4964	1 7202	0 7	9 04	0 85	9 89	14 05	46 99	93 98	7 6	5 0	38 0	1 13	128 40	1 04	1 00			
							0 82	9 86	14 06	47 04	94 08						1 04	1 04	17 10	111 18	
19-21	20 0	0 3624	1 7202	2 0826	0 7	9 86	0 33	10 19	13 92	56 36	112 73	5 0	5 5	38 0	1 19	134 70	1 13	1 00			
							0 29	10 15	13 93	56 43	112 86						1 13	1 13	17 10	129 96	
21-22	32 0	0 0676	2 0826	2 1502	0 7	10 15	0 53	10 68	13 71	57 32	114 64	58 80	35 00	38 0	3 00	339 81	2 22	1 00			
							0 24	10 39	13 83	57 83	115 66						2 22	2 22	17 10	132 76	
22-23	60 0	0 2704	2 1502	2 4206	0 7	10 39	1 00	11 39	13 42	63 16	126 32	50 00	35 00	38 0	3 00	339 81	2 28	1 00			
							0 44	10 83	13 65	64 23	128 46						2 28	2 28	17 10	145 56	
23-25	32 0	0 1408	2 4206	2 5614	0 7	10 83	0 53	11 36	13 43	66 89	133 78	-4 00	7 00	38 0	1 34	151 97	1 29	1 00			
							0 41	11 24	13 48	67 13	134 26						1 29	1 29	17 10	151 36	
25-26	20 0	0 1554	2 5614	2 7168	0 7	11 24	0 33	11 57	13 35	70 50	141 01	13 00	3 00	38 0	1 43	162 46	1 37	1 00			
							0 24	11 48	13 38	70 69	141 39						1 37	1 37	17 10	158 49	
26-27	58 0	0 2236	2 7168	2 9404	0 7	11 48	0 97	12 45	13 07	74 36	148 72	-9 70	4 00	45 0	1 13	180 32	1 07	1 00			
							0 90	12 38	13 03	74 51	149 02						1 07	1 07	25 65	174 67	
27-28	58 0	0 1684	2 9404	3 1088	0 7	12 38	0 97	13 35	12 67	76 61	153 23	21 00	5 00	45 0	1 27	201 60	1 18	1 00			
							0 82	13 20	12 73	76 94	153 88						1 18	1 18	25 65	179 53	
28-92	53 0	0 3494	3 1088	3 4582	0 7	13 20	0 88	14 08	12 41	83 43	166 86	51 90	28 00	45 0	3 00	477 07	2 14	1 00			
							0 41	13 64	12 57	84 53	169 06						2 14	2 14	25 65	194 71	
92-91	54 0	0 2066	3 4582	3 6648	0 7	13 64	0 90	14 64	12 23	87 14	174 28	-2 60	6 00	45 0	1 39	220 84	1 29	1 00			
							0 70	14 34	12 33	87 86	175 72						1 29	1 29	25 65	201 37	
91-90	54 0	0 2781	3 6648	3 9429	0 7	14 34	0 90	15 24	12 03	92 24	184 48	2 60	6 00	45 0	1 39	220 84	1 32	1 00			
							0 68	15 02	12 10	92 79	185 58						1 32	1 32	25 65	211 23	
90-89	53 0	0 2781	3 9429	4 2210	0 7	15 02	0 88	15 90	11 82	97 03	194 06	30 80	19 00	45 0	2 47	392 99	2 05	1 00			
							0 43	15 45	11 96	98 19	196 38						2 05	2 05	25 65	222 03	
94-95	53 0	0 2754	-	0 2754	0 7	5 00	0 88	5 88	16 07	8 61	17 22	-9 10	2 00	30 0	0 61	43 25	0 48	1 00			
							1 84	6 84	15 53	8 32	16 64						0 48	0 48	17 10	33 74	
95-96	54 0	0 0856	0 2754	0 3610	0 7	6 84	0 90	7 74	15 06	10 57	21 15	-33 10	2 00	30 0	0 61	43 25	0 51	1 00			
							1 76	8 60	14 64	10 28	20 56						0 51	0 51	17 10	37 66	
96-97	54 0	0 1555	0 3610	0 5165	0 7	8 60	0 90	9 50	14 22	14 28	28 56	31 30	3 00	30 0	0 75	52 97	0 64	1 00			
							1 41	10 01	14 00	14 06	28 12						0 64	0 64	17 10	45 22	
97-98	53 0	0 2101	0 5165	0 7266	0 7	10 01	0 88	10 89	13 62	19 25	38 50	0 40	4 00	30 0	0 87	61 16	0 77	1 00			
							1 15	11 16	13 51	19 09	38 18						0 77	0 77	17 10	55 28	

Tabla Para Gasto Pluvial

CONT. SISTEMA 2

TRA- MO	LON- GL- TUD (m)	ÁREAS (Ha)			c PRO- DIO	TIEMPOS (MIN)			INTEN- SIDAD (mm/hr)	GASTO PLUVIAL (l/s)	GASTO DE DISEÑO (l/s)	PEND. DE TERRENO (St)	PEND DE PLANT. (Sp)	DIA- METRO (cm)	CONDICIONES A TUBO LLENO		VELOCIDADES (m/s)		Q _{ME} + Q _D (l/s)	CONCLUSIONES
		PROPIA	TRIBU- TARIA	ACUMU- LADA		INGRES	ESCURRI- MIENTO	CONCEN- TRACIÓN							VELOC.	GASTO	REAL	PRO- PUESTA		
															(m/s)	(l/s)				
98-89	52.0	0.5943	0.7266	1.3209	0.7	11.16	0.87	12.03	13.16	33.82	67.64	0.00	8.00	30.0	1.22	86.49	1.13	1.00		
							0.77	11.93	13.20	33.92	67.84						1.13	1.13	17.10	84.94
89-115	50.0	1.2347	4.7791	6.0138	0.7	11.93	0.83	12.76	12.89	150.72	301.44	47.60	20.00	45.0	2.54	403.20	2.34	1.00		
							0.36	12.29	13.07	152.79	305.58						2.34	2.34	25.52	331.10
115-116	50.0	0.1912	6.0138	6.2050	0.7	12.29	0.83	13.12	12.76	153.92	307.84	24.00	24.00	45.0	2.78	441.68	2.50	1.00		
							0.33	12.62	12.94	156.14	312.28						2.50	2.50	25.45	337.73
116-117	50.0	0.2575	6.2050	6.4625	0.7	12.62	0.83	13.45	12.64	158.82	317.64	52.20	28.00	45.0	3.00	477.07	2.70	1.00		
							0.31	12.93	12.83	161.18	322.36						2.70	2.70	25.38	347.74
117-118	50.0	0.2575	6.4625	6.7200	0.7	12.93	0.83	13.76	12.53	163.71	327.42	62.20	28.00	45.0	3.00	477.07	2.70	1.00		
							0.31	13.24	12.72	166.13	332.26						2.70	2.70	25.31	357.57
118-119	35.0	0.2575	6.7200	6.9775	0.7	13.24	0.58	13.82	12.51	169.70	339.40	-10.60	17.00	45.0	2.34	371.73	2.27	1.00		
							0.26	13.50	12.62	171.23	342.46						2.27	2.27	25.31	367.77
114-113	55.0	0.2169	-	0.2169	0.7	5.00	0.92	5.92	16.05	6.77	13.54	36.40	37.00	30.0	2.63	186.01	1.24	1.00		
							0.74	5.74	16.15	6.81	13.62						1.24	1.24	17.10	30.72
113-112	56.0	0.2833	0.2169	0.5002	0.70	5.74	0.93	6.67	15.63	15.20	30.40	24.10	24.00	30.0	2.12	149.81	1.36	1.00		
							0.69	6.43	15.76	15.33	30.66						1.36	1.36	17.10	47.76
112-111	56.0	0.2884	0.5002	0.7886	0.70	6.43	0.93	7.36	15.26	23.40	46.80	17.30	17.00	30.0	1.78	126.08	1.35	1.00		
							0.69	7.12	15.38	23.59	47.18						1.35	1.35	17.10	64.28
111-119	52.0	0.3522	0.7886	0.7886	0.70	7.12	0.87	7.99	14.94	33.14	66.28	2.50	8.00	30.0	1.22	86.49	1.13	1.00		
							0.77	7.89	14.99	33.25	66.50						1.13	1.13	17.10	83.60

Tabla Para Gasto Pluvial

TRA-MO	LON-GI-TUD (m)	A R E A S (Ha)			c PRO-ME-DIO	T I E M P O S (MIN)			INTEN-SIDAD (mm/hr)	GASTO PLUVIAL (l/s)	GASTO DE DISEÑO (l/s)	PEND DE TERRENO (St)	PEND DE PLANT (Sp)	DÍ-A-METRO (cm)	CONDICIONES A TUBO LLENO		VELOCIDADES (m/s)		Q _{ME}	Q _{ME} + Q _D (l/s)	CONCLUSIONES
		PROPIA	TRIBU-TARIA	ACUMU-LADA		INGRES	ESCURRI-MIENTO	CONCEN-TRACIÓN							VELOC. (m/s)	GASTO (l/s)	REAL	PRO-PUESTA			
30-29	37.0	0.1943	-	0.1943	0.7	5.00	0.62	5.62	16.22	6.13	12.26	16.8	2.0	30.0	0.61	43.25	0.43	1.09	17.10	29.01	
29-36	54.0	0.4488	0.1943	0.6431	0.7	6.43	0.90	7.33	15.27	19.10	38.20	23.1	11.0	30.0	1.43	101.42	1.09	1.00	17.10	55.40	
36-84	53.0	0.4447	0.6431	1.0878	0.7	7.26	0.88	8.14	14.86	31.44	63.88	-5.7	8.0	30.0	1.22	86.49	1.12	1.00	17.10	80.18	
84-83	54.0	0.2120	1.0878	1.2998	0.7	8.05	0.90	8.95	14.47	36.59	73.18	1.9	9.0	30.0	1.30	91.74	1.22	1.00	17.10	90.66	
83-82	54.0	0.2889	1.2998	1.5867	0.7	8.79	0.90	9.69	14.14	43.67	87.34	5.6	12.0	30.0	1.50	105.93	1.43	1.00	17.10	105.20	
82-81	53.0	0.2889	1.5867	1.8776	0.7	9.42	0.88	10.30	13.87	50.64	101.28	16.4	16.0	30.0	1.73	122.32	1.64	1.00	17.10	119.46	
81-124	58.0	0.3578	1.8776	2.2354	0.7	9.96	0.97	10.93	13.60	59.14	118.28	33.3	21.0	30.0	1.98	140.13	1.88	1.00	17.10	137.06	
124-125	59.0	0.2387	2.2354	2.4741	0.7	10.47	0.98	11.45	13.39	64.44	128.88	16.9	24.0	30.0	2.12	149.81	2.04	1.00	17.10	147.92	
125-126	59.0	0.3157	2.4741	2.7898	0.7	10.95	0.98	11.93	13.20	71.63	143.26	36.8	29.0	30.0	2.33	164.68	2.24	1.00	17.10	162.68	
126-127	58.0	0.3157	2.7898	3.1055	0.7	11.39	0.97	12.36	13.04	78.74	157.48	49.0	37.0	30.0	2.63	186.01	2.50	1.00	17.10	177.28	
127-120	54.0	0.3792	3.1055	3.4847	0.7	11.78	0.90	12.68	12.92	87.54	175.08	25.4	27.0	38.0	2.63	298.45	2.29	1.00	17.10	194.78	
86-87	60.0	0.3150	-	0.3150	0.7	5.00	1.00	6.00	16.09	9.80	19.60	30.2	31.0	30.0	2.41	170.26	1.30	1.00	17.10	36.86	
87-88	60.0	0.3150	0.3150	0.6300	0.7	5.77	1.00	6.77	15.57	19.08	38.16	-16.5	4.0	30.0	0.87	61.16	0.77	1.00	17.10	54.86	
88-123	57.0	0.2825	0.6300	0.9125	0.7	7.07	0.95	8.02	14.92	26.48	52.96	51.1	29.0	30.0	2.33	164.68	1.70	1.00	17.10	70.76	
123-122	57.0	0.2303	0.9125	1.1428	0.7	7.63	0.95	8.58	14.65	32.56	65.12	52.60	48.0	30.0	3.00	211.86	2.16	1.00	17.10	83.32	
122-121	57.0	0.2993	1.1428	1.4421	0.7	8.07	0.95	9.02	14.44	40.50	81.00	52.60	48.0	30.0	3.00	211.86	2.31	1.00	17.10	99.54	
121-120	57.0	0.2993	1.4421	1.7414	0.7	8.48	0.95	9.43	14.25	48.27	96.54	27.70	28.0	30.0	2.29	161.81	1.60	1.00	17.10	114.76	
							0.59	9.07	14.42	48.83	97.66						1.60	1.60	17.10	114.76	

Tabla Para Gasto Pluvial

SISTEMA 4

TRA-MO	LON-GI-TUD (m)	A R E A S (Ha)			PRO-DIO	T I E M P O S (MIN)			INTEN-SIDAD (mm/hr)	GASTO PLUVIAL (l/s)	GASTO DE DISEÑO (l/s)	PEND DE TERRENO (S)	PEND DE PLANT. (Sp)	DIA-METRO (cm)	CONDICIONES A TUBO LLENO		VELOCIDADES (m/s)		Q _{ME}	Q _{ME} + Q _D (l/s)	CONCLUSIONES
		PROPIA	TRIBU-TARIA	ACUMU-LADA		INGRES	ESCURRI-MIENTO	CONCEN-TRACION							VELOC (m/s)	GASTO (l/s)	REAL	PRO-PUESTA			
2-4	46.0	0.2535	-	0.2535	0.7	5.00	0.77	5.77	16.13	7.95	15.90	6.5	4.0	30.0	0.87	61.16	0.60	1.00			
							1.28	6.28	15.84	7.81	15.62						0.60	0.60	17.10	32.72	
4-8	25.0	0.4287	0.2535	0.6822	0.7	6.28	0.42	6.70	15.61	20.71	41.42	-2.4	5.0	30.0	0.97	68.38	0.86	1.00			
							0.48	6.76	15.58	20.66	41.32						0.86	0.86	17.10	58.42	
6-7	32.0	0.2002	-	0.2062	0.7	5.00	0.53	5.53	16.27	6.34	12.68	6.3	2.0	30.0	0.61	43.25	0.43	1.00			
							1.24	6.24	15.86	6.18	12.36						0.43	0.43	17.10	29.46	
7-8	48.0	0.1232	0.2002	0.3234	0.7	6.24	0.80	7.04	15.43	9.70	19.40	2.9	2.0	30.0	0.61	43.25	0.49	1.00			
							1.63	7.87	15.00	9.43	18.86						0.49	0.49	17.10	35.96	
8-40	60.0	0.4768	1.0056	1.4824	0.7	7.87	1.00	8.87	14.51	41.83	83.66	43.3	43.0	30.0	2.84	200.50	2.24	1.00			
							0.45	8.32	14.78	42.59	85.18						2.24	2.24	17.10	102.28	
40-41	58.0	0.2993	1.4824	1.7817	0.7	8.32	0.97	9.29	14.32	49.61	99.22	46.2	43.0	30.0	2.84	200.50	2.36	1.00			
							0.41	8.73	14.58	50.51	101.02						2.36	2.36	17.10	118.12	
41-42	58.0	0.2222	1.7817	2.0039	0.7	8.73	0.97	9.70	14.13	55.07	110.14	32.4	32.0	30.0	2.45	172.98	2.18	1.00			
							0.44	9.17	14.37	56.01	112.02						2.18	2.18	17.10	129.12	
49-43	52.0	0.3511	-	0.3511	0.7	5.00	0.87	5.87	16.07	10.97	21.94	18.5	7.0	30.0	1.14	80.91	0.80	1.00			
							1.08	6.08	15.95	10.89	21.78						0.80	0.80	17.10	38.88	
44-43	58.0	0.2222	-	0.2222	0.7	5.00	0.97	5.97	16.02	6.92	13.84	-11.9	2.0	30.0	0.61	43.25	0.45	1.00			
							2.15	7.15	15.37	6.64	13.28						0.45	0.45	17.10	30.38	
43-42	45.0	0.5408	0.5733	1.1141	0.7	7.15	0.75	7.90	14.98	32.46	64.92	34.4	17.0	30.0	1.78	126.10	1.50	1.00			
							0.50	7.65	15.11	32.73	65.46						1.50	1.50	17.10	82.56	
42-37	52.0	0.7725	2.8956	3.6683	0.7	9.17	0.87	10.04	13.98	99.74	199.45	25.6	26.0	38.0	2.58	292.88	2.32	1.00			
							0.37	9.54	14.20	101.32	202.65						2.32	2.32	17.10	219.75	
32-33	54.0	0.5361	-	0.5361	0.7	5.00	0.90	5.90	16.06	16.74	33.48	12.8	4.8	30.0	0.87	61.16	0.74	1.00			
							1.22	6.22	15.88	16.55	33.10						0.74	0.74	17.10	50.20	
33-39	53.0	0.6427	0.5361	1.1788	0.7	6.22	0.88	7.10	15.40	35.29	70.58	-6.8	9.0	30.0	1.30	91.74	1.21	1.00			
							0.73	6.95	15.47	35.47	70.95						1.21	1.21	17.10	88.05	
39-38	58.0	0.4528	1.1788	1.6316	0.7	6.95	0.97	7.92	14.97	47.51	95.02	3.1	4.0	38.0	1.01	114.88	0.96	1.00			
							1.01	7.96	14.95	47.44	94.89						0.96	0.96	17.10	111.99	
38-37	58.0	0.2356	1.6316	1.8672	0.7	7.96	0.97	8.93	14.48	52.59	105.20	14.3	5.0	38.0	1.13	128.40	1.06	1.00			
							0.91	8.87	14.51	52.69	105.40						1.06	1.06	17.10	122.50	
37-77	53.0	0.3708	5.5355	5.9063	0.7	9.54	0.88	10.42	13.82	158.71	317.42	14.7	15.0	45.0	2.20	349.20	2.13	1.00			
							0.41	9.95	14.02	161.05	322.10						2.13	2.13	25.46	347.56	
77-78	54.0	0.2093	5.9063	6.1156	0.7	9.95	0.90	10.85	13.64	162.19	324.38	13.9	3.5	61.0	1.30	379.60	1.24	1.00			
							0.73	10.68	13.71	163.03	326.06						1.24	1.24	42.30	368.36	
78-79	54.0	0.2835	6.1156	6.3991	0.7	10.68	0.90	11.58	13.34	166.01	332.02	10.2	5.0	61.0	1.54	453.70	1.41	1.00			
							0.64	11.32	13.45	167.31	334.62						1.41	1.41	42.19	376.81	
79-80	53.0	0.2835	6.3991	6.6826	0.7	11.32	0.90	12.22	13.09	170.13	340.25	0.0	4.0	61.0	1.39	405.80	1.32	1.00			
							0.68	12.00	13.18	171.22	342.44						1.32	1.32	42.08	384.52	
75-74	51.0	0.2522	-	0.2522	0.7	5.00	0.87	5.87	16.07	7.88	15.76	-14.7	2.0	30.0	0.61	43.21	0.46	1.00			
							1.88	6.88	15.51	7.61	15.22						0.46	0.46	17.10	32.32	
74-73	51.0	0.2474	0.2522	0.4996	0.7	6.88	0.85	7.73	15.07	14.64	29.28	25.3	9.0	30.0	1.30	91.74	0.95	1.00			
							0.89	7.77	15.05	14.62	29.24						0.95	0.95	17.10	46.34	

Tabla Para Gasto Pluvial

CONT. SISTEMA 4

TRA-MO	LON-GI-TUD (m)	A R E A S (Ha)			c PRO-ME-DIO	T I E M P O S (MIN)			INTEN-SIDAD (mm/hr)	GASTO PLUVIAL (l/s)	GASTO DE DISEÑO (l/s)	PÉND DE TERRENO (St)	PÉND DE PLANT. (Sp)	DIA-METRO (cm)	CONDICIONES A TUBO LLENO		VELOCIDADES (m/s)		Q _{ME}	Q _{ME} + Q _D (l/s)	CONCLUSIONES
		PROPIA	TRIBU-TARIA	ACUMU-LADA		INGRES	ESCURRI-MIENTO	CONCEN-TRACIÓN							VELOC. (m/s)	GASTO (l/s)	REAL	PRO-PUESTA			
73-80	52.0	0.1882	0.4996	0.6878	0.7	7.77	0.87	8.64	14.62	19.56	39.11	36.3	36.0	30.0	2.60	183.50	1.69	1.00			
							0.51	8.28	14.80	19.79	39.58						1.69	1.69	17.10	56.68	
80-131	60.0	0.7606	7.3704	8.1310	0.7	12.00	1.00	13.00	12.80	202.39	404.78	14.2	11.0	61.0	2.30	673.00	2.00	1.00			
							0.50	12.50	12.99	205.32	410.64						2.00	2.00	41.51	452.15	
131-130	60.0	0.2461	8.1310	8.3771	0.7	12.50	1.00	13.50	12.62	205.58	411.15	13.2	13.0	61.0	2.50	731.60	2.15	1.00			
							0.47	12.97	12.81	208.69	417.38						2.15	2.15	41.40	458.78	
130-129	60.0	0.3150	8.3771	8.6921	0.7	12.97	1.00	13.97	12.45	210.52	421.04	11.8	12.0	61.0	2.41	702.90	2.10	1.00			
							0.48	13.45	12.64	213.61	427.22						2.10	2.10	41.29	468.51	
129-B	30.0	0.1575	8.6921	8.8496	0.7	13.45	0.50	13.95	12.46	214.45	428.90	71.7	19.0	61.0	3.00	884.50	2.49	1.00			
							0.20	13.65	12.57	216.26	432.52						2.49	2.49	41.18	473.70	
B-128	30.0	0.1575	8.8496	9.0071	0.7	13.65	0.50	14.15	12.39	217.06	434.12	72.0	19.0	61.0	3.00	884.50	2.49	1.00			
							0.20	13.85	12.50	218.88	437.76						2.49	2.49	41.18	478.94	

Tabla Para Gasto Pluvial

SISTEMA 5

TRA-MO	LON-GI-TUD (m)	A R E A S (Ha)			c PRO-ME-DIO	T I E M P O S (MIN)			INTEN-SIDAD (mm/hr)	GASTO PLUVIAL (l/s)	GASTO DE DISEÑO (l/s)	PEND DE TERRENO (St)	PEND DE PLANT (Sp)	DIA-METRO (cm)	CONDICIONES A TUBO LLENO		VELOCIDADES (m/s)		Q _{ME} + Q _D (l/s)	CONCLUSIONES
		PROPIA	TRIBU-TARIA	ACUMU-LADA		INGRES	ESCURRI-MIENTO	CONCEN-TRACIÓN							VELOC (m/s)	GASTO (l/s)	REAL	PRO-PUESTA		
46-47	47.0	0.1296	-	0.1296	0.7	5.00	0.78	5.78	16.13	4.06	8.12	50.4	48.0	30.0	3.00	211.86	2.31	1.00		
							0.34	5.34	16.39	4.13	8.26						2.31	2.31	17.10	25.36
47-50	44.0	0.1662	0.1296	0.2958	0.7	5.34	0.73	6.07	15.96	9.18	18.36	56.8	48.0	30.0	3.00	211.86	1.53	1.00		
							0.48	5.82	16.10	9.26	18.53						1.53	1.53	17.10	35.63
50-51	43.0	0.1708	0.2958	0.4666	0.7	5.82	0.72	6.54	15.70	14.24	28.48	-0.2	3.0	30.0	0.75	52.97	0.63	1.00		
							1.14	6.96	15.47	14.04	28.08						0.63	0.63	17.10	45.18
51-52	17.0	0.2172	0.4666	0.6838	0.7	6.96	0.28	7.24	15.32	20.37	40.74	37.1	24.0	30.0	2.12	149.81	1.48	1.00		
							0.19	7.15	15.37	20.44	40.88						1.48	1.48	17.10	57.98
52-53	15.0	0.0931	0.6838	0.7769	0.7	7.15	0.25	7.40	15.24	23.02	46.04	41.3	41.0	30.0	2.77	195.80	1.86	1.00		
							0.13	7.28	15.30	23.16	46.32						1.86	1.86	17.10	63.42
56-55	49.0	0.1629	-	0.1629	0.7	5.00	0.82	5.82	16.10	5.10	10.20	0.8	2.0	30.0	0.61	43.25	0.41	1.00		
							2.00	7.00	15.45	4.89	9.78						0.41	0.41	17.10	26.88
55-54	43.0	0.2133	0.1629	0.3762	0.7	7.00	0.72	7.72	15.07	1.03	22.06	5.6	4.0	30.0	0.87	61.16	0.66	1.00		
							1.09	8.09	14.89	10.89	21.78						0.66	0.66	17.10	38.88
54-53	9.0	0.1953	0.3762	0.5715	0.7	8.09	0.15	8.24	14.81	16.46	32.92	81.1	48.0	30.0	3.00	211.86	1.80	1.00		
							0.08	8.17	14.85	16.50	33.00						1.80	1.80	17.10	50.10
53-61	46.0	0.0410	1.3484	1.3894	0.7	8.17	0.77	8.94	14.48	39.12	78.24	-29.4	3.0	38.0	0.88	99.48	0.82	1.00		
							0.93	9.10	14.41	38.92	77.84						0.82	0.82	17.10	94.94
61-62	46.0	0.1091	1.3894	1.4985	0.7	9.10	0.77	9.87	14.06	40.96	81.92	30.7	11.0	30.0	1.43	101.42	1.34	1.00		
							0.57	9.67	14.15	41.22	82.44						1.34	1.34	17.10	99.54
62-63	46.0	0.2110	1.4985	1.7095	0.7	9.67	0.77	10.44	13.81	45.91	91.82	23.7	13.0	30.0	1.56	110.26	1.48	1.00		
							0.52	10.19	13.92	46.27	92.53						1.48	1.48	17.10	109.63
63-64	46.0	0.2415	1.7095	1.9510	0.7	10.19	0.77	10.96	13.59	51.57	103.14	12.0	16.0	30.0	1.73	122.32	1.64	1.00		
							0.47	10.66	13.72	52.04	104.08						1.64	1.64	17.10	121.18
64-150	52.0	0.3130	1.9510	2.2640	0.7	10.66	0.87	11.53	13.36	58.82	117.64	41.5	36.0	30.0	2.60	183.48	2.31	1.00		
							0.38	11.04	13.56	59.70	119.40						2.31	2.31	17.10	136.50
150-149	52.0	0.2041	2.2640	2.4681	0.7	11.04	0.87	11.91	13.21	63.41	126.82	45.2	46.0	30.0	2.93	207.40	2.55	1.00		
							0.34	11.38	13.42	64.41	128.82						2.55	2.55	17.10	145.92
149-148	54.0	0.2730	2.4681	2.7411	0.7	11.38	0.90	12.28	13.07	69.66	139.32	44.4	44.0	30.0	2.87	202.84	2.58	1.00		
							0.35	11.73	13.28	70.80	141.60						2.58	2.58	17.10	158.70
148-147	52.0	0.2835	2.7411	3.0246	0.7	11.73	0.87	12.60	12.95	76.16	152.32	19.2	19.0	38.0	2.21	250.36	1.92	1.00		
							0.45	12.18	13.11	77.09	154.18						1.92	1.92	17.10	171.28
147-146	52.0	0.2730	3.0246	3.2976	0.7	12.18	0.87	13.05	12.78	81.96	163.92	14.4	15.0	38.0	1.96	222.45	1.78	1.00		
							0.49	12.67	12.92	82.86	165.72						1.78	1.78	17.10	182.82
146-145	52.0	0.3446	3.2976	3.6422	0.7	12.67	0.87	13.54	12.61	89.28	178.56	22.5	22.0	38.0	2.38	269.41	2.13	1.00		
							0.41	13.08	12.77	90.45	180.90						2.13	2.13	17.10	198.00
67-66	60.0	0.3120	-	0.3120	0.7	5.00	1.00	6.00	16.00	9.71	19.42	94.3	48.0	30.0	3.00	211.86	1.53	1.00		
							0.65	5.65	16.20	9.83	19.66						1.53	1.53	17.10	36.76
66-65	60.0	0.3120	0.3120	0.6240	0.7	5.65	1.00	6.65	15.64	18.97	37.95	2.2	4.0	30.0	0.87	61.16	0.77	1.00		
							1.30	6.95	15.47	18.78	37.56						0.77	0.77	17.10	54.66
65-141	51.0	0.3796	0.6240	1.0036	0.7	6.95	0.85	7.80	15.03	29.34	58.68	48.4	47.0	30.0	2.97	209.64	2.11	1.00		
							0.40	7.35	15.26	29.79	59.58						2.11	2.11	17.10	76.68

Tabla Para Gasto Pluvial

CONT. SISTEMA 5

TRA-MO	LON-GL-TUD (m)	A R E A S (Ha)			c PRO-ME-DIO	T I E M P O S (MIN)			INTEN-SIDAD (mm/hr)	GASTO PLUVIAL (l/s)	GASTO DE DISEÑO (l/s)	PEND DE TERRENO (St)	PEND. DE PLANT (Sp)	DIA-METRO (cm)	CONDICIONES A TUBO LLENO		VELOCIDADES (m/s)		Q _{ME}	Q _{ME} + Q _D (l/s)	CONCLUSIONES
		PROPIA	TRIBU-TARIA	ACUMU-LADA		INGRES	ESCURRI-MIENTO	CONCEN-TRACIÓN							VELOC (m/s)	GASTO (l/s)	REAL	PRO-PUESTA			
141-142	51 0	0 1976	1.0036	1.2012	0.7	7.35	0.85	8.20	14.83	34.65	69.30	15.7	15.0	30.0	1.68	18.43	1.46	1.00			
							0.58	7.93	14.97	34.96	69.92						1.46	1.46	17.10	87.02	
142-143	51 0	0 2652	1 2012	1 4664	0.7	7.93	0.85	8.78	14.55	41.50	83.00	33.5	34.0	30.0	2.52	178.31	2.04	1.00			
							0.42	8.35	14.76	42.09	84.10						2.04	2.04	17.10	101.20	
143-144	51 0	0.2652	1.4664	1.7316	0.7	8.35	0.85	9.20	14.36	48.35	96.70	59.6	48.0	30.0	3.00	21.86	2.43	1.00			
							0.35	8.70	14.59	49.14	98.28						2.43	2.43	17.10	115.38	
144-145	51 0	0.2652	1.7316	1.9968	0.7	8.70	0.85	9.55	14.20	55.14	110.28	27.8	28.0	30.0	2.29	161.81	2.06	1.00			
							0.41	9.11	14.40	55.92	111.84						2.06	2.06	17.10	128.94	
70-71	51 0	0.2522	-	0.2522	0.7	5.00	0.85	5.85	16.09	7.89	15.78	-7.5	2.0	30.0	0.61	43.25	0.46	1.00			
							1.85	6.85	15.53	7.62	15.22						0.46	0.46	17.10	32.32	
71-72	51 0	0.2474	0.2522	0.4996	0.7	6.85	0.85	7.70	15.08	14.65	29.30	4.1	3.0	30.0	0.75	52.97	0.64	1.00			
							1.33	8.18	14.84	14.42	28.84						0.64	0.64	17.10	45.94	
72-140	50 0	0.4247	0.4996	0.9243	0.7	8.18	0.83	9.01	14.45	25.97	51.94	21.8	14.0	30.0	1.62	114.42	1.31	1.00			
							0.64	8.82	14.54	26.13	52.26						1.31	1.31	17.10	69.36	
140-139	50.0	0.1834	0.9243	1.1027	0.7	8.82	0.83	9.65	14.15	30.49	60.98	14.2	14.0	30.0	1.62	114.42	1.36	1.00			
							0.61	9.43	14.25	30.70	61.40						1.36	1.36	17.10	78.50	
139-138	50 0	0.2425	1.1077	1.3502	0.7	9.43	0.83	10.26	13.89	36.46	72.92	-0.6	9.0	30.0	1.30	91.74	1.22	1.00			
							0.68	10.10	13.95	36.63	73.26						1.22	1.22	17.10	90.36	
138-137	50 0	0.2425	1.3502	1.5927	0.7	10.11	0.83	10.94	13.60	42.12	84.24	65.2	48.0	30.0	3.00	211.86	2.34	1.00			
							0.36	10.47	13.80	42.73	85.46						2.34	2.34	17.10	102.56	
137-136	50.0	0.2425	1.5927	1.8352	0.7	10.47	0.83	11.30	13.45	48.01	96.02	55.0	48.0	30.0	3.00	211.86	2.43	1.00			
							0.34	10.81	13.65	48.73	97.46						2.43	2.43	17.10	114.56	
132-133	60.0	0.2319	-	0.2319	0.7	5.00	1.00	6.00	16.00	7.22	14.46	10.0	10.0	30.0	1.37	96.70	0.82	1.00			
							1.22	6.22	15.88	7.16	14.32						0.82	0.82	17.10	31.42	
133-134	60 0	0.2910	0.2319	0.5229	0.7	6.22	1.00	7.22	15.33	15.59	31.18	63.5	48.0	30.0	3.00	211.86	1.77	1.00			
							0.56	6.78	15.57	15.83	31.66						1.77	1.77	17.10	48.76	
134-135	60 0	0.2910	0.5229	0.8139	0.7	6.78	1.00	7.78	15.04	23.81	47.62	65.0	48.0	30.0	3.00	21.86	1.98	1.00			
							0.51	7.29	15.30	24.21	48.42						1.98	1.98	17.10	65.52	
135-136	45.0	0.2319	0.8139	1.0458	0.7	7.29	0.75	8.04	14.91	30.33	60.66	7.9	8.0	30.0	1.22	86.49	1.11	1.00			
							0.68	7.97	14.95	30.40	60.80						1.11	1.11	17.10	77.90	
136-145	52 0	0.2847	2.8810	3.1657	0.7	10.81	0.87	11.68	13.30	81.89	163.78	2.3	11.0	38.0	1.68	190.50	1.61	1.00			
							0.54	11.35	13.43	82.70	165.40						1.61	1.61	17.10	182.50	

Tabla Para Gasto Pluvial

SISTEMA 6

TRA-MO	LON-GI-TUD (m)	ÁREAS (Ha)			PRO-ME-DIO	TIEMPOS (MIN)			INTEN-SIDAD (mm/hr)	GASTO PLUVIAL (l/s)	GASTO DE DISEÑO (l/s)	PEND. DE TERRENO (St)	PEND. DE PLANT. (Sp)	DIA-METRO (cm)	CONDICIONES A TUBO LLENO		VELOCIDADES (m/s)		Q _{ME}	Q _{ME} + Q _D (l/s)	CONCLUSIONES
		PROPIA	TRIBU-TARIA	ACUMU-LADA		INGRES	ESCURRI-MIENTO	CONCEN-TRACIÓN							VELOC (m/s)	GASTO (l/s)	REAL	PRO-PUESTA			
		59-151	53.0	0.2112		-	0.2112	0.7							5.00	0.88	5.88	16.07			
							0.65	5.65	16.20	6.65	13.30						1.35	1.35	17.10	30.40	
151-152	53.0	0.2158	0.2112	0.4270	0.7	5.65	0.88	6.53	15.70	13.04	26.08	49.2	48.0	30.0	3.00	211.86	1.68	1.00			
							0.53	6.18	15.90	13.20	26.40						1.68	1.68	17.10	43.50	
152-153	54.0	0.2915	0.4270	0.7185	0.7	6.18	0.90	7.08	15.41	21.52	43.04	32.8	33.0	30.0	2.49	175.67	1.69	1.00			
							0.53	6.71	15.60	21.80	43.60						1.69	1.69	17.10	60.70	
153-154	53.0	0.2970	0.7185	1.0155	0.7	6.71	0.88	7.59	15.14	29.90	59.80	13.2	13.0	30.0	1.56	10.26	1.33	1.00			
							0.66	7.37	15.25	30.12	60.24						1.33	1.33	17.10	77.34	
154-155	53.0	0.2915	1.0155	1.3070	0.7	7.37	0.88	8.25	14.81	37.64	75.28	16.6	17.0	30.0	1.78	126.08	1.55	1.00			
							0.57	7.94	14.96	38.03	76.06						1.55	1.50	17.10	93.16	
155-156	57.0	0.2158	1.3070	1.5278	0.7	7.94	0.95	8.89	14.50	42.95	85.90	53.7	48.0	30.0	3.00	211.86	2.34	1.00			
							0.41	8.35	14.76	43.71	87.42						2.34	2.34	17.10	104.52	
58-160	55.0	0.5987	-	0.5987	0.7	5.00	0.92	5.92	16.05	18.68	37.36	67.8	48.0	30.0	3.00	211.86	1.86	1.00			
							0.49	5.49	16.30	18.97	37.94						1.86	1.86	17.10	55.04	
160-159	55.0	0.1972	0.5987	0.7959	0.7	5.49	0.92	6.41	15.77	24.41	48.82	20.5	21.0	30.0	1.98	140.13	1.49	1.00			
							0.62	6.11	15.94	24.67	49.34						1.49	1.49	17.10	66.44	
159-158	55.0	0.2351	0.7959	1.0310	0.7	6.11	0.92	7.03	15.43	30.94	61.88	17.5	18.0	30.0	1.84	129.74	1.51	1.00			
							0.61	6.72	15.60	31.27	62.54						1.51	1.51	17.10	79.64	
158-157	55.0	0.2970	1.0310	1.3280	0.7	6.72	0.92	7.64	15.11	39.03	78.06	78.7	48.0	30.0	3.00	211.86	2.28	1.00			
							0.40	7.12	15.38	39.73	79.46						2.28	2.28	17.10	96.56	
157-156	55.0	0.2970	1.3280	1.6250	0.7	7.12	0.92	8.04	14.91	47.13	94.26	22.7	23.0	30.0	2.07	146.65	1.84	1.00			
							0.50	7.62	15.12	47.79	95.58						1.84	1.84	17.10	112.68	
156-166	51.0	0.3864	3.1478	3.5392	0.7	8.35	0.85	9.20	14.36	98.68	197.37	31.2	32.0	38.0	2.82	319.80	2.48	1.00			
							0.34	8.69	14.60	100.32	200.64						2.48	2.48	17.10	217.74	
162-163	51.0	0.3925	-	0.3925	0.7	5.00	0.85	5.85	16.09	12.28	24.56	36.9	37.0	30.0	2.63	186.01	1.50	1.00			
							0.57	5.57	16.25	12.40	24.80						1.50	1.50	17.10	41.90	
163-164	52.0	0.1649	0.3925	0.5574	0.7	5.57	0.87	6.44	15.75	17.07	34.14	22.1	22.0	30.0	2.03	143.43	1.36	1.00			
							0.64	6.21	15.88	17.21	34.43						1.36	1.36	17.10	51.53	
164-165	52.0	0.2384	0.5574	0.7958	0.7	6.21	0.87	7.08	15.41	23.84	47.68	47.1	47.0	30.0	2.97	209.64	1.99	1.00			
							0.44	6.65	15.64	24.20	48.40						1.99	1.99	17.10	65.50	
165-166	51.0	0.2800	0.7958	1.0558	0.7	6.65	0.85	7.50	15.19	31.18	62.36	51.0	45.0	30.0	2.90	205.13	2.12	1.00			
							0.40	7.05	15.42	31.66	63.32						2.12	2.12	17.10	80.42	
166-167	26.0	0.3225	4.5900	4.9125	0.7	8.69	0.43	9.12	14.40	137.52	275.04	8.8	27.0	38.0	2.63	298.45	2.55	1.00			
							0.17	8.86	14.51	138.68	277.36						2.55	2.55	17.10	294.46	
167-168	23.0	0.0672	4.9125	4.9797	0.7	8.86	0.38	9.24	14.34	138.87	277.74	31.3	27.0	38.0	2.63	298.45	2.55	1.00			
							0.15	9.01	14.45	139.40	279.80						2.55	2.55	17.10	296.90	
171-169	58.0	0.4250	-	0.4250	0.7	5.00	0.97	5.97	16.02	13.24	26.48	11.4	11.0	30.0	1.43	101.42	0.99	1.00			
							0.98	5.98	16.01	13.23	26.46						0.99	0.99	17.10	43.56	
169-168	58.0	0.1957	0.4250	0.6207	0.7	5.98	0.97	6.95	15.47	18.68	37.36	72.6	48.0	30.0	3.00	211.86	1.86	1.00			
							0.52	6.50	15.72	18.97	37.94						1.86	1.86	17.10	55.04	
168-175	22.0	0.3150	5.6000	5.9150	0.7	9.01	0.37	9.38	14.28	164.21	328.43	54.5	28.0	45.0	3.00	477.07	2.70	1.00			
							0.14	9.15	14.38	165.43	330.86						2.70	2.70	25.52	356.38	

Tabla Para Gasto Pluvial

TRA- MO	LON- GI- TUD (m)	ÁREAS (Ha)			PRO- MEDIO	TIEMPOS (MIN)			INTEN- SIDAD (mm/hr)	GASTO PLUVIAL (l/s)	GASTO DE DISEÑO (l/s)	PÉND. DE TERRENO (St)	PÉND. DE PLANT. (Sp)	DÍA- METRO (cm)	CONDICIONES A TUBO LLENO		VELOCIDADES (m/s)		Q _{MF}	Q _{ME} + Q _D (l/s)	CONCLUSIONES
		PROPIA	TRIBU- TARIA	ACUMU- LADA		INGRES	ESCURRI- MIENTO	CONCEN- TRACIÓN							VELOC (m/s)	GASTO (l/s)	REAL	PRO- PUESTA			
174-175	460	0.5446	-	0.5446	0.7	5.00	0.77	5.77	16.13	17.98	34.16	23.0	23.0	30.0	2.07	146.65	1.39	1.00			
							0.55	5.55	16.26	17.22	34.44						1.39	1.36	17.10	51.54	

Tabla Para Gasto Pluvial

VI.- ESTUDIO TÉCNICO COMPARATIVO ENTRE EL PROYECTO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CON LA RED EXISTENTE.

VI.1.- Aspectos de diseño.

La concentración de la población en núcleos cada vez mayores trae consigo innegables ventajas como lo son el mejoramiento económico, social y cultural. Sin embargo, también es cierto que por esta causa han surgido múltiples problemas de tipo ambiental como la contaminación atmosférica, el transporte y disposición de desechos líquidos y sólidos.

Para todo proyecto de desalojo de agua en localidades urbanas de la República Mexicana, se ha elaborado en general, sobre bases económicas y tomando en cuenta tanto las normas propias de la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, como las de otros países; sin embargo, el propósito de la Dirección General ha sido el procurar que los proyectos se apeguen más a las necesidades y características reales y actuales de dichas localidades; en la elaboración de los proyectos, con base a las normas, se pretende que se cubran las necesidades técnicas dentro de la economía, no solo para la construcción de la obra sino para la operación y el mantenimiento.

El Ingeniero Civil debe comprender claramente tales problemas para poder desempeñar un papel activo en la solución de la extracción del agua superficial o subterránea de una zona determinada por medios naturales o artificiales así como su desalojo. El término drenaje suele aplicarse a la eliminación del exceso de agua con canales, desagües, zanjas, alcantarillas y otros tipos de sistemas para recoger y transportar agua con ayuda de bombas o por la fuerza de la gravedad. Los proyectos de drenaje llegan a suponer operaciones a gran escala de recuperación y protección de pantanos, tierras sumergidas o expuestas a

inundaciones frecuentes. Estos proyectos suelen consistir en sistemas de zanjas y diques de drenaje, y a menudo se emplean bombas para elevar el agua hasta la red de drenaje.

En drenajes a gran escala, en los que resulta esencial el buen funcionamiento de las salidas de agua para proteger las propiedades cercanas, es frecuente ampliar los canales naturales de la corriente para conseguir una capacidad de desagüe suficiente, y excavar drenajes principales y laterales, como zanjas o canales abiertos, para conducir el agua drenada por los sistemas de desagüe de los campos a estos canales ampliados. En este sistema, los drenajes conectados siguen las vías naturales de desagüe de la superficie de la zona, interceptando la escorrentía superficial que tiene lugar en periodos de grandes lluvias.

VI.2.- Aspectos constructivos.

La construcción de los sistemas de alcantarillado se agruparon en los siguientes pasos:

1. Limpieza y trazo de la red.

En los sitios donde exista pavimento deberán quitarse las piedras y con la ayuda de un reventón y cal se trazará el ancho de la zanja.

2. Ruptura del pavimento.

En ocasiones se tendrá que hacer por reparaciones del sistema o bien porque apenas se inicia el servicio, para esto se utilizan cortadoras de concreto y luego marro o pistolas neumáticas para la demolición. Para el corte se pueden utilizar picos, pero el corte será menos limpio.

3. Excavación de la zanja.

La excavación de la zanja se puede efectuar utilizando maquinaria o a mano, si se utiliza maquinaria se cuenta con tres equipos:

a) Retroexcavadoras.

Se utilizan para excavar zanjas de 60 cm de ancho como mínimo y una profundidad de metros máximo, aunque tienen aditamentos para alargar el brazo.

b) Dragas.

Tienen gran versatilidad en el avance, se utilizan para excavar zanjas de 60 cm de ancho como mínimo y la profundidad máxima varía entre 10 y 12 metros.

c) Zanjadoras.

Son equipos muy rápidos pero solo excavan zanjas de 60 cm de ancho por un metro de profundidad.

El tamaño del bote se puede modificar de manera que se puedan hacer excavaciones de hasta 40 cm de ancho. Se debe buscar que la dimensión de la zanja no sea menor de 40 cm si se desea compactar con bailarina; aunque también existen bailarinas que tienen el patín recortado para excavaciones de menor dimensión, pero no es el caso para alcantarillado.

La excavación a mano se puede utilizar cuando el terreno es suave o cuando se tiene que librar alguna instalación existente en el terreno y se desconoce su ubicación exacta.

4. Protección de las paredes de la zanja.

Para la protección de las paredes de la zanja se utiliza un ademe que tienen por objeto evitar la socavación de las paredes. Donde el terreno no es firme la excavación se deberá hacer por bancos a cada 10 metros o como lo vaya pidiendo el terreno, y las paredes no deberán ser verticales. Una vez que se abrió la zanja se deberá procurar que no pasen más de 24 horas en estas condiciones, para evitar que el suelo pierda humedad y se afecten las características del mismo, y de esta forma evitar derrumbes.

5. Extracción del agua en las zanjas.

Cuando se excava a profundidades mayores del nivel freático es necesario utilizar motobombas o becerros para drenar las zanjas. A lo largo de la zanja se crean cárcamos donde se colocaran los equipos de bombeo, y la separación entre cada equipo será tal que logre abatir el N.A.F. Esta separación o número de equipos dependerá del tipo de terreno.

6. Instalación de la tubería.

Cuando la excavación de la zanja ha avanzado lo suficiente se instala un teodolito y se nivela la plantilla de la zanja por medio de las niveletas o fichas y entonces se coloca la tubería realizando buenas uniones con una mezcla a base de cemento, arena y agua. Una forma práctica de instalar la tubería es sacar los niveles, colocar crucetas de madera a cada extremo del tramo y marcar los niveles en esta, colocar un reventón de cruceta a cruceta, y con un escantillón a base de madera revisar los niveles de plantilla y tubería.

7. Relleno de zanja.

Una vez instalada la tubería se pone el relleno en capas de 10 cm apisonado hasta el lomo de la tubería, después se compacta en capas de 15, 20 o 25 cm de espesor hasta llegar a la superficie. Antes de pavimentar deberá esperarse como mínimo tres días o una semana si es posible para que el relleno alcance su compactación, esto es para evitar asentamientos posteriores.

8. Reconstrucción del pavimento.

Finalmente se repone el pavimento que se destruyó. Para colocar el asfalto, la zanja deberá tener una caja uniforme de entre 8 y 10 cm de espesor, se verificará que no exista dentro de esta algún elemento que perjudique al asfalto (agua, grasas, desechos, etc).

9. Señalización.

Durante el tiempo en que se estén llevando a cabo estas actividades es necesario una señalización adecuada, para evitar cualquier tipo de accidente y que los trabajadores puedan desarrollar libremente sus actividades; además de que se protege al público usuario.

10. Carga y acarreo.

El buen aspecto en una obra siempre será importante. El evitar al máximo la acumulación de escombros beneficiará a todo lo largo de la obra, la eficiencia en obra será mayor al maniobrar sin obstáculos.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VII.1.- Conclusiones.

Abordar una problemática cualquiera, representa tener que elegir una opción dentro de diferentes alternativas de solución. Al ingeniero corresponde seleccionar la más viable, porque a demás sabe que de la importancia de dicha selección, depende cubrir adecuadamente las necesidades para la cual fue proyectada.

Como resultado del estudio de las características generales de la localidad, es necesario contar con un sistema de alcantarillado, como el propuesto en este trabajo, de manera urgente con el fin de evitar daños al medio ambiente, sobre todo a los manto acuíferos los que se ven más afectados por las descargas a grietas, que afectan directamente y que en determinado momento se puedan afectar de manera irreversibles.

Las características de la red diseñada, al igual que la selección de los materiales y diámetros, son los considerados para el adecuado funcionamiento del sistema.

En observancia a especificaciones e diseño y manuales de construcción, así mismo de la legislación vigente, el sistema de alcantarillado diseñado y calculado cumple con los requisitos de seguridad e higiene en el manejo de las aguas residuales que este transporta.

VII.2. Recomendaciones.

Sacar ventaja de las condiciones desfavorables de cualquier tipo de obra no es tarea fácil, sin embargo, el propósito del diseño es encontrar esas desventajas y tratar de explotarlas. Por ejemplo, en este trabajo se trato de aprovechar las pendientes pronunciadas para conservar los diámetros menores y ajustar las profundidades al mínimo permisible. Por supuesto no en todos los casos fue posible lograrlo, en algunos hubo la necesidad de colocar un pozo intermedio y de esta forma tratar de evitar tener profundidades elevadas.

Solamente cuando lo que se planeó en gabinete se lleva a campo y se trata de materializar la idea, se comprobará si las condiciones previamente establecidas, se satisfacen o cabe la necesidad de implementar medidas contrarias a las que rigen en el diseño.

No solo se debe enfocar el diseño a la cobertura o satisfacción de la necesidad, en el momento de la planeación de cualquier tipo de obra; también se debe analizar la prevención de la alteración del entorno ecológico, que es la base principal de toda existencia. En el presente trabajo las descargas del diseño se efectúa aguas abajo, directamente al subcolector de Ahuanusco y de allí se vierte, después de recolectar todas las aguas residuales de la Colonia, al el colector de las Torres (Eje 10 sur).

La responsabilidad no termina en la construcción de la red, ya que de un buen mantenimiento depende gran parte de la eficiencia en su funcionamiento a lo largo de la vida útil para la cual fue diseñada. En todo proyecto se debe de buscar una interrelación entre las fases de planeación, diseño, construcción y mantenimiento.

Como se mencionó, el mantenimiento es pieza fundamental para la obtención de resultados positivos en el funcionamiento de la red; por lo que se aprovecha la época de estiaje, que está comprendida aproximadamente entre noviembre y marzo, para preparar la red y tenerla en condiciones de recibir la época de lluvias.

La actualización en los procedimientos constructivos, maquinaria, softwares y equipo de computo, sin olvidar los nuevos materiales para construcción; son conocimientos fundamentales para lograr mayor eficiencia en cualquier obra civil.

En cualquier fase del proyecto, se debe de partir con la idea de que no existe proceso 100% eficiente.

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- * DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN HIDRAÚLICA
ESPECIFICACIONES GENERALES Y TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN
“21, CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO Y EMISORES” ,
MÉXICO D.F. A 1982.
- * DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN HIDRAÚLICA
ESPECIFICACIONES GENERALES Y TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN
“23, SUMINISTRO DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO Y
COLECTORES”
MÉXICO D.F. A 1982.
- * DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN HIDRAÚLICA
ESPECIFICACIONES GENERALES Y TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN
“24, ACARREO DE MATERIALES PARA SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO”
MÉXICO D.F. A 1982.
- * DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN HIDRAÚLICA
DISEÑO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO (AL 200-85)
“CRITERIOS Y RECOMENDACIONES PARA PROYECTO DE APROVISIONAMIENTO DE AGUA Y
ALCANTARILLADO”
MÉXICO D.F. 1986.
- * CÓDIGO FINANCIERO DEL DISTRITO FEDERAL
SÉPTIMA EDICIÓN, MÉXICO D.F. 1999
- * DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN HIDRAÚLICA
EL SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
MÉXICO D.F. 1990; 2ª EDICIÓN

* DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN HIDRAÚLICA

ALCANTARILLADO 2000

“ESTRATEGIA PARA LA CIUDAD DE MÉXICO”

MÉXICO D.F. 1994

• INEGI

CUADERNO ESTADÍSTICO DELEGACIONAL

“DELEGACIÓN COYOACÁN”

MÉXICO D.F. 1996

* DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN HIDRAÚLICA

PLAN HIDRAULICO

“DELEGACIÓN COYOACÁN”

MÉXICO D. F. 1990

* COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

PROYECTOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO

GERENCIA DE NORMAS TÉCNICAS

SUBGERENCIA DE HIDRÁULICA

MÉXICO D. F. SEPTIEMBRE 1994