



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**ACTUALIZACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTO DE DRENAJES
PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA**

OTTO FERNANDO ALVAREZ MUÑOZ

Asesorado por: Inga. Alicia del Carmen Monzón Sevilla

Guatemala septiembre de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ACTUALIZACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTO DE DRENAJES
PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

POR

OTTO FERNANDO ALVAREZ MUÑOZ

Asesorado por: Inga. ALICIA DEL CARMEN MONZÓN SEVILLA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ACTUALIZACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTO DE

DRENAJES PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 13 de agosto de 2003.



Otto Fernando Álvarez Muñoz


Guatemala, 11 de agosto de 2004

Ingeniero
Carlos Salvador Gordillo
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería.

Estimado Ingeniero:

Por medio de la presente me permito informarle, que habiendo asesorado el trabajo de graduación del señor Otto Fernando Alvarez Muñoz, denominada "Actualización de Normas y Reglamento de Drenajes para la Ciudad de Guatemala", dejo constancia de mi aprobación a la misma, para proceder a la autorización del respectivo trabajo.

Sin otro particular, me suscribo, muy atentamente,



Ing. Alicia del Carmen Monzon Sevilla
ASESORA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Guatemala 24 de agosto de 2004

FACULTAD DE INGENIERÍA

Ingeniero
Carlos Salvador Gordillo García
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Gordillo:

Atentamente le informo que he revisado el trabajo de graduación del ingeniero infieri Otto Fernando Álvarez Muñoz, cuyo título es: ACTUALIZACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTO DE DRENAJES PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA.

Deseo manifestarle que el ingeniero infieri Álvarez Muñoz, cumplió con los requisitos del trabajo de graduación en la realización de su proyecto en forma satisfactoria. Sin otro particular y agradeciendo la atención brindada a la presente.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS "



Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Inga. Alicia del Carmen Monzón Sevilla y del Revisor por el Departamento de Hidráulica Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa, al trabajo de graduación del estudiante Otto Fernando Álvarez Muñoz titulado ACTUALIZACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTO DE DRENAJES PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Carlos Salvador Gordillo Garza



Guatemala, septiembre de 2004.

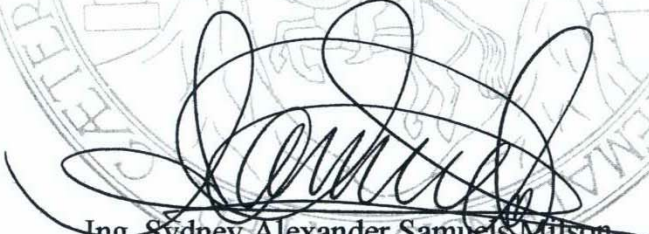
/bbdeb.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Decanato
Tels. 4769579 - 4760029 - 4423505 Exts 101 - 102 - 114
4439500 Ext. 1549
Fax 4760365

Ref. DTG. 323-2004

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **ACTUALIZACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTO DE DRENAJES PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario, **Otto Fernando Alvarez Muñoz**, procede a la autorización del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
DECANO

Guatemala, septiembre de 2004.



/lmcb.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES -----	V
LISTA DE SÍMBOLOS -----	VIII
GLOSARIO -----	IX
RESUMEN -----	XI
OBJETIVOS -----	XII
INTRODUCCIÓN -----	XIII
1. REGLAMENTO -----	1
1.1. Presentación y aprobación de proyectos-----	1
1.1.1. Presentación de anteproyecto-----	1
1.1.2. Presentación de proyectos-----	1
1.1.3. Aprobación de proyectos-----	5
1.1.4. Modificaciones-----	5
1.2. Supervisión, control y recepción de trabajos-----	6
1.2.1. Supervisión de trabajos-----	6
1.2.2. Control de trabajos-----	6
1.2.3. Recepción de trabajos-----	8
1.3. Disposición de las aguas servidas domésticas y tratamiento-----	8
1.3.1. Disposición de las aguas servidas domésticas en la zona atlántica-----	8
1.3.2. Disposición de las aguas servidas domésticas en la zona pacífica-----	9
1.3.3. Disposición de las aguas servidas domésticas en zonas no contempladas por la Municipalidad-----	10

1.3.4.	Tratamiento de las aguas servidas domésticas -----	10
1.4.	Disposición de las aguas servidas industriales, comerciales e institucionales -----	11
1.4.1.	Disposiciones -----	11
1.4.2.	Regulación-----	11
1.4.3.	Conexión de las plantas industriales, fábricas, hospitales, centros educativos, centros comerciales y centros recreativos, a la red de drenajes -----	13
1.5.	Disposición de las aguas pluviales -----	14
1.5.1.	Disposición de las aguas pluviales en la zona atlántica -----	14
1.5.2.	Disposición de las aguas pluviales en la zona pacífica -----	14
1.6.	Instalaciones de drenajes interiores-----	15
2.	N O R M A S -----	17
2.1.	Definiciones de términos y clasificación de drenajes-----	17
2.1.1.	Definiciones -----	17
2.2.	Sistema de drenajes de tormenta-----	21
2.2.1.	Determinación del caudal-----	21
2.2.2.	Ramales principales-----	26
2.2.3.	Ramales secundarios-----	29
2.2.4.	Ramales colectores y colectores madres-----	32
2.2.5.	Pozos de visita -----	35
2.2.6.	Registros y cajas de caída -----	37
2.2.7.	Tragantes -----	38
2.3.	Sistema de drenaje sanitario-----	39

2.3.1.	Determinación del caudal-----	39
2.3.2.	Ramales principales-----	41
2.3.3.	Ramales secundarios-----	43
2.3.4.	Ramales colectores y colectores madres-----	44
2.3.5.	Pozos de visita -----	46
2.3.6.	Registros y cajas de unión-----	46
2.4.	Sistema de drenaje combinado -----	47
2.4.1.	Determinación del caudal-----	47
2.4.2.	Ramales principales-----	48
2.4.3.	Ramales secundarios-----	48
2.4.4.	Pozos de visita -----	50
2.4.5.	Registros y cajas de unión-----	50
2.4.6.	Tragantes -----	51
2.5.	Sistema de drenaje separativo -----	51
2.6.	Materiales y requisitos estructurales -----	52
2.6.1.	Clase de tubería-----	52
2.6.2.	Fabricación de tubería-----	52
2.6.3.	Agregados -----	55
2.6.4.	Depósito de agregados-----	56
2.6.5.	Cemento -----	57
2.6.6.	Agua-----	57
2.6.7.	Mezclas-----	57
2.6.8.	Acero para refuerzo -----	58
2.6.9.	Condiciones requeridas en las tuberías-----	59
2.6.10.	Tolerancia y variaciones de las medidas-----	62
2.6.11.	Madera para entibados y formaleta -----	63
2.6.12.	Condiciones requeridas en las obras en túnel-----	64
2.6.13.	Condiciones requeridas en los pozos de visita y tragantes -----	64

2.6.14.	Ladrillo de barro cocido (tayuyo)-----	64
2.7.	Construcción -----	66
2.7.1.	Situación de las tuberías-----	66
2.7.2.	Ancho de zanjas -----	67
2.7.3.	Localización y nivelación-----	72
2.7.4.	Entibado y apuntalamiento de zanja -----	72
2.7.5.	Drenaje de las zanjas-----	73
2.7.6.	Relleno de zanja -----	73
2.7.7.	Colocación de las tuberías -----	74
2.7.8.	Unión de tuberías -----	75
2.7.9.	Cimentación de la tubería-----	76
2.7.10.	Pozos de visita y tragantes-----	77
2.7.11.	Obras en túneles-----	78
2.7.12.	Formaletas-----	79
 CONCLUSIONES -----		80
RECOMENDACIONES -----		81
BIBLIOGRAFÍA -----		83
ANEXOS -----		84
APÉNDICE -----		111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa de la ciudad de Guatemala con divisoria de aguas	85
2	Conexión con ramal principal en tubería concreto	86
3	Detalle de conexiones domiciliarias tubería pvc a 45°	87
4	Detalle de conexiones domiciliarias tubería pvc a 90°	88
5	Caja de conexión de drenaje domiciliar	89
6	Pozo de visita, caída máxima 0.25 m	90
7	Pozo de visita, caída máxima 0.25 m. a 2.00 m.	91
8	Pozo de visita, caída máxima 2.00 m. a 4.00 m.	92
9	Pozo de visita con caída a 45°, con tubería de pvc	93
10	Pozo de visita con caída a 90° con tubería de pvc	94
11	Modelos de pozos de visita con registro	95
12	Fondos típicos de pozos de visita	96
13	Pozo de visita prefabricado de polietileno	97
14	Entrada de tragante para vías de tráfico intenso	98
15	Entrada de tragante para vías de tráfico intenso a 90°	99
16	Planta de tragante típico, sistema de tormenta	100
17	Sección de tragante típico, sistema de tormenta	101
18	Planta de tragante típico, sistema combinado	102
19	Sección de tragante típico, sistema combinado	103
20	Ancho de zanja típico	104

21	Intensidad de lluvia en mm/hora para la ciudad de Guatemala, para diferentes tiempos de concentración en minutos y períodos en años de 2,5,10,20,50	105
22	Intensidad de lluvia en mm/hora para la ciudad de Guatemala para diferentes tiempos de concentración en minutos y probabilidad de ocurrencia 2,5,10,20 años	106
23	Curvas de escorrentía, gasto para la ciudad de Guatemala probabilidad de dos años	107
24	Curvas de escorrentía, gasto para la ciudad de Guatemala probabilidad de cinco años	108
25	Curvas de escorrentía, gasto para la ciudad de Guatemala probabilidad de diez años	109
26	Curvas de escorrentía, gasto para la ciudad de Guatemala probabilidad de veinte años	110
27	Curvas de escorrentía, gasto para la ciudad de Guatemala probabilidad de cincuenta años	111
28	Signos convencionales	113
29	Registros de limpieza para tubería de pvc	114
30	Sistema de colectores superficiales y profundos de la ciudad de Guatemala	115
31	Curvas de escorrentía para áreas rectangulares, donde el largo es de cuatro veces el ancho	116

TABLAS

I	Tiempos iniciales de concentración	24
II	Impermeabilidad relativa	25
III	Profundidades mínimas de colocación de los ramales principales	28

IV	Diámetro mínimo de los pozos de visita	36
V	Factor de flujo instantáneo en diseño de drenajes sanitario	40
VI	Medidas de las tuberías de concreto sin refuerzo	53
VII	Medidas y áreas de acero de refuerzo requerido en tubería de concreto	54
VIII	Resistencia en las tuberías de concreto sin refuerzos	60
IX	Resistencia en las tuberías de concreto con refuerzo	60
X	Ancho de zanjas para colocación de tuberías de concreto	67
XI	Ancho mínimo de zanja angosta	70
XII	Ancho de zanja mínimo	72
XIII	Precipitación anual en mm estación ubicada en el insivumeh	117
XIV	Precipitación anual en mm estación ubicada en San Pedro Ayampuc	118

LISTA DE SÍMBOLOS

Lts/seg.	Litros por segundo
Kgs/cm²	Kilogramos por centímetro cuadrado
Lb/plg²	Libras por pulgada cuadrada
M/seg	Metros por segundo
Lts/hab/día	Litros por habitante por día
Hab/ha	Habitantes por hectárea
p→	Pendiente
Mm	Milímetros

GLOSARIO

Alcantarillado	Conducto subterráneo, para recoger las aguas de lluvia o sanitarias.
ASTM	Sociedad Americana de evaluación de materiales (The American Society Testing Materials)
ACI	Código de materiales de construcción
Banco de marca	Punto de referencia topográfico de alturas, puede ser arbitrario o geodésico, (referido al nivel del mar).
Cota invert	Medida de la profundidad de un tubo en su parte baja, donde corre el agua.
Coguanor	Comisión Guatemalteca de normas.
D.B.O.	Demanda bioquímica de oxígeno.
Extrusión	Proceso que utiliza la presión el calor sobre un material para darle una forma definida.
Escorrentía	Se le llama así, al efecto de que el agua escurra sobre el suelo y no se filtre.
Entibado	Reforzar las paredes de una zanja con piezas de madera o metal.
Fosa séptica	Tanque que sirve para darle un tratamiento primario al agua del drenaje sanitario.
Formaleta	Molde de madera que se utiliza para fundir las estructuras de concreto.

Gabarito	Dibujo del ancho de una calle con banquetas y arriate.
Napa freática	Capa de agua en el subsuelo.
Pozo de absorción	Pozo sellado donde se depositan las aguas servidas, después de pasar por una fosa séptica.
PH	Potencial de hidrógeno
Refuerzo	Hierro que llevan las estructuras de concreto.
Trinchera	Zanja de forma rectangular, para instalar tuberías.

RESUMEN

El actual reglamento y normas de drenajes para la ciudad de Guatemala datan de 1963, es por eso que este trabajo consiste en la actualización de los mismos. Debido a que se trata de algo que se desea que pueda ser aprobado, los cambios son, básicamente la introducción de nuevos materiales que existen hoy en el mercado, tales como el pvc y productos prefabricados de concreto. También se han hecho cambios en la redacción de algunas de las Normas y Reglamentos, por ser aspectos que hoy ya no son aplicables.

En la estructura de la nomenclatura se ha cambiado totalmente, para facilitar la búsqueda de las referencias, que tanto en las Normas como en el Reglamento, se encuentran en distintos puntos.

En lo referente a la construcción, se han eliminado los sistemas constructivos de algunas obras accesorias en drenajes, debido a que éstos ya no se usan.

En resumen, este proyecto pretende dar la pauta para que este reglamento sea puesto en vigencia lo antes posible, con el afán de mejorar la construcción de los sistemas de drenajes en la ciudad de Guatemala y así, empezar a reducir los altos grados de contaminación que existen, debido a la mala construcción de algunos sistemas o a la ausencia total de redes de drenajes en la ciudad de Guatemala.

OBJETIVOS

General

La actualización del presente reglamento tiene como objetivo, regular y ampliar los criterios de diseño de las redes de drenajes de la ciudad de Guatemala, asimismo, ampliar los criterios de construcción, con la introducción de nuevos materiales que se encuentran en el mercado nacional e internacional.

Específicos

- 1 Lograr un reglamento acorde a las situaciones actuales por las que atraviesa el país.
- 2 Presentar la gama de materiales con los que se cuenta hoy para la construcción de redes de drenajes.
- 3 Optimizar los costos de construcción, mediante el empleo de materiales nuevos que permitan reducir los tiempos de ejecución y el uso de mano de obra.
- 4 Promover la realización de estudios continuos de revisión e investigación técnica y económica en lo concerniente a los sistemas de captación y conducción de caudales de drenajes.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la ciudad de Guatemala, debido a la inmigración de personas del campo, ha dado lugar al incremento de una serie de problemas que perjudican a muchas personas en sus bienes y su salud, los cuales necesitan de una pronta acción para poder darles soluciones a corto, mediano y largo plazo.

Entre dichos problemas, se pueden mencionar la falta de: el agua potable, la electricidad, el drenaje de aguas de lluvia, el drenaje de aguas servidas o sanitarias, la vivienda etc. Y aunque todos son merecedores de mucho estudio y de búsqueda de soluciones, en este trabajo, se enfoca el problema de la disposición de los drenajes de la ciudad de Guatemala. Este problema data de hace mucho tiempo, originado por el crecimiento desordenado de nuestra ciudad, ya que si bien es cierto, ha habido planes a nivel macro, siempre las autoridades encargadas, no se han dado a la tarea de actualizarlos y de hacerlos cumplir, lo que ha venido a agravar dicho problema

En la actualidad los asentamientos, han originado la creación de muchos focos de infección, debido a la disposición de las aguas residuales o sanitarias a flor de tierra, ya que estos, no cuentan con las debidas redes de drenaje para su disposición, esta situación y muchas más, hacen muy difícil, la solución del citado problema.

Para llevar a cabo dicha actualización, se ha procedido a revisar el reglamento y las normas actuales, introduciéndoles los cambios necesarios en cada uno de ellos, para lograr algo más acorde a las nuevas opciones en materiales y sistemas de construcción.

Siendo este un campo muy extenso, este trabajo se ha concretado a revisar las normativas existentes, sin profundizar en cada una de las nuevas opciones con las que hoy se cuenta.

Actualmente, a pesar de contar con más información de la que se tenía hace 20 años, no se cuenta con datos actualizados, debido a la rapidez con que la ciudad crece y a los cambios climáticos de los últimos años.

1. REGLAMENTO

1.1. Presentación y aprobación de proyectos

Todos los proyectos de las obras de drenajes a realizarse en la ciudad de Guatemala, dentro del perímetro del área de influencia urbana, deberán ser aprobados previo a su ejecución por la Dirección de Obras a través de la Unidad de Alcantarillado de la Empresa Municipal de Agua de la ciudad de Guatemala, EMPAGUA.

1.1.1. Presentación de anteproyecto

Hace obligatorio, la presentación de un anteproyecto del sistema de drenajes a utilizar en los proyectos a realizar, con el fin de facilitar la aprobación de los mismos, ya que las correcciones podrán ser hechas anticipadamente antes de la presentación final del proyecto de drenajes.

1.1.2. Presentación de proyectos

1.1.2.1. Todo proyecto de obra de drenaje, presentado a la consideración de la Dirección de Obras, a través de la Unidad de Alcantarillado para su aprobación, debe constar de la siguiente información:

1.1.2.1.1 Localización del área a drenar respecto a su ubicación en el área de influencia urbana de la ciudad de Guatemala.

1.1.2.1.2 Plano topográfico del área a drenar a escala 1:1000, con curvas de nivel a una equidistancia vertical de por lo menos un metro de terreno llano y de hasta cinco metros en las áreas barrancosas; debiendo estar las cotas referidas al nivel del mar por enlace a un banco de marca reconocido por la Municipalidad; en este plano debe incluirse:

- a) Distribución de lotes, calles, áreas públicas, etc.
- b) Localización de las tuberías indicando su dirección de escurrimiento, su diámetro y pendiente.
- c) Localización de pozos de visita, tragantes, ramales secundarios y sus cajas y todas las obras accesorias del sistema.

1.1.2.1.3 Planos de planta y perfil a escala horizontal 1:500 y vertical 1:50 de cada una de las avenidas y calles, debiendo estar las cotas referidas al nivel del mar y por enlace a un banco de marca reconocido por la Municipalidad y Empagua; y en estos planos debe incluirse:

- a) Localización de lotes, calles, áreas públicas, etc.
- b) Localización de las tuberías indicando su dirección de escurrimiento, su diámetro, pendiente y longitud.
- c) Localización de pozos de visita, tragantes, ramales secundarios, las cajas, descargas y todas las obras accesorias del sistema, las cuales deben incluir sus cotas invert.

1.1.2.1.4 Plano de planta con la división de los diferentes distritos de la zona a drenar, que sirvió para determinar el criterio de elección del porcentaje de impermeabilidad, consignándolo en cada uno de ellos.

1.1.2.1.5 Plano de planta a escala 1:1000 con la división parcial de las áreas a drenar, debidamente orientado, correspondiente a cada uno de los ramales principales, consignando el monto de cada uno de ellos.

1.1.2.1.6 Plano de planta que indique las densidades de población estimadas por cada uno de los ramales principales.

1.1.2.1.7 Gabarito típico que indique la localización de las tuberías, calles, canalización y toda estructura dentro de las vías públicas.

- 1.1.2.2. En los casos especiales, que crea conveniente la dirección de obras de Empagua, podrá pedir al solicitante cualquier otra información adicional que considere conveniente, previo a dar su aprobación al proyecto sometido a su consideración.
- 1.1.2.3. Todos los planos deben presentarse con los signos convencionales y en los formatos que aparecen en el apéndice.
- 1.1.2.4. Todo proyecto aprobado de drenaje deberá estar respaldado por la firma de un ingeniero civil colegiado, de preferencia por un ingeniero sanitario.
- 1.1.2.5. De los planos mencionados en la sección 1.1.2.1., que son: plano de localización del área a drenar respecto a su ubicación en el área de influencia urbana, plano de planta con la división de distritos de la zona a drenar, plano de planta a escala 1:1000 con la división parcial de las áreas a drenar, plano de densidad de población; deben proporcionar una copia simple de cada uno de ellos y de los definidos en los numerales 1.1.2.1.2., 1.1. 2.1.3. y 1.1.2.1.7., que son: plano topográfico a escala 1:1000 del área a drenar, planos de planta y perfil, plano de gabarito típico que indique la localización de las tuberías, calles y canalización; deben proporcionar una copia reproducible.

- 1.1.2.6. En todo proyecto de lotificación, deberá incluirse en la información, las memorias y cálculos hidráulicos completos de cada una de las partes del proyecto.
- 1.1.2.7. Debe incluir, como mínimo un sistema primario de tratamiento de aguas negras.

1.1.3. Aprobación de proyectos

- 1.1.3.1. La gerencia de Empagua, a través de su unidad de alcantarillado dará su aprobación para la construcción del proyecto de drenaje sometido a su consideración, cuando constate que el solicitante ha llenado todos los requisitos establecidos en este reglamento, y que el proyecto se encuentra elaborado de acuerdo a las normas municipales y de diseño de Empagua.
- 1.1.3.2. Todo proyecto de drenaje para su aprobación debe efectuarse de acuerdo con el PLAN MAESTRO DE DRENAJES DE LA CIUDAD DE GUATEMALA.

1.1.4. Modificaciones

Todo cambio o modificación al proyecto original, deberá ser aprobado antes de su ejecución por la gerencia, o por la dirección designada por la gerencia y para ello, el lotificador deberá presentar toda la información pertinente especificada en la sección respectiva.

1.2. Supervisión, control y recepción de trabajos

1.2.1. Supervisión de trabajos

La Dirección de Obras de Empagua, será la encargada de supervisar los proyectos, designando para tal efecto, a un ingeniero con experiencia en el tipo de obra a supervisar, el cual deberá presentar a la dirección los reportes del avance y la calidad de los trabajos que se están ejecutando.

1.2.2. Control de trabajos

- 1.2.2.1. Antes de iniciar cualquier trabajo de drenaje, el lotificador deberá dar aviso por escrito de ello a la Dirección de Obras de Empagua, para que así pueda ésta controlar los trabajos, a fin de que sean ejecutados de acuerdo a las normas municipales y del proyecto aprobado
- 1.2.2.2. Empagua podrá en cualquier momento, constatar la calidad de los materiales empleados en la ejecución del proyecto, solicitando la ejecución de los ensayos necesarios en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería, para lo cual el lotificador deberá proporcionar las muestras que Empagua considere convenientes y costear el valor de los trabajos.
- 1.2.2.3. No podrá ser utilizado en la ejecución de un proyecto de drenajes, ningún material que no llene las normas municipales y de Empagua.

1.2.2.4. Un personero de Empagua nombrado para el efecto por la Dirección de Obras, deberá inspeccionar la ejecución de los trabajos para constatar si ellos se ajustan a las estipulaciones municipales de Empagua y al proyecto aprobado, debiendo de proceder en todo caso al cumplimiento consecutivo de las siguientes etapas:

- a) Apertura y rasante de zanja
- b) Colocación de tubería principal y secundaria
- c) Fabricación de pozos de visita
- d) Fabricación de tragantes
- e) Colocación de cajas de conexión domiciliar
- f) Fabricación de estructuras especiales
- g) Relleno de zanjas

1.2.2.5. Todo trabajo de construcción de drenaje deberá estar a cargo de un ingeniero civil colegiado; lo cual deberá ser puesto en conocimiento de la Dirección de Obras de Empagua por el lotificador, asimismo cualquier cambio que se efectuó en el transcurso de los trabajos.

1.2.3. Recepción de trabajos

Luego de concluir los trabajos y comprobar que se efectuaron de acuerdo con las estipulaciones dadas en el reglamento y normas de diseño Municipales y de Empagua, así como del proyecto aprobado, Empagua a solicitud del lotificador podrá dar por recibidos los trabajos, para lo cual debe levantarse un acta en el Departamento de Alcantarillado, en la que comparecen, tanto el lotificador o su representante autorizado, como el Ingeniero que tuvo a su cargo la ejecución de los trabajos, el jefe de la Sección de Lotificaciones, el jefe de la Unidad de Alcantarillado y él o los personeros municipales que inspeccionaron los trabajos, cuando éstos fueron ejecutados para su correspondiente período de prueba.

1.3. Disposición de las aguas servidas domésticas y tratamiento

Se denominan aguas servidas domésticas, a los desperdicios líquidos y sólidos transportados por agua, de una comunidad; provenientes de casas de habitación.

1.3.1. Disposición de las aguas servidas domésticas en la zona atlántica

Zona norte o atlántica de drenajes, es la localizada al norte de la divisoria de aguas: En esta zona las aguas servidas de origen doméstico se dispondrán en un sistema de drenaje del tipo conocido como Combinado.

Si sus aguas drenan a los grandes colectores, todas aquellas lotificadoras que no estén contempladas en este sistema tendrán que dar un tratamiento previo a través de plantas de tratamiento, llenando los requisitos mínimos de calidad de agua, antes de evacuar a las riberas de los ríos.

1.3.2. Disposición de las aguas servidas domésticas en la zona pacífica

1.3.2.1. Zona sur o pacífica de drenajes, es la localizada al sur de la divisoria de aguas, en ésta zona las aguas servidas de origen doméstico se dispondrán en un sistema de drenajes del tipo conocido como separativo, (salvo en el área que es tributaria al colector Reformita-Mariscal-Roosevelt, en que podrán ser dispuestas en un sistema de drenaje del tipo conocido como combinado).

1.3.2.2. En todo nuevo trabajo de drenajes efectuado en la zona Pacífica de drenajes, los lotificadores deberán dejar totalmente construido en lo que respecta al área de su lotificación, el drenaje conocido como Separativo, encausando las aguas servidas hacia plantas de tratamiento.

1.3.3. Disposición de las aguas servidas domésticas en zonas no contempladas por la Municipalidad

Las zonas habitadas no consideradas por la Municipalidad, son en las que no existe red de drenajes, en ellas, las aguas servidas de origen doméstico se dispondrán en cada residencia en un pozo de absorción, que deberá estar precedido por una fosa séptica, hasta cuando sean efectuados los trabajos de la red de drenajes de la zona y su respectivo tratamiento colectivo.

1.3.4. Tratamiento de las aguas servidas domésticas

En la zona pacífica de drenajes que no es tributaria del colector Reformita-Mariscal-Roosevelt, la disposición de las aguas servidas de origen doméstico, se harán en cada residencia en un pozo de absorción que deberá estar precedido de una fosa séptica.

Esta disposición será temporal en tanto la Municipalidad y Empagua realizara los trabajos de plantas de tratamiento del sur de la ciudad y de los colectores que encausan las aguas servidas a las citadas plantas.

1.4. Disposición de las aguas servidas industriales, comerciales e institucionales

1.4.1. Disposiciones

1.4.1.1. Se denominan aguas servidas industriales, comerciales e institucionales, a los desperdicios líquidos y sólidos transportables por agua provenientes de plantas industriales, fábricas, hospitales, centros comerciales, centros recreativos y centros educativos.

1.4.1.2. Las aguas servidas de origen industrial, comercial e institucional, deberán ser sometidas a un tratamiento adecuado y tanto éste como la disposición final, deberán ser aprobados por la dirección de obras a través de la unidad de alcantarillado de Empagua.

1.4.2. Regulación

1.4.2.1. En ningún sistema de drenajes se podrán ingerir aguas que contengan:

a) Grasas y aceites provenientes de garajes, talleres de mecánica, plantas industriales etc.

b) Alquitranes, aceites vegetales o minerales y sus derivados, pinturas, barnices y los desechos provenientes de su manufactura.

- c) Aguas de desechos que contengan una cantidad mayor de 5000 mg/L de sólidos suspendidos.
- d) Los productos combustibles que puedan causar explosiones o poner en peligro el sistema de drenajes.
- e) Los desechos industriales con PH menor de 5.5 o mayor de 9.
- f) Cualquier agua de desecho industrial con una demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días mayor de 1000 mg/L ($DBO_5 < 1000$ mg/L)
- g) Las basuras o sus constituyentes; desperdicios, desechos, cenizas barrido de calles, trapos, materiales sobrantes de construcciones, etc.
- h) Los materiales en solución o suspensión que debido a reacciones químicas puedan obstruir, dañar o tapar las tuberías del alcantarillado.
- i) Las aguas que se encuentren a una temperatura mayor de 65 grados centígrados, debido a que dañarían las tuberías de pvc, ya que éstas, es recomendable utilizarlas con líquidos a temperatura no mayor de 50 grados centígrados.

1.4.3. Conexión de las plantas industriales, fábricas, hospitales, centros educativos, centros comerciales y centros recreativos, a la red de drenajes

- 1.4.3.1. Toda planta industrial, fábrica hospitales, etc. no podrá ingerir sus aguas servidas a la red de drenajes.
- 1.4.3.2. Toda planta industrial, fábrica, hospital, etc., no podrá disponer de sus aguas servidas fuera de los linderos de su propiedad.
- 1.4.3.3. Para la expedición del permiso de conexión a la red de drenajes, el interesado deberá presentar planos completos de la red de drenajes particular, el análisis físico-químico, D.B.O., a los cinco días y las cantidades de agua servidas que corren por ella; ésta información deberá ser proporcionada por profesionales colegiados con estudios especializados en estas ramas.
- 1.4.3.4. Toda planta industrial, fábrica, hospital, etc., que a la fecha de promulgarse el presente reglamento se encuentre en funcionamiento, deberá dentro del plazo de un año, proceder a la disposición de sus aguas servidas industriales, fuera de los linderos de su propiedad, sujetándose a las disposiciones y reglamentos Municipales.

1.5. Disposición de las aguas pluviales

Se denominan aguas pluviales a las aguas de escurrentía que provenientes de las lluvias, corren a través de las zonas urbanas y sus alrededores.

Para el propósito de la disposición de las aguas pluviales la ciudad se dividirá en las zonas siguientes:

- a) Zona atlántica de drenajes, la localizada al norte de la divisoria de aguas.(ver figura 1 del anexo)
- b) Zona pacífica de drenajes, la localizada al sur de la divisoria de aguas.(ver figura 1 del anexo)

1.5.1. Disposición de las aguas pluviales en la zona atlántica

En la zona atlántica de drenajes las aguas pluviales se dispondrán en un sistema de drenajes del tipo conocido como combinado.

1.5.2. Disposición de las aguas pluviales en la zona pacífica

En la zona pacífica de drenajes las aguas pluviales se dispondrán en un sistema de drenajes del tipo conocido como Separativo; salvo en el área tributaria del colector Reformita-Mariscal-Roosevelt en que podrá ser dispuesta en un sistema de drenajes del tipo conocido como combinado.

En todo nuevo trabajo de drenajes efectuado en la zona pacífica, los lotificadores deberán dejar totalmente construida, en lo que respecta al área de su lotificación, el drenaje conocido como Separativo, encausando las aguas pluviales hacia las barrancas cercanas, de acuerdo al plan Maestro de Drenajes de la ciudad de Guatemala.

1.6. Instalaciones de drenajes interiores

Se denominan instalaciones de drenajes interiores a los conductos y obras accesorias, que colectando dentro de las propiedades particulares las aguas servidas o las pluviales, las conducen a las cajas de conexión domiciliar.

En toda nueva construcción las instalaciones de drenajes interiores se harán separativas para aguas servidas y para aguas de lluvia, aún en aquellas zonas en donde la red de drenajes es hoy del tipo combinado, donde se reunirán ambos conductos en la caja de conexión domiciliar.

Para el propósito del drenaje separativo, se consideran como aguas servidas domésticas las provenientes de baños, de cocinas y de instalaciones de lavado.

Las instalaciones de drenajes interiores serán normadas por el reglamento municipal respectivo.

Queda terminantemente prohibido descargar:

- a) Aguas de lluvia o aguas usadas en ciertos procesos industriales (enfriamiento u otros que no polucionen o contaminen las aguas) a un sistema de drenajes que sea solamente del tipo conocido como sanitario.

- b) Aguas servidas a un sistema de drenajes que sea solamente del tipo conocido como de tormenta.

La Municipalidad no puede garantizar la prestación del servicio drenajes a edificaciones cuyo nivel de piso acabado sea inferior al de la corona de la calle.

Ninguna persona podrá efectuar la conexión de su drenaje domiciliar a la red de drenajes municipal, sin contar con la debida autorización expedida por la Municipalidad de Guatemala.

2. NORMAS

2.1. Definiciones de términos y clasificación de drenajes

2.1.1. Definiciones

2.1.1.1. Aguas servidas domésticas

Son los desperdicios líquidos y sólidos transportados por agua, de una comunidad, comprendiendo: desechos de casas de habitación, desechos de instituciones, restaurantes y edificios comerciales.

2.1.1.2. Aguas servidas industriales

Son los desperdicios líquidos y sólidos transportables por el agua provenientes de plantas industriales, fábricas, hospitales, etc.

2.1.1.3. Aguas pluviales

Son las aguas de escurrentía que provenientes de las lluvias, corren a través de las zonas urbanas y sus alrededores.

2.1.1.4. Aguas de infiltración

Son las aguas subterráneas que se infiltran entre las tuberías de drenajes.

2.1.1.5. Sistema de drenaje

Es el conjunto de tuberías o conductos cerrados y que normalmente trabajan como canales, a través de los cuales corren solas o combinadas, las aguas servidas y/o pluviales.

2.1.1.6. Uso de los sistemas de drenajes

Para el uso de los sistemas de drenajes, éstos se dividen en:

- a) Sistema de drenajes sanitario: está formado por un solo conducto, a través del cual corren únicamente las aguas servidas.
- b) Sistema de drenajes de tormenta: el formado por un solo conducto, a través del cual corren las aguas pluviales.
- c) Sistema de drenaje combinado: el formado por un solo conducto, a través del cual corren tanto las aguas servidas como las pluviales.

- d) Sistema de drenaje separativo: el formado por dos conductos de forma tal que por uno corren únicamente las aguas servidas y por el otro exclusivamente las aguas pluviales.

2.1.1.7. Sistema de drenajes

Puede estar formado por las siguientes partes:

- a) Ramales principales o tuberías centrales: son los conductos que colectando las aguas servidas, pluviales o ambas, están situados al centro de las calles.
- b) Ramales secundarios: son los conductos que reciben las aguas servidas, pluviales o ambas provenientes de las residencias, instituciones, fábricas, etc., y que son conectados directamente a los ramales principales.
- c) Ramales colectores o interceptores: son los conductos que colectan las aguas servidas, pluviales o ambas provenientes de los ramales principales, los cuales generalmente están situados a mayores profundidades que éstos.

- d) Pozos de visita: son estructuras construidas con el objeto de proporcionar acceso tanto a los ramales principales como a los colectores, con el propósito de inspeccionar y limpiarlos.
- e) Pozos de caída o registros: son estructuras construidas con el objeto de conectar los ramales principales con los ramales colectores, o estos con los colectores principales y los cuales tienen acceso desde la superficie.
- f) Cajas de caída: son estructuras similares a las anteriores con la única diferencia de no tener acceso desde la superficie, y construidos con el mismo propósito, o bien con el objeto de bajar de nivel los ramales colectores principales para hacer en forma más fácil y adecuada la disposición final de las aguas en las cañadas receptoras.
- g) Bóvedas o cajas de unión: son transiciones hidráulicas construidas con el objeto de unir uno o más ramales colectores con los colectores principales.
- h) Sifones invertidos: son tramos de drenaje que trabajan a presión con el objeto de pasar por debajo de una corriente de agua u otro obstáculo.

i) Tragantes: son las aberturas que en la superficie de las calles o en los bordillos dan acceso a las aguas pluviales a los tubos de drenajes.

2.2. Sistema de drenajes de tormenta

Un sistema de drenajes de tormenta es el que está de acuerdo con la definición de la sección 2.1.1.6 b, la cual indica que es el que está formado por un solo conducto a través del cual corren las aguas pluviales, y en el no pueden correr bajo ningún concepto las aguas servidas domésticas que contengan desperdicios líquidos y sólidos de casa de habitación, desechos de instituciones, restaurantes y edificios comerciales. Así como las aguas servidas industriales que contengan desperdicios líquidos y sólidos transportables por el agua provenientes de plantas industriales, fábricas, hospitales, etc. secciones 2.1.1.1 y 2.1.1.2

2.2.1. Determinación del caudal

2.2.1.1. La determinación del caudal se efectuará por el método racional:

$$Q = \frac{C. I. A.}{0.360} \quad (\text{Its/seg})$$

Donde:

Q= Es el caudal en metros cúbicos por segundo

C = Es la relación entre la escurrentía y la cantidad de lluvia caída en el área.

I = Es la intensidad de lluvia en milímetros por hora.

A = Es el área a drenar en hectáreas.

2.2.1.2. Intensidad de lluvia

Se determinará de acuerdo con las fórmulas para la ciudad de Guatemala en la forma siguiente:

Zona atlántica, para tubería menor de 1.50 mts. De diámetro

4604.6

I = ----- (20 años)

t + 24.2

Zona atlántica, para tubería mayor de 1.50 mts. De diámetro

4203.6

I = ----- (10 años)

t + 23.2

Zona pacífica, para tubería menor de 1.50 mts. De diámetro

6889.1

I = ----- (20 años)

t + 39.5

Zona pacífica, para tubería mayor de 1.50 mts. De diámetro

5915.7

$$I = \frac{\text{-----}}{t + 35.8} \text{ (10 años)}$$

t + 35.8

En donde **t** es el tiempo de concentración en minutos y será determinado en la forma siguiente:

- en tramos iniciales de acuerdo a la tabla I
- en tramos consecutivos de acuerdo con la fórmula:

$$t_2 = t_1 + \frac{L}{60 v_1}$$

Donde:

t₁ es el tiempo de concentración en el tramo anterior en minutos

L es la longitud del tramo anterior en metros

v₁ es la velocidad a sección llena en el tramo anterior en metros por segundo

En tramos concurrentes **t₁** se tomará igual al del tramo de mayor tiempo de concentración.

Tabla I. Tiempos iniciales de concentración

TIEMPOS DE ENTRADA EN MINUTOS										
Pendientes	1 <	20	19	18	17	16	15	14	13	12
	1%	19	18	17	16	15	14	13	12	11
	2%	18	17	16	15	14	13	12	11	10
	3%	17	16	15	14	13	12	11	10	9
	4%	16	15	14	13	12	11	10	9	8
	5%	15	14	13	12	11	10	9	8	7
	6%	14.5	13.5	12.5	11.5	10.5	9.5	8.5	7.5	6.5
	7%	14	13	12	11	10	9	8	7	6
	8%	13.5	12.5	11.5	10.5	9.5	8.5	7.5	6.5	5.5
	9%	13	12	11	10	9	8	7	6	5
	10%	12.5	11.5	10.5	9.5	8.5	7.5	6.5	5.5	4.5
	10 >	12	11	10	9	8	7	6	5	4
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%

Impermeabilidad

Fuente: De la Riva Lafargue, Julio Mario
 Anteproyecto de Plan Maestro: Normas y Reglamento de Drenajes para la Ciudad Guatemala

2.2.1.3. Coeficiente de escorrentía

Se determinará de acuerdo con las curvas de escorrentía que se encuentran en el anexo.

El porcentaje de impermeabilidad se determinará de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\sum c.a.}{\sum a.}$$

Donde:

Σ c.a. = es la suma de los productos de las áreas parciales multiplicado por su correspondiente valor de impermeabilidad relativa, dada en la tabla II.

Σ a. = es la suma de las áreas parciales.

Para el propósito de determinar el porcentaje de impermeabilidad se dividirán las zonas a drenar en diferentes distritos, en el que cada uno de ellos tenga aproximadamente la misma densidad de área construida, calles pavimentadas, parques y jardines etc.

Tabla II. Impermeabilidad relativa

TIPO DE SUPERFICIE	FACTOR "C"
Superficies impermeables de techos	0.75 a 0.95
Pavimentos de asfalto en buen estado	0.85 a 0.90
Pavimentos de concreto en buen estado	0.70 a 0.90
Pavimentos de piedra o ladrillo con buenas juntas	0.75 a 0.85
Pavimentos de piedra o ladrillo con juntas permeables	0.40 a 0.70
Calles macadamizadas	0.25 a 0.60
Parques, canchas, jardines, prados, etc.	0.05 a 0.25
Suelos impermeables con pendientes del 1% al 2%	0.40 a 0.65
Suelos impermeables con césped y pendientes del 1% al 2%	0.30 a 0.55
Suelos ligeramente permeables con pendientes del 1% al 2%	0.15 a 0.40
Suelos ligeramente permeables con césped y pendientes del 1% al 2 %	0.10 a 0.30
Suelos moderadamente permeables con pendientes del 1% al 2%	0.05 a 0.20
Suelos moderadamente permeables con césped y pendientes del 1% al 2%	0.01 a 0.10
Bosques y tierras cultivadas	0.01 a 0.20

**Fuente: De la Riva Lafargue, Julio Mario
Anteproyecto de Plan Maestro: Normas y Reglamento de Drenajes para la Ciudad Guatemala**

2.2.1.4. Área a drenar

Se determinará sumando el área de las calles, el área de los lotes que son tributarios al ramal en estudio.

2.2.2. Ramales principales

2.2.2.1. Diseño de secciones y pendientes

Se efectuará haciendo uso de las fórmulas siguientes:

$$Q = V.A \qquad V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q = Gasto en metros cúbicos por segundo, determinado por la sección 2.2.1.

A = Es el área de la sección de la corriente en metros cuadrados.

V = Es la velocidad en metros por segundo.

R = Es el radio hidráulico en metros.

S = Es la pendiente en metro por metro.

n = Es el coeficiente de rugosidad, el cual variará según el tipo de tubería, en la fórmula siguiente:

n = 0.015 para tubos de concreto de 0.60 metros (24 ") o menos diámetro.

n = 0.013 para tubos de concreto mayores de 0.60 mts. (24") de diámetro.

n = 0.010 para tubos de PVC norma 3034

n = 0.0092 para tubos perfilados de pvc.

n = 0.009 para tubo de perfil plástico fabricado por extrusión.

2.2.2.2. La velocidad a sección llena en tubería de concreto, no podrá ser menor de 0.75 mt/seg. ni mayor de 3.00 mts/seg.

Porque a baja velocidad provocaría sedimentación de los desechos y a más de 3 mts./seg. provoca daño en la tubería por fricción. En tuberías de PVC, la velocidad a sección llena se aconseja que no sea menor de 0.50 mts./seg., para proporcionar una acción de auto limpieza en las tuberías, y que no sea mayor de 5.00 mts./seg.. A sección parcialmente llena será de 0.40 mts./seg. y 3.00 mts./seg.

2.2.2.3. Para tubería de concreto será de un diámetro mínimo de 0.40 mts (16"); y nunca podrá estar colocada a una menor profundidad que la dada en la tabla III, además deberá permitir que el punto más alejado de los lotes que son tributarios a ella, puedan ser drenados por medio de una tubería que partiendo de dicho punto tenga una pendiente mínima de 2 %.

2.2.2.4. Para tubería de PVC será de un diámetro mínimo de 0.30 mts. (12"); y nunca podrá estar colocada a una menor profundidad que la dada en la tabla III, además deberá permitir que el punto más alejado de los lotes que son tributarios a ella, puedan ser drenados por medio de una tubería que partiendo de dicho punto tenga una pendiente mínima de 2%.

Tabla III. Profundidades mínimas de colocación de los ramales principales

Diámetro de tubería		Profundidad mínima incluyendo el diámetro
pulgadas	metros	
10"	0.25	1.75
12"	0.30	2.00
14"	0.35	2.00
16"	0.41	2.00
18"	0.46	2.00
20"	0.51	2.00
22"	0.56	2.00
24"	0.61	2.00
26"	0.66	2.00
28"	0.71	2.25
30"	0.76	2.25
36"	0.91	2.25
40"	1.02	2.50
50"	1.27	2.75
60"	1.52	3.00
	En diámetros mayores	Diámetro de tubería + 2.00 mts.

**Fuente: De la Riva Lafargue, Julio Mario
Anteproyecto de Plan Maestro: Normas y
Reglamento de Drenajes para la Ciudad Guatemala**

2.2.2.5. tubería de PVC, tendrá un recubrimiento mínimo sobre corona de 0.90 mts. Para el colector principal y de 0.80 mts. para conexiones domiciliarias.

2.2.2.6. No se harán cambios de pendientes ni de dirección entre pozos de visita en tuberías menores de 1.00 mts. de diámetro.

2.2.2.7. En las intersecciones de tubería, la cota de la corona de los tubos entrantes deberá ser mayor o igual a la de la corona del tubo saliente y éste no será nunca de un diámetro menor al de aquellos.

2.2.3. Ramales secundarios

2.2.3.1. El diseño se regirá de acuerdo con las secciones 2.2.2.1., la cual indica que se usarán para el diseño de secciones y pendientes la fórmula siguiente

$$Q = V.A \qquad V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q = Gasto en metros cúbicos por segundo

A = Es el área de la sección de la corriente en m².

V = Es la velocidad en m/s

R = Es el radio hidráulico en metros.

S = Es la pendiente en metro por metro.

n = Es el coeficiente de rugosidad.

Y la sección 2.2.2.2., la cual dice que la velocidad a sección llena en tubería de concreto, no podrá ser menor de 0.75 mts/seg. ni mayor de 3.00 mts/seg. Porque a baja velocidad provocaría sedimentación de los desechos y a más de 3 mts./seg. provoca daño en la tubería por fricción. En tuberías de PVC, la velocidad a sección llena se aconseja que no sea menor de 0.50 mts./seg., para proporcionar una acción de auto limpieza en las tuberías, y que no sea mayor de 5.00 mts./seg.. A sección parcialmente llena será de 0.40 mts./seg. y 3.00 mts./seg.

- 2.2.3.2. La tubería será de un diámetro mínimo de 0.20 mts. (8") por mantenimiento; y no podrá tener una pendiente menor del 2% ni mayor del 6%, el eje de esta tubería formará con el eje de la principal un ángulo no menor de 30 grados ni mayor de 75 grados y se situará de manera tal que el sentido de las corrientes sea el mismo.
- 2.2.3.3. La profundidad de la tubería en la caja de conexión domiciliar será tal que permita que el punto más alejado del lote tributario a ella, puede ser drenado por medio de una tubería que partiendo de dicho punto, tenga una pendiente mínima del 2%.
- 2.2.3.4. La conexión con el ramal principal en tubería de concreto se hará directamente y en la parte superior de el y de acuerdo con la figura 2 del anexo
- 2.2.3.5. Para tuberías de PVC existen dos métodos de instalación de conexiones domiciliare:
- a) Instalación a base de accesorios (codos, tees, yee, etc.).
 - b) Instalación a base de silletas: Este método tiene la ventaja sobre el anterior (a) de poder utilizarse en sistemas de alcantarillado en funcionamiento, sin interrumpir el servicio, la instalación no demora más de 15 minutos.

Independientemente del método seleccionado para instalación de domiciliarios, deberá tomarse en consideración la profundidad del colector principal, para instalar, de acuerdo a la siguiente recomendación el accesorio o silleta más adecuado.

Profundidad de 0 a 2 metros: Se utilizará según el método escogido (1 ó 2), una Yee Sanitaria o una Silleta “Y”, complementando con un codo de 45°, como se muestra en la figura 3 del anexo.

Profundidad de 2 o más metros: Se utilizará según el método escogido (1 ó 2), una tee sanitaria o una silleta “T” complementando con un codo a 90°. Como se muestra en la figura 4 del anexo.

2.2.3.6. La caja de conexión con el drenaje domiciliario estará formado por un tramo de tubería de 0.40 mts. (16”) de diámetro colocado verticalmente y de acuerdo con la figura 5 del anexo.

2.2.3.7. En cada lote se deberá dejar construido por lo menos un ramal secundario, el cual podrá, ser usado únicamente por dicho lote; en aquellos lotes grandes susceptible de ser fraccionados en varios de menor tamaño se deberá dejar un ramal secundario cada 10 mts.

2.2.4. Ramales colectores y colectores madres

Se denominan así a las tuberías definidas en la sección 2.1.1.7. c que dice: Son los conductos que colectan las aguas servidas, pluviales o ambas provenientes de los ramales principales, los cuales generalmente están situados a mayores profundidades que éstos. Que tienen un diámetro mayor de 1.00 mts.

- 2.2.4.1. El diseño se regirá de acuerdo con las secciones 2.2.2.1. la cual indica que se usarán para el diseño de secciones y pendientes la fórmula siguiente

$$Q = V \cdot A \qquad V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q = Gasto en metros cúbicos por segundo

A = Es el área de la sección de la corriente en m².

V = Es la velocidad en m/s

R = Es el radio hidráulico en metros.

S = Es la pendiente en metro por metro.

n = Es el coeficiente de rugosidad.

Y la sección 2.2.2.2., la cual dice que la velocidad a sección llena en tubería de concreto, no podrá ser menor de 0.75 mts./seg. ni mayor de 3.00 mts./seg. Porque a baja velocidad provocaría sedimentación de los desechos y a más de 3 mts./seg. provoca daño en la tubería por fricción. En tuberías de PVC, la velocidad a sección llena se aconseja que no sea menor de 0.50 mts./seg., para proporcionar una acción de auto limpieza en las tuberías, y que no sea mayor de 5.00 mts./seg.. A sección parcialmente llena será de 0.40 mts./seg. y 3.00 mts./seg.

- 2.2.4.2. En las tuberías de concreto podrá usarse mayores velocidades, que la especificada en la sección 2.2.2.2., la cual dice que la velocidad a sección llena en tubería de concreto, no podrá ser menor de 0.75 mts./seg. ni mayor de 3.00 mts./seg. Porque a baja velocidad provocaría sedimentación de los desechos y a más de 3 mts./seg. provoca daño en la tubería por fricción. En tuberías de PVC, la velocidad a sección llena se aconseja que no sea menor de 0.50 mts./seg., para proporcionar una acción de auto limpieza en las tuberías, y que no sea mayor de 5.00 mts./seg.. A sección parcialmente llena será de 0.40 mts./seg. y 3.00 mts./seg. siempre que se cumpla con los siguientes requisitos:

RESISTENCIA DEL CONCRETO A LOS 28 DIAS	VELOCIDAD MAXIMA PERMITIDA
140 kg/cm ² (2000 lib/pulg ²)	3.00 mts. /seg.
210 “ (3000 lib/pulg ²)	5.00 “ “
250 “ (3600 lib/pulg ²)	6.00 “ “
280 “ (4000 lib/pulg ²)	6.00 “ “
315 “ (4500 lib/pulg ²)	7.50 “ “

2.2.4.2.1. En las tuberías de PVC, se aconseja que la velocidad de flujo en líneas de drenaje pluvial sea de 0.60 m/seg. Mínimo y no mayor de 5.00 m/seg. A sección llena. A velocidades mayores de 1.5 m/seg. deben tomarse consideraciones especiales respecto a ondas de presión especialmente en caso que la tubería trabaje a sección llena.

2.2.4.3. En cada cambio de diámetro o de pendiente según sea la forma en que se conecte el ramal tributario se construirá un registro o una bóveda de unión.

2.2.4.4. En las intersecciones deberá estudiarse el problema hidráulico particular en ellas desarrollado.

2.2.4.5. Los cambios de dirección se efectuaran por medio de curvas, las cuales deberán estudiarse hidráulicamente a fin de que se produzca en ellas la menor perdida de carga posible.

2.2.4.6. En estos ramales no se podrá colocar directamente a ellos, los ramales secundarios.

2.2.4.7. Cuando se encuentran situados a una profundidad mayor de 10.00 mts., la localización de ellos no es menester que sea en la línea de calles, siempre y cuando no se perjudique la seguridad de la propiedad privada.

2.2.5. Pozos de visita

2.2.5.1. Los pozos de visita serán usados cada vez que la tubería cambie de diámetro o pendiente y en los cruces de dos ó mas tuberías; pero nunca deberán estar separados entre si por una distancia mayor de 100.00 mts. cuando las tuberías tributarias a ellos, sean menores de 1.00 mts. de diámetro.

2.2.5.2. En su base el diámetro mínimo de los pozos de visita no será menor del especificado en la tabla IV.

Tabla IV. Diámetro mínimo de los pozos de visita

Diámetro de tubería Efluente mayor		Diámetro mínimo del pozo en metros
pulgadas	metros	
10"	0.25	1.50
12"	0.30	1.50
14"	0.35	1.50
16"	0.41	1.50
18"	0.46	1.50
20"	0.51	1.50
22"	0.56	1.75
24"	0.61	1.75
26"	0.66	1.75
28"	0.71	1.75
30"	0.76	1.75
36"	0.91	2.00
40"	1.02	2.00
50"	1.27	2.25
60"	1.52	2.50
	En diámetros mayores	diámetro de tubería efluente mayor + 1.00 metro

**Fuente: De la Riva Lafargue, Julio Mario
Anteproyecto de Plan Maestro: Normas y
Reglamento de Drenajes para la Ciudad Guatemala**

- 2.2.5.3. No se permitirá caídas en la entrada de pozo de visita mayor de 1.25 mts. sin accesorios especiales que encaucen el caudal con un mínimo de turbulencia.

Según sea el caso para el cual se coloque un pozo de visita, se regirá para su diseño a la sección 2.2.5.2., que indica que en su base el diámetro mínimo de los pozos de visita, no será menor del especificado en la tabla IV y a los modelos que aparecen en el anexo figuras 6,7,8,9,10,11 y 12.

2.2.5.4. Pozos de visita prefabricados de polietileno

Los pozos de visita fabricados de Polietileno (PE) poseen espesores de pared que resisten los esfuerzos provocados por las cargas de relleno. Comparado al concreto, el polietileno es mucho más resistente a la abrasión provocada por los materiales contenidos en los flujos de las alcantarillas. Su base, especialmente diseñada promueve el movimiento del fluido, eliminando la turbulencia y el almacenamiento de desperdicios encontrados frecuentemente en registros de otro tipo. Permite facilidad de instalación, contrario a otros tipos de registros, sus secciones ligeras pueden levantarse, bajarse y ser guiadas fácilmente sin necesidad de equipo. Ver figura 13 del anexo.

2.2.6. **Registros y cajas de caída**

Estas estructuras son usadas en conexiones con los ramales colectores y los colectores madres, y se regirán de acuerdo con la sección 2.2.5., que se refiere a los pozos de visita; y los modelos que aparecen en el apéndice y para su diferenciación de acuerdo con las definiciones dadas en las secciones 2.1.1.7. e que son estructuras construidas con el objeto de conectar los ramales principales con los ramales colectores y 2.1.1.7. f, que son estructuras similares a las anteriores con la única diferencia de no tener acceso desde la superficie. Para su diseño deberá hacerse el estudio hidráulico del problema particular en ellos desarrollado.

2.2.7. Tragantes

- 2.2.7.1. Los tragantes se colocarán en todos los puntos bajos de las calles así como en las intersecciones de éstas, de manera que la avenida no atraviese la bocacalle, y además cuando el volumen de la avenida lo requiera; más con todo no podrán estar separados entre sí por una distancia mayor de 100.00mts.
- 2.2.7.2. En calles de tráfico intenso no se podrán usar tragantes en que la entrada esté formada por depresión en el pavimento. (ver detalle a usar en figuras 14 y 15 del anexo)
- 2.2.7.3. Respecto al diseño de la tubería de conexión se regirá por la sección 2.2.3.2., que indica que la tubería será de un diámetro mínimo de 0.20 mts. (8") por mantenimiento; y una pendiente no menor del 2% ni mayor del 6% y 2.2.3.4., que indica que la profundidad de la tubería en la caja de conexión domiciliar permita drenar el punto mas alejado del lote tributario a ella con una pendiente mínima del 2%. Siendo el diámetro mínimo de 0.30mts. (12").
- 2.2.7.4. El tipo de tragantes a usarse depende de las circunstancias pero deberá estar de acuerdo con los modelos que aparecen en el anexo figuras 16,17,18 y 19.

2.2.7.5. En la actualidad existen tragantes prefabricados de concreto, los cuales vienen formados por piezas separadas como: la concha, la tapa y el cuerpo ó caja, sus paredes son de 0.06 mts. de espesor con refuerzo de electromalla, facilitan su instalación y dan rapidez a la obra.

2.2.7.6. El tirante de la avenida no podrá ser mayor de 0.03 mts. de alto y su ancho no podrá ser mayor de 0.75 mts.

2.3. Sistema de drenaje sanitario

Un sistema de drenajes sanitario es aquel que está de acuerdo con la sección 2.1.1.5., definido como el conjunto de tuberías o conductos cerrados y que normalmente trabajan como canales, a través de los cuales corren las aguas servidas. Y en el cual no pueden correr bajo ningún concepto las aguas definidas en la sección 2.1.1.3. que son las aguas de lluvia.

2.3.1. Determinación del caudal

2.3.1.1. La determinación del caudal doméstico se hará en función de la densidad de población y el caudal por habitante, según el tipo de zona de que se trate, de la siguiente forma:

TIPO DE ZONA	CAUDAL EN lts/hab./día	DENSIDAD POR hab./ha.
Barrios Pobres	115 a 153	330 a 470
Barrios no residenciales de clase media	170	75 a 220
Barrios residenciales de clase alta	265	15 a 75

2.3.1.2. El factor de flujo entre el flujo promedio y el flujo de diseño, se tomará de la tabla V. cuando el flujo de diseño sea inferior a 1.5 lts. /seg., se empleará éste último valor.

Tabla V. Factor de flujo instantáneo en diseño de drenajes sanitario

Flujo promedio		Factor de flujo instantáneo	Flujo de diseño lts/seg.
m3/ día	lts/seg.		
menos de 1000	menos de 12	4.00	
1,000	12	3.90	47
2,000	23	3.80	88
3,000	35	3.60	126
4,000	46	3.50	161
5,000	58	3.40	197
6,000	69	3.35	232
7,000	81	3.30	268
8,000	93	3.20	298
9,000	104	3.10	323
10,000	116	3.08	357
11,000	127	3.03	385
12,000	139	3.00	417
15,000	174	2.80	487
18,000	208	2.70	562
20,000	231	2.65	612
25,000	289	2.50	723
30,000	347	2.35	816
35,000	405	2.30	932
40,000	463	2.20	1019
45,000	521	2.15	1121
50,000	571	2.10	1216
60,000	694	2.05	1423
70,000	810	2.00	1620
o más	o más	2.00	

Fuente: De la Riva Lafargue, Julio Mario
 Anteproyecto de Plan Maestro: Normas y
 Reglamento de Drenajes para la Ciudad Guatemala

2.3.1.3. Al caudal de diseño obtenido se le deberá agregar un caudal de 0.1 lts/seg./ha. , debido a infiltraciones posibles en el sistema; y 100.00 lts/hab./día, debido a posibles conexiones ilícitas.

2.3.1.4. En zonas de apartamentos el caudal de diseño será de 265 lts. /hab./día., y deberán estudiarse el caso especial con relación a la densidad de población.

2.3.2. Ramales principales

2.3.2.1. El diseño se regirá con las secciones 2.2.2.1., la cual indica que se usarán para el diseño de secciones y pendientes la fórmula siguiente

$$Q = V \cdot A \qquad V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q = Gasto en metros cúbicos por segundo

A = Es el área de la sección de la corriente en m².

V = Es la velocidad en m/s

R = Es el radio hidráulico en metros.

S = Es la pendiente en metro por metro.

n = Es el coeficiente de rugosidad.

Y la sección 2.2.2.5. que indica que para tubería de PVC, tendrá un recubrimiento mínimo sobre corona de 0.90 mts. Para el colector principal y de 0.80 mts. para conexiones domiciliarias. Y la 2.2.2.6. que dice que no se harán cambios de pendientes ni de dirección entre pozos de visita en tuberías menores de 1.00 mts. de diámetro. Donde el gasto se determinará de acuerdo con la sección 2.3.1., que indica que se hará en función de la densidad de la población y el caudal por habitante según el tipo de zona de que se trate.

- 2.3.2.2. La velocidad en una tubería de concreto cuando se encuentra trabajando con el caudal mínimo no podrá ser menor de 0.30 mts/ seg.; y la velocidad a sección llena no podrá ser menor de 0.60 mts. /seg. ni mayor de 3.00 mts./seg.
- 2.3.2.3. La velocidad en tuberías de PVC parcialmente llena será de 0.40 mts./seg. y 3.00 mts./seg. y a sección llena que no sea menor de 0.50 mts./seg. para proporcionar una acción de auto limpieza en las tuberías, ni mayor de 5.00 mts./ seg.
- 2.3.2.4. La tubería será de un diámetro mínimo de 0.245 mts. (10 ") de Concreto; y nunca podrá estar colocada a una menor profundidad que la dada en la tabla III; además deberá permitir que el punto más alejado de los lotes que son tributarios a ella, puedan ser drenados por medio de una tubería que partiendo de dicho punto a una profundidad de 0.20 mts. , tenga una pendiente mínima de 2 %.

2.3.3. Ramales secundarios

2.3.3.1. El diseño se regirá de acuerdo a las secciones 2.2.2.1., la cual indica que se usarán para el diseño de secciones y pendientes la fórmula siguiente

$$Q = V \cdot A \qquad V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q = Gasto en metros cúbicos por segundo

A = Es el área de la sección de la corriente en m².

V = Es la velocidad en m/s

R = Es el radio hidráulico en metros.

S = Es la pendiente en metro por metro.

n = Es el coeficiente de rugosidad.

Y la sección 2.2.3.4., que dice que la conexión con el ramal principal en tubería de concreto se hará directamente y en la parte superior de el.

La sección 2.2.3.7., que indica que en cada lote se deberá dejar construido por lo menos un ramal secundario y la 2.3.2.2., que determina las velocidades máximas y mínimas en una tubería de concreto.

Donde el gasto se determinará de acuerdo a la sección 2.3.1., el cual se hará en función de la densidad de población y el caudal por habitante según el tipo de zona de que se trate.

2.3.3.2. La tubería de concreto o PVC será de un diámetro mínimo de 0.15 mts. (6 ") y no podrá tener nunca una pendiente menor del 2% ni mayor del 6%; el eje de ésta tubería formará con el eje de la principal un ángulo no menor de 30 grados ni mayor de 75 grados y se situará de manera tal que el sentido de las corrientes sea el mismo.

2.3.3.3. La profundidad de la tubería en la caja de conexión domiciliar será tal que permita que el punto más alejado del lote tributario a ella, pueda ser drenado por medio de una tubería que partiendo de dicho punto a una profundidad de 0.20 mts., tenga una pendiente del 2% mínima.

2.3.4. Ramales colectores y colectores madres

Se denominan así a las tuberías definidas en la sección 2.1.1.7.c, que son los conductos que colectan las aguas servidas, pluviales o ambas provenientes de los ramales principales; que tienen un diámetro mayor de 1.00 mts.

2.3.4.1. El diseño se regirá de acuerdo con las secciones 2.2.2.1., la cual indica que se usarán para el diseño de secciones y pendientes la fórmula siguiente

$$Q = V \cdot A \qquad V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q = Gasto en metros cúbicos por segundo

A = Es el área de la sección de la corriente en m².

V = Es la velocidad en m/s

R = Es el radio hidráulico en metros.

S = Es la pendiente en metro por metro.

n = Es el coeficiente de rugosidad.

La sección 2.2.4.3., que indica que en cada cambio de diámetro o de pendiente según sea la forma en que se conecte el ramal tributario se construirá un registro o una bóveda de unión, la sección 2.2.4.4. que dice que en las intersecciones deberá estudiarse el problema hidráulico particular en ellas desarrollado.

La sección 2.2.4.5. que indica que los cambios de dirección se efectuaran por medio de curvas, las cuales deberán estudiarse hidráulicamente a fin de que se produzca en ellas la menor perdida de carga posible, y la sección 2.2.4.6., que dice que en estos ramales no se podrá colocar directamente a ellos, los ramales secundarios y 2.3.2.2., la cual restringe la velocidad menor y mayor en una tubería de concreto trabajando a sección llena y caudal mínimo. pero el gasto será determinado de acuerdo con la sección 2.3.1., el cual se hará en función de la densidad de población y el caudal por habitante según el tipo de zona de que se trate.

2.3.4.2. En tuberías de concreto podrán usarse mayores velocidades que las especificadas en la sección 2.3.2.2., la cual restringe la velocidad menor y mayor en una tubería de concreto trabajando a sección llena y caudal mínimo; siempre y cuando se cumpla con los requisitos dados en la tabla de la sección 2.2.4.2., que se muestra a continuación:

RESISTENCIA DEL CONCRETO A LOS 28 DIAS	VELOCIDAD MAXIMA PERMITIDA
140 kg/cm ² (2000 lib/pulg ²)	3.00 mts. /seg.
210 “ (3000 lib/pulg ²)	5.00 “ “
250 “ (3600 lib/pulg ²)	6.00 “ “
280 “ (4000 lib/pulg ²)	6.00 “ “
315 “ (4500 lib/pulg ²)	7.50 “ “

2.3.5. Pozos de visita

Estas estructuras se regirán de acuerdo a su propósito y diseño, conforme a lo estipulado en la sección 2.2.5., en la cual se indica su utilización y sus especificaciones tanto de construcción como de uso, incluyendo los de tipo prefabricado de concreto y de polietileno.

2.3.6. Registros y cajas de unión

Estas estructuras se regirán de acuerdo a su propósito y diseño conforme a lo especificado en la sección 2.2.6., la cual indica que serán usadas en conexiones con los ramales colectores y los colectores madres, para su diseño deberá hacerse el estudio hidráulico del problema particular en ellos desarrollado.

2.4. Sistema de drenaje combinado

Un sistema de drenajes combinado es aquel que está de acuerdo con la sección 2.1.1.6.c, que es el formado por un solo conducto a través del cual corren tanto las aguas servidas como las pluviales.

2.4.1. Determinación del caudal

2.4.1.1. La determinación del caudal se hará sumando el caudal obtenido de acuerdo a la sección 2.2.1., la cual indica que se usarán para el diseño de secciones y pendientes la fórmula siguiente

$$Q = V \cdot A \qquad V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q = Gasto en metros cúbicos por segundo

A = Es el área de la sección de la corriente en m².

V = Es la velocidad en m/s

R = Es el radio hidráulico en metros.

S = Es la pendiente en metro por metro.

n = Es el coeficiente de rugosidad.

y el caudal obtenido de acuerdo a la sección 2.3.1., el cual se hará en función de la densidad de población y el caudal por habitante según el tipo de zona de que se trate.

2.4.2. Ramales principales

2.4.2.1. El diseño se regirá de acuerdo con las secciones 2.2.2.1., del diseño de secciones y pendiente con las fórmulas de caudal y velocidad.

La 2.2.2.5., que dice que para tubería de PVC, tendrá un recubrimiento mínimo sobre corona del 0.90 mts. para el colector principal y de 0.80 mts para conexiones domiciliarias, la 2.2.2.6., donde indica que no se harán cambios de pendientes ni de dirección entre pozos de visita entre tuberías menores de un metro de diámetro, la 2.3.2.2., que restringe las velocidades mínima y máxima en una tubería de concreto trabajando con caudal mínimo y sección llena y la 2.3.2.4., que indica que la tubería será de un diámetro mínimo de 0.245 mts. (10") en concreto; el gasto se determinará sumando el caudal obtenido de la fórmula

$$Q = \frac{C. I. A.}{0.360} \quad (\text{Its/seg})$$

Y el diámetro mínimo será de 0.40 mts.(16") para tubería de concreto y de 0.30 mts. (12") para tubería de PVC.

2.4.3. Ramales secundarios

2.4.3.1. El diseño se regirá de acuerdo con las secciones 2.2.2.1., la cual indica que se usarán para el diseño de secciones y pendientes la fórmula siguiente

$$Q = V \cdot A \qquad V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q = Gasto en metros cúbicos por segundo

A = Es el área de la sección de la corriente en m².

V = Es la velocidad en m/s

R = Es el radio hidráulico en metros.

S = Es la pendiente en metro por metro.

n = Es el coeficiente de rugosidad.

2.4.3.2. Y la sección 2.2.3.4., que indica que la conexión con el ramal principal en tubería de concreto se hará directamente en la parte superior del tubo de acuerdo con la figura 2 del anexo.

La 2.2.3.5., indica que para tuberías de PVC existen dos métodos de instalación a base de accesorios o a base de silletas, la 2.2.3.6., que dice que la caja domiciliar estará formada por un tramo de tubería de 0.40 mts (16") de diámetro colocado verticalmente, la 2.2.3.7., que pide que en cada lote se deberá dejar construido por lo menos un ramal secundario, el cual podrá ser usado, únicamente por dicho lote.

La sección 2.3.2.2., que restringe la velocidad mínima y máxima de un tubo de concreto trabajando a sección llena y caudal mínimo y la 2.3.3.3., que indica la profundidad de la tubería en la caja de conexión domiciliar.

El gasto se determinará sumando el caudal obtenido de la fórmula

$$Q = \frac{C. I. A.}{0.360} \quad (\text{Its/seg})$$

2.4.4. Pozos de visita

Estas estructuras se regirán de acuerdo a su propósito y diseño conforme a lo estipulado en la sección 2.2.5., en la cual se indica su utilización y sus especificaciones tanto de construcción como de uso, incluyendo los de tipo prefabricado de concreto y de polietileno.

2.4.5. Registros y cajas de unión

Estas estructuras se regirán de acuerdo a su propósito y diseño conforme a lo estipulado en la sección 2.2.6., la cual indica que serán usadas en conexiones con los ramales colectores y los colectores madres, para su diseño deberá hacerse el estudio hidráulico del problema particular en ellos desarrollado.

2.4.6. Tragantes

Estas estructuras se regirán de acuerdo a su propósito y diseño conforme a lo estipulado en la sección 2.2.7., que indica que se colocarán en los puntos bajos de las calles así como en las intersecciones, que no podrán estar separados más de 100 mts. que el tipo de tragantes a usar depende de las circunstancias y que en la actualidad existen tragantes prefabricados de concreto que facilitan su instalación.

2.5. Sistema de drenaje separativo

Un sistema de drenajes separativo es aquel que está de acuerdo con la definición dada en la sección 2.1.1.6.d., que indica que es el que está formado por dos conductos de forma tal que por uno corren únicamente las aguas servidas y por el otro exclusivamente las aguas pluviales.

2.5.1. El sistema de conductos destinado para aguas servidas se regirán de acuerdo a lo estipulado en el subcapítulo 2.3., el cual describe en su totalidad todo lo relacionado con el sistema de drenaje sanitario. y en lo referente al sistema de conductos destinados para aguas pluviales se regirán de acuerdo a lo estipulado en el subcapítulo 2.2. que se refiere al sistema de drenajes de tormenta, y que incluye todas sus especificaciones y restricciones.

2.6. Materiales y requisitos estructurales

En todo trabajo de drenajes deberá usarse el concreto y los productos derivados del cemento, así como PCV y polietileno; en las partes accesorias se puede utilizar el ladrillo de barro cocido.

2.6.1. Clase de tubería

2.6.1.1. Los tubos a emplearse podrán ser lisos o corrugados exteriormente, y en sus extremos podrán ser conformados para la unión en forma de campana y espiga o bien, por sistema de macho y hembra.

2.6.1.2. Todas las tuberías podrán ser de concreto, PVC perfilado, y polietileno, tomándose para las primeras la utilización de refuerzo en tubería mayor de 0.75 mts. (20”) de diámetro.

2.6.2. Fabricación de tubería

2.6.2.1. Los tubos de concreto deberán ser fabricados preferiblemente por métodos mecánicos.

2.6.2.2. Las tuberías serán homogéneas y bien calibradas y de espesor uniforme, libres de defectos, de superficie interior lisa y con extremos terminados en planos normales a su eje longitudinal.

2.6.2.3. En cada tubo deberá grabarse o pintarse en forma indeleble las siguientes indicaciones: La correspondiente marca de fábrica y la fecha de fabricación.

2.6.2.4. Las tuberías fabricadas de concreto sin refuerzo, tendrán las dimensiones y el área de refuerzo mínima especificada en la tabla VI.

Tabla VI. Medidas de las tuberías de concreto sin refuerzo

Diámetro interno		Espesor de las paredes en mm.
pulgadas	mm.	
4"	100	14
6"	150	16
8"	200	19
10"	250	22
12"	300	25
14"	350	30
16"	400	34
18"	450	39
20"	500	44
22"	550	49
24"	600	54
26"	650	60
28"	700	67
30"	750	75

a) La longitud no será mayor de 1.20 m. ni menor de 0.80 m.
b) El espesor de la campana será 3/4 del tubo

Fuente: De la Riva Lafargue, Julio Mario
Anteproyecto de Plan Maestro: Normas y
Reglamento de Drenajes para la Ciudad Guatemala

2.6.2.5. Las tuberías fabricadas de concreto con refuerzo, tendrán las dimensiones y el área de refuerzo mínima especificada en la tabla VII.

Tabla VII. Medidas y áreas de acero de refuerzo requerido en tubería de concreto

Diámetro Interno nominal	Concreto de 210 kg/cm ²				Concreto de 250 kg/cm ²			
	Espesor mínimo pared (mm)	Area acero de refuerzo			Espesor mínimo pared (mm)	Area acero de refuerzo		
		No. de camas	Plg2/Pie	mm/mts		No. de camas	Plg2/Pie	mm/mts
300	51	1	0.06	127	45	1	0.07	148
350	56	1	0.06	127	51	1	0.07	148
450	63	1	0.06	127	51	1	0.07	148
500	70	1	0.06	127	56	1	0.07	148
600	76	1	0.06	127	66	1	0.08	169
700	76	1	0.07	148	70	1	0.1	212
750	90	1	0.09	191	76	1	0.12	254
850	95	1	0.11	233	82	1	0.14	296
900	100	2	c/u 0.07	c/u 148	86	2	c/u 0.10	c/u 212
1000	115	2	c/u 0.08	c/u 169	95	2	c/u 0.12	c/u 254
1200	127	2	c/u 0.11	c/u 233	108	2	c/u 0.14	c/u 296
1400	140	2	c/u 0.13	c/u 275	118	2	c/u 0.16	c/u 339
1500	152	2	c/u 0.15	c/u 318	127	2	c/u 0.19	c/u 402
1700	165	2	c/u 0.16	c/u 339	136	2	c/u 0.22	c/u 466
1800	178	2	c/u 0.18	c/u 381	146	2	c/u 0.24	c/u 508

Fuente: De la Riva Lafargue, Julio Mario
 Anteproyecto de Plan Maestro: Normas y
 Reglamento de Drenajes para la Ciudad Guatemala

2.6.2.6. La tubería de PVC lisa extruida para alcantarillado sanitario cuenta con las siguientes condiciones hidráulicas:

- a) Evita la infiltración y la exfiltración
- b) Alta resistencia al impacto
- c) Juntas herméticas
- d) Instalación rápida
- e) Peso liviano
- f) Diámetros de 4" a 18".

2.6.2.7. La tubería perfilada debe estar formada por enrollamiento de una banda fabricada con resina de PVC. Debe ser diseñada para la evacuación de aguas pluviales y aguas negras. Debe soportar las instalaciones en zanja y terraplenes y las cargas debidas al tráfico vehicular. Debe llenar como requisito las normas de calidad impuestas por ASTM, ISO y DIN. Ser resistente a la mayoría de ácidos y químicos del suelo y debe oscilar su diámetro de 12" hasta 60" preferentemente.

2.6.2.8. Tubería de pared estructurada, construida a partir de un perfil plástico fabricado por extrusión y luego acoplado helicoidalmente mediante un sistema de enganche mecánico para darle su forma circular, garantizar unión de perfiles y hermeticidad del tubo formado. Se fabrica en diámetros nominales desde 475 mm (18") hasta 1245 mm (48")

2.6.3. Agregados

2.6.3.1. El agregado fino será de la mejor calidad, las partículas deben estar limpias y constituidas por granos silicios duros y de tamaño variable entre 4 y 6 mm., no menor del 12% ni más del 20% será retenido por el tamiz número 100; no deberá tener mas del 2% en peso de materia orgánica ni más del 5% de arcilla o limo.

2.6.3.2. Los agregados finos procedentes de diferentes fuentes de abastecimiento no deberán mezclarse o almacenarse en las mismas pilas, ni usarse en la misma clase de construcción o en la misma mezcla.

2.6.3.3. El agregado grueso estará constituido por triturado o grava, o una mezcla de los dos, cuyos fragmentos sean limpios sin recubrimientos de materias extrañas, lodos ni residuos orgánicos; la cantidad de arcilla o tierra que puede contener dicho agregado no deberá exceder del 5% en peso, y la materia orgánica no deberá exceder del 2% en él; los fragmentos de piedra serán de superficies ásperas, ángulos agudos, de textura compacta y grano uniforme; no deberán contener trozos de piedra blanda o en desintegración, esquistos o piezas planas en exceso.

2.6.4. Depósito de agregados

2.6.4.1. Los lugares para depósito de agregados deben estar limpios de detritus y materias orgánicas; tanto el agregado grueso como el fino deben almacenarse separadamente, de tal manera que se evite la mezcla con residuos y la superposición de ellos.

2.6.5. Cemento

2.6.5.1. Para preparar las mezclas de concreto o mortero se usará cemento Portland fresco tipo I o tipo II, el cual debe someterse a las especificaciones de la A.S.T.M.; deben almacenarse en un sitio seco y ventilado; y se prescindirá del uso de cualquier saco cuyo contenido aparezca defectuoso o hidratado.

2.6.5.1.1. Para la unión de tuberías de PVC se usará el Pegamento para dicha tubería, así como thinner, lija y wipe.

2.6.6. Agua

2.6.6.1. El agua que se use en las mezclas debe ser limpia, libre de ácidos, sustancias alcalinas y otras materias perjudiciales.

2.6.7. Mezclas

2.6.7.1. Siempre que sea posible debe hacerse la mezcla a máquina; cuando se haga a mano, cada bachado no debe exceder de 1/2 m³. de volumen.

2.6.7.2. Las mezclas deberán hacerse sobre superficies limpias, como plataformas de madera, hierro, o pavimentos y en ningún caso sobre tierra u otra superficie que pueda afectar la calidad del concreto o de los morteros.

2.6.7.3. No se puede utilizar mezclas que tengan más de 30 minutos de preparadas.

2.6.7.4. La cantidad de cemento a emplearse en las mezclas no será inferior a 7 1/2 sacos por metro cúbico de concreto (320 Kg. de cemento por metro cúbico de concreto).

2.6.8. Acero para refuerzo

2.6.8.1. El acero para refuerzo debe cumplir las especificaciones normales adoptadas por la A.S.T.M., las varillas deben estar libres de óxido antes de ser colocadas en cada parte de la obra donde se requieran.

2.6.8.2. En tuberías la distancia del eje de refuerzo a la superficie exterior más próxima de concreto es de 25 mm.

2.6.8.3. En tuberías al especificarse dos camas de refuerzos, puede usarse refuerzos circular o bien una sola cama de refuerzo elíptico cuya área sea por lo menos el 50% del área total de acero indicada en la tabla VII.

2.6.8.4. En tuberías si se emplean dos camas de refuerzo circular, la cama inferior contendrá por lo menos el 50% del acero y la exterior no menor del 40%, pero el área del acero empleada no será menor del señalado en la tabla VII, para el tamaño de tubo y clase de concreto especificado.

- 2.6.8.5. En obras fuera de las tuberías deben cumplirse con las especificaciones normales adoptadas por la A.C.I.

2.6.9. Condiciones requeridas en las tuberías

- 2.6.9.1. Todos los ensayos para determinar las condiciones requeridas deberán estar de acuerdo a los estándares de la A.S.T.M.
- 2.6.9.2. Los tubos deberán estar libres de fracturas, rajaduras, grietas, ampollas laminaciones o asperezas superficiales.
- 2.6.9.3. Los tubos de concreto se someterán a ensayos de resistencia a presión externa por el método de los tres apoyos, y deberán dar como mínimo una resistencia igual a la especificada en las tablas VIII Y IX

Tabla VIII. Resistencia en las tuberías de concreto sin refuerzos

Diámetro interno nominal		Resistencia en kg/ml
pulgadas	mm.	
4"	100	1500
6"	150	1600
8"	200	1800
10"	250	2000
12"	300	2200
14"	350	2400
16"	400	2600
18"	450	2800
20"	500	3100
22"	550	3400
24"	600	3700
26"	650	4000
28"	700	4500
30"	750	5000

Fuente: De la Riva Lafargue, Julio Mario
 Anteproyecto de Plan Maestro: Normas y
 Reglamento de Drenajes para la Ciudad Guatemala

Tabla IX. Resistencia en las tuberías de concreto con refuerzo

Diámetro interno Nominal (mm.)	Resistencia en Kg./ ml.	
	Grieta de .25 mm.	Ruptura
300	2675	1000
350	2975	1450
450	3275	4900
500	3575	5350
600	3600	5350
700	3800	5650
750	4000	6000
850	4200	6400
900	4450	6700
1000	4750	7150
1200	5000	7600
1400	5500	8250
1500	5900	8900
1700	6300	9450
1800	6700	10000

Fuente: De la Riva Lafargue, Julio Mario
 Anteproyecto de Plan Maestro: Normas y
 Reglamento de Drenajes para la Ciudad Guatemala

- 2.6.9.4. Se ensayará un número de tubos equivalente al 1% del total de cada partida, pero como mínimo deberán ser tres ejemplares.
- 2.6.9.5. Si el 20 % o más de los tubos ensayados no cumplen con los requisitos exigidos será rechazada toda la partida; no obstante se podrían efectuar nuevos ensayos con el mismo número de ejemplares tomados de la misma partida y ésta se aceptará si el 80% o más de las unidades (incluyendo las del primer grupo ensayado) cumplen con la resistencia exigida.
- 2.6.9.6. La absorción de agua será como máximo el 15% en peso en tuberías de concreto.
- 2.6.9.7. Cuando los tubos de concreto se sometan al estudio de permeabilidad y se prueben de acuerdo a las normas de la A.S.T.M., no deberán dar señales de exudación ni de grietas.
- 2.6.9.8. Para tuberías de PVC extruídas o plásticas las pruebas o condiciones requeridas, para su uso son los siguientes:
- a) Que no contenga rajaduras
 - b) Su sistema de acople sea por campana o por empaque estén en buen estado.

2.6.10. Tolerancia y variaciones de las medidas

2.6.10.1. En tuberías de concreto sin refuerzo, se admitirán las variaciones que figuran a continuación:

En los diámetros interiores -----	5 mm. más o menos
En los espesores hasta 25 mm-----	1.5 mm. de menos
De 25 a 38 mm. -----	2.5 mm. de menos
De 38 mm. en adelante-----	3.0 mm. de menos

En la longitud

Entre lados opuestos-----	1 % del diámetro
Desviación del eje longitudinal-----	1 % del diámetro
De la longitud especificada -----	1.5 % del diámetro

2.6.10.2. En las tuberías de concreto con refuerzo se admitirán las variaciones que figuran a continuación:

En los diámetros interiores

Tuberías hasta 900 mm. -----	5 % más o menos
Tuberías mayores de 900 mm. -----	1.0 % más o menos
En los espesores de las paredes -----	5 % de menos

En la longitud

Entre lados opuestos----- 1% del diámetro interno

Desviación del eje longitudinal----- 1 %

En la longitud especificada ----- 1.5 %

En posición del refuerzo circular

Tuberías hasta 1200 mm.----- 6 mm. más o menos

Tuberías mayores de 1200 mm. ----- 12.5 mm. más o menos

El recubrimiento neto sobre el refuerzo no deberá ser menor de 19 mm.

2.6.11. Madera para entibados y formaleta

2.6.11.1. La madera para entibados será de buena calidad y suficientemente resistente para el trabajo que va a desempeñar.

2.6.11.2. La madera para formaleta deberá ser de la mejor calidad, de tamaño adecuado, recta y seca.

2.6.12. Condiciones requeridas en las obras en túnel

2.6.12.1. Todas las obras de túnel deben ser construidas en forma tal que sean capaces de resistir las cargas a que puedan estar sujetas para la cual deberán hacerse los análisis necesarios de la mecánica del suelo, elaborado para ello los perfiles estratigráficos de los lugares que atraviesa.

2.6.13. Condiciones requeridas en los pozos de visita y tragantes

2.6.13.1. Las paredes se construirán en tal forma que resistan las presiones laterales a que puedan estar sujetas.

2.6.13.2. Las cimentaciones deben ser construidas en forma tal que puedan ser capaces de resistir la carga del peso propio de la estructura como la del agua que pueda contener.

2.6.13.3. En pozos de visita de polietileno, deberá revisarse que no tenga ninguna rajadura que pudiera provocar su colapso. Sus paredes están diseñadas para soportar las cargas del suelo.

2.6.14. Ladrillo de barro cocido (tayuyo)

2.6.14.1. Los ladrillos de barro cocido podrán ser macizos o perforados, pero la superficie de vacíos será menor de 25% del área total.

- 2.6.14.2. Los ladrillos deben ser limpios, compactos y libres de rajaduras, reventaduras, combas, escamas o ampollas; sus aristas serán rectas, dadas a escuadra, dimensiones parejas; el color será uniforme; difícil de rayar con hojas de acero; el sonido será metálico al golpearlo; deberá estar libre de partículas mayores de 3.2mm. especialmente de carbonato de calcio.
- 2.6.14.3. El porcentaje de absorción a las 24 hrs. será menor del 25%.
- 2.6.14.4. La succión en gramos/minutos/cm², variará entre 0 y 0.5.
- 2.6.14.5. En general los ladrillos deberán estar libres de efervescencias.
- 2.6.14.6. La variación en las dimensiones no será mayor de 4mm. a la especificada.
- 2.6.14.7. La resistencia a la flexión no debe ser menor de 13 Kg./cm² y la resistencia a la compresión no debe ser menor de 75 Kg./cm².
- 2.6.14.8. Todos los ensayos para determinar las condiciones requeridas deberán estar de acuerdo a los estándares de la A.S.T.M. y COGUANOR.

2.7. Construcción

2.7.1. Situación de las tuberías

Las tuberías de los ramales principales de un sistema combinado, y se localizará en el eje central de las calles y avenidas.

Las tuberías de los ramales principales de un sistema separativo, se localizarán en la siguiente forma:

- a) Las del drenaje sanitario, un metro al sur del eje central de las calles y un metro al occidente del eje central de las avenidas.
- b) Las del drenaje de tormenta, un metro al norte del eje central de las calles y un metro al oriente del eje central de las avenidas.

En las calles o avenidas cuyo derecho de vía sea mayor de 40.00 mts., se colocarán tuberías de drenajes en ambos costados y en el caso de un sistema de drenajes del tipo separativo, las tuberías del drenaje de tormenta deberán estar más cercanas al eje central de las vías.

Las tuberías de drenaje no podrán colocarse en la misma zanja que la de las tuberías de agua potable; y la distancia horizontal entre ellas será:

a) Aguas servidas-agua potable 1.50 mts.

b) Aguas de lluvia-agua potable 1.00 mts.

2.7.2. Ancho de zanjas

2.7.2.1. El ancho de las zanjas para tuberías de concreto será el especificado en la tabla X, para profundidades mayores de 6.00 mts., se deja al criterio del constructor el trabajar en trinchera o en túnel.

Tabla X. Ancho de zanjas para colocación de tuberías de concreto

Diámetro Del tubo (mts)	Ancho de zanja (mts.)	
	Profundidad de 0 a 2 mts.	Profundidad de 2 a 4 mts
0.15	0.6	0.7
0.2	0.6	0.7
0.25	0.7	0.7
0.3	0.8	0.8
0.35	0.8	0.8
0.4	0.9	0.9
0.45	1	1
0.5	1	1
0.55	1.1	1.1
0.6	1.1	1.1
0.65	1.2	1.4
0.7	1.2	1.4
0.75	1.3	1.4
0.9	1.4	1.5
1	1.5	1.6
1.25	1.75	1.85
Tuberías mayores	Diámetro + 0.50 m.	diámetro+0.75 m.

**Fuente: De la Riva Lafargue, Julio Mario
Anteproyecto de Plan Maestro: Normas y
Reglamento de Drenajes para la Ciudad Guatemala**

2.7.2.2. Para tuberías de PVC, la preparación y el ancho de la zanja se harán de la siguiente forma:

El fondo de la zanja deberá ser de tal forma que provea un apoyo firme y uniforme a lo largo de toda la tubería. Se deben preparar aberturas al final de cada tramo para permitir un acople correcto. Cuando en la sub-base de la zanja, se encuentren condiciones inestables que impidieran proporcionar a la tubería un apoyo firme y constante, deberá realizarse una sobre excavación y rellenar ésta con un material adecuado, como arena bien compactada u otro. Cuando en el fondo de la zanja se presenten condiciones muy severas, como napa freática alta, sueldo inestable o muy rocoso, deberá usarse materiales especiales en capas de grava, arena o material selecto, la capa sobre la que se apoye la tubería será como mínimo de 0.10 de espesor compactada. Piedras grandes o puntiagudas, así como cualquier otro material extraño debe eliminarse en un área de 10 cm. Alrededor de la tubería, a fin de evitarle daños.

La carga máxima de tierra, que soporta la tubería de PVC depende del prisma de tierra directamente encima de ella. Si la carga de diseño sobre la tubería se calcula en base a este criterio, el ancho de la zanja está influenciado por una excavación práctica y económica.

Existen dos clases de excavación

- a) Zanja de paredes verticales angosta: la cantidad de pavimento removido y reemplazado, la cantidad de roca y la cantidad de material base, pueden influir en la decisión de usar este tipo de zanja. El ancho mínimo de las zanjas angostas está determinado por el espacio mínimo que necesita un operario para instalar la tubería. Este mínimo es de 45 cm. Para tubería de 4" y 6" y no más de 15 a 23 cm. De espacio libre a cada lado de la tubería de 8" o mayor. En zanjas angostas debe compactarse todo el fondo de la zanja. Los anchos mínimos para zanjas se presentan en la tabla XI.

Profundidad de colocación: la tubería tendrá un recubrimiento mínimo sobre corona de 0.90 mts. Para colector principal y de 0.80 para conexiones domiciliarias.

Tabla XI. Ancho mínimo de zanja angosta

DIAMETRO NOMINAL	ANCHO DE ZANJA MINIMO			h Promedio			
	Número de Diámetros	Pulgadas	Cms.	1.00 a 1.85	1.86 a 2.85	2.85 a 3.85	3.86 en adelante
4"	4.3	18	45.5	-	0.50	0.50	0.55
6"	2.9	18	45.5	-	0.50	0.50	0.55
8"	2.9	24	61.0	-	0.65	0.70	0.75
10"	2.5	26	66.0	-	0.70	0.70	0.75
12"	2.4	30	76.0	-	-	-	0.80
15"	2.0	30	76.0	-	-	-	0.80
18"	1.8	32	81.5	-	-	-	-

Fuente: Norma ASTM 3034

Una variante en la zanja angosta es colocar la tubería en una zanja rectangular en el fondo y luego a partir de la parte superior del tubo, darles una pendiente a las paredes, ver figura 20 del anexo. Esta clase de excavación se acostumbra donde no hay ningún inconveniente de tráfico, asfalto o propiedad. En este caso el ancho mínimo de la parte inferior de la zanja está determinado por la tabla XII.

- b) Zanjas anchas: se clasifican como tales, aquellas zanjas cuyo ancho a partir de la parte superior de la tubería es mayor de 2 ½ veces de diámetro de tubería a cada lado de la misma o un total de 6 diámetros.

No hay límite al ancho máximo arriba de 2 ½ diámetros a cada lado de la tubería,

pues la carga muerta máxima en tuberías flexibles no excede el peso del prisma sobre la tubería. Sin embargo, la compactación debe hacerse en la zona mencionada anteriormente.

Cuando la excavación de la zanja se encuentra abajo del nivel freático o con suelos inestables, se debe estabilizar cualquier condición antes de colocar la tubería.

Dependiendo de la gravedad de la condición se debe colocar láminas, cajas, formaletas o cualquier otro método. Si la condición es extrema probablemente sea necesario recubrir el fondo y las paredes de la zanja con concreto o dejar algún tipo de láminas y rellenar con un material adecuado. Para permitir suficiente espacio de trabajo, se aconseja usar los límites de la tabla XII

Tabla XII. Ancho de zanja mínimo

DIAMETRO NOMINAL	ANCHO DE ZANJA MINIMO		
	Número de Diámetros	Pulgadas	Cms.
4"	8.50	36	91.50
6"	5.70	36	91.50
8"	4.30	36	91.50
10"	4.00	42	106.50
12"	3.40	42	106.50
15"	3.10	48	122.00

Fuente: Norma ASTM 3034

2.7.3. Localización y nivelación

2.7.3.1. Todo proyecto debe localizarse con teodolito y colocar estacas cada 10.00 mts., sobre el eje de la tubería proyectada; antes de iniciarse la excavación deberá verificarse la nivelación y contra nivelación de las estacas para obtener los cortes de construcción.

2.7.3.2. El error tolerable en las cotas de la parte inferior de las tuberías en su entronque con los pozos de visita, será de un centímetro más o menos en las pendientes menores del 1%, y de dos centímetros más o menos en las pendientes mayores del 1%.

2.7.4. Entibado y apuntalamiento de zanja

2.7.4.1. Cuando las excavaciones presenten, por cualquier circunstancia, peligro de derrumbarse, se deberá proceder a colocar a medida que avanza la excavación, un entibado que garantice la seguridad de los obreros que trabajan dentro de la zanja, así como la estabilidad de las estructuras adyacentes. También es recomendable dejar cada 6.00 metros un bloque de tierra de 1.00 m. el cual puede ser excavado como túnel para no crear paredes de zanja inestables.

2.7.5. Drenaje de las zanjas

2.7.5.1. Durante la instalación de la tubería la zanja deberá estar completamente seca; en el caso de que algunas aguas corran por la misma zanja ésta podrá ensancharse, previa autorización municipal, para conducir el agua por un costado por medio de tuberías o canaletas.

2.7.5.2. Cuando aparezca agua de infiltración en la zanja se debe construir un filtro adecuado de piedra, cascajo ó tubería perforada (drenaje francés) y conectarlo a la tubería de drenaje.

2.7.6. Relleno de zanja

2.7.6.1. El relleno de la zanja podrá iniciarse solamente cuando lo haya autorizado Empagua.

2.7.6.2. El relleno de las zanjas debe hacerse simultáneamente a ambos lado de los tubos, de tal manera que no se produzcan

presiones laterales peligrosas; al iniciarse el relleno éste deberá hacerse primero hasta alcanzar la parte superior del tubo, compactando debidamente los intersticios entre el mismo y las partes de la trinchera continuándose con capas no mayores de 0.20 mts., cada una de las cuales deberá ser compactada antes de recibir la siguiente.

- 2.7.6.3. El material de relleno debe seleccionarse y depositarse con especial atención a la seguridad futura de las tuberías; para el relleno debe utilizarse tierra libre de basura, cuando la zanja se habrá en calles pavimentadas, la capa superficial de relleno será de cascajo de por lo menos 0.40 mts. de espesor y debidamente compactada; al rellenar no deberá quedar piedras en contacto con la tubería.
- 2.7.6.4. No se permite trabajar o caminar sobre tuberías instaladas, excepto lo necesario para el relleno y apisonado; hasta que el relleno haya alcanzado una altura de 0.50 mts., sobre la corona de las tuberías.
- 2.7.6.5. En la actualidad para evitar deformaciones o fracturas en los tubos de pvc, se utiliza una mezcla de material selecto con cemento al 1% en volumen, completamente fluida, que se vierte en la zanja, hasta alcanzar la cota de corona del tubo, posteriormente se deja secar, con lo que se asegura un adecuado relleno de las partes laterales de los tubos.

2.7.7. Colocación de las tuberías

- 2.7.7.1. Antes de iniciar su colocación los tubos deberán ser limpiados cuidadosamente de lodos y otras materias extrañas, tanto en la campana como en la espiga, o en el macho y en la hembra.
- 2.7.7.2. Se principiará la colocación de las tuberías partiendo de las cotas más bajas de la red hacia la más alta y teniendo en cuenta que la campana o la hembra ocupará el extremo superior de cada tubo.
- 2.7.7.3. Cuando la zanja quede abierta durante la noche, o más de un día a otro, o la colocación de la tubería se suspenda por la lluvia u otras causas los extremos de los tubos deben mantenerse cerrados para evitar que penetren las basuras, el barro o materias extrañas.

2.7.8. Unión de tuberías

- 2.7.8.1. Las uniones de los tubos de concreto se harán con mortero de cemento y arena en las proporciones 1:3.
- 2.7.8.2. En las tuberías de macho y hembra, en la parte interior deberán quedar perfectamente revestidas y libres de rebabas; y en la parte exterior se reforzarán por medio de un anillo, que en tuberías mayores de 0.30 mts. de diámetro serán de 0.03 mts. de espesor y 0.10 mts. de ancho.

Y en tuberías menores de 0.30 mts. de diámetro serán de 0.02 mts. de espesor y 0.06 mts. de ancho.

- 2.7.8.3. en las tuberías de campana y espiga, en la parte interior deberán quedar perfectamente revestidas y libres de rebabas; y en la parte exterior se hará un bisel que forme un ángulo de 45 grados con la superficie del tubo.
- 2.7.8.4. Debajo de la unión de cada tubo se abrirá un nicho en el terreno, en forma tal que el obrero pueda introducir la mano por debajo para revisar satisfactoriamente la unión.
- 2.7.8.5. Para las tuberías de PVC de junta rápida, se deberá utilizar agua de jabón para que el empaque quede colocado adecuadamente. Debe chequearse, que el tubo esté limpio, así como que el empaque esté colocado en su posición.
- 2.7.8.6. Para tubería de PVC cementadas, revisar que ambos lados estén limpios, luego lijar ambas partes, para después aplicar el pegamento para PVC, uniformemente en ambas partes. Al unir las partes debe hacerse aplicando una fuerza en la dirección del eje de la tubería sin rotarlo, asegurándose que la pieza macho, haya llegado al final de la campana. En tramos largos se hace necesario colocar cabeceras en las uniones de tubo para mayor seguridad.

2.7.9. Cimentación de la tubería

- 2.7.9.1. Si la fundición es en tierra buena y firme la tierra debe ser cortada de tal manera que se proporcione un apoyo completo al tercio inferior de cada tubo.
- 2.7.9.2. Si la fundición es en roca se colocará sobre ésta un lecho de concreto o arena, cuyo espesor no debe ser menor de 0.10 mts.; los tubos se colocarán sobre ella de manera que, el tercio inferior de cada tubo quede apoyado en toda su longitud; los mismos medios de asegurar una fundición firme se adoptarán en caso de que la excavación se haya hecho más profunda de lo necesario.
- 2.7.9.3. Si no hay buena fundición natural; los tubos se colocarán en un lecho de concreto sostenido en una fundición de mampostería llevada hasta el suelo de resistencia satisfactoria, o apoyado en una estructura diseñada para llevar el peso del tubo y su carga a un apoyo firme.

Siempre por lo menos el tercio inferior de cada tubo deberá quedar apoyado en toda su longitud.

2.7.10. Pozos de visita y tragantes

- 2.7.10.1. Los pozos de visita y tragantes podrán ser construidos con concreto o ladrillo de barro cocido, también los hay de polietileno para profundidades no mayores de 2.00 mts.

2.7.10.2. Si son construidos con concreto, la mezcla deberá ser de una proporción mínima de 1:2:4 y un espesor mínimo de 0.10 mts.

2.7.10.3. Si son construidos con ladrillo de barro cocido, estos deberán unirse con un mortero de cemento y arena de la proporción 1:3; y revestido en su interior con un cernido de cemento del mismo mortero de un espesor mínimo de 0.02 mts.

2.7.10.4. El fondo de los pozos de visita se construirá siempre de concreto debiendo ser la mezcla de una proporción mínima de 1:2:4 y de un espesor mínimo de 0.30 mts. a 0.20 mts.

2.7.10.5. El fondo de los tragantes se construirá siempre de concreto debiendo ser la mezcla de una proporción mínima de 1:2:4 y de un espesor mínimo de 0.20 mts.

2.7.11. Obras en túneles

2.7.11.1. Todas las obras de túneles deberán ser construidas en concreto que posea una resistencia mínima a los 28 días de 175 Kg./cm² y el espesor mínimo de las paredes será 0.15 mts.

2.7.11.2. Antes de depositarse el concreto deberá humedecerse las paredes de tierra a modo que ésta no absorba el agua de hidratación del concreto.

2.7.12. Formaletas

2.7.12.1. Todas las formaletas deberán quedar bien aseguradas con clavos y puntales de madera cuando estos sean necesarios; y las uniones de la madera deberán ser lo más ajustadas posibles.

2.7.12.2. Antes de depositar el concreto en las formaletas éstas deberán limpiarse completamente y humedecerse sus superficies interiores, es conveniente aceitarlas para garantizar menos rugosidades en las superficies.

CONCLUSIONES

1. El actual reglamento de drenajes de la ciudad de Guatemala es bastante antiguo y no cuenta con ninguna modificación formal hasta la fecha.
2. El Reglamento que se propone, pretende ser el punto de partida para realizar un verdadero cambio a las regulaciones que hasta hoy están vigentes, debido a que muchas de ellas no son ya aplicables al entorno en el cual se desarrollan, de tal manera, que mediante el concurso de las partes interesadas, como lo son, la Municipalidad de Guatemala y los desarrolladores de proyectos, puede lograrse un adecuado reglamento.
3. Las Normas que se presentan, cuentan con la introducción de nuevos materiales de construcción en lo referente a obras de drenajes, que permiten ampliar las opciones en cuanto al uso de materiales y sistemas constructivos que los desarrolladores y la propia Municipalidad puede utilizar para lograr una considerable reducción de costos y tiempo en la ejecución de las obras.

RECOMENDACIONES

1. Atender con prontitud, el problema del drenaje sanitario o de aguas servidas de la ciudad de Guatemala, para evitar más contaminación, de la ya existente.
2. Crear una ley que obligue a las industrias a dar un tratamiento por su cuenta a todos los caudales industriales, antes de ser depositados en la red de drenaje de la ciudad.
3. Integrar una institución conjuntamente con el Ministerio de Salud Pública, que mantenga un estricto control sobre la calidad de agua o grado de contaminación de la misma, que todos los comercios, industrias y viviendas, depositan en la red de drenajes de la ciudad y en los distintos ríos cercanos a la ciudad de Guatemala.
4. Promover un programa de expansión de dicho reglamento y leyes, para que sean aplicadas en toda la República, ya que en las ciudades importantes del país, se están repitiendo los mismos problemas que se dan en la ciudad de Guatemala

5. Promover la utilización de materiales nuevos, para la construcción de redes de drenaje, ya que estos materiales por su fácil instalación, reducen los costos, haciendo factible el poder realizar más proyectos de drenajes para dotar a toda la ciudad de una red eficiente de drenajes.

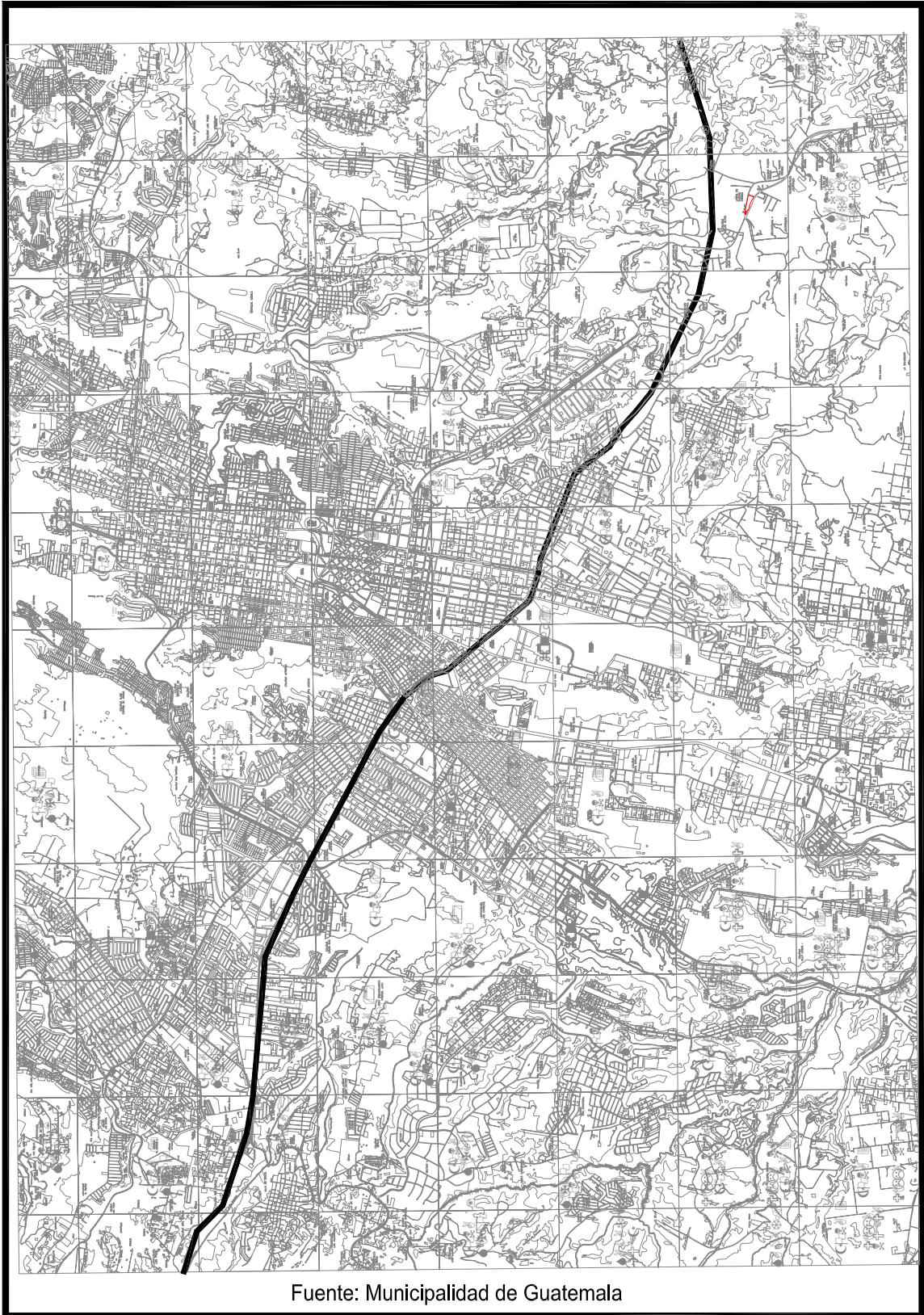
6. Proceder a la construcción de plantas de tratamiento en los municipios y comunidades de la ciudad de Guatemala, que no puedan descargar sus afluentes en la red de drenajes de la ciudad, para que cuando dichas comunidades desfoguen sus caudales, no contaminen los ríos y lagos cercanos a la ciudad de Guatemala

BIBLIOGRAFÍA

1. Apuntes de curso de ingeniería sanitaria, pensum de Ingeniería civil.
2. “Condiciones de Instalación y Diseño, Tubería perfilada de PVC para conducción de agua a baja presión”. **Revista Rib-loc**. Guatemala. 2003.
3. Day A., David. **Biblioteca Internacional del Ingeniero Civil**. 5ed. (Volumen 1 al 11) México. Editorial Limusa. 1992. 2992pp.
4. De la Riva Lafargue, Julio Mario. Anteproyecto de plan maestro normas y reglamento de drenajes para la ciudad de Guatemala Tesis ing. Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 1963. 80 pp.
5. Gordon Maskew, Fair y otros. **Ingeniería Sanitaria y Aguas Residuales**. 5 ed. (volumen del 1 al 4). México. Editorial Limusa. 1993. 764 pp.
6. **Reglamento y Construcción de Drenajes de la Municipalidad de Guatemala.**
7. “Tubería de gran diámetro para alcantarillado y aplicaciones agrícolas” **Revista Novaloc**. Guatemala. 2000.

ANEXOS

Figura 1. Mapa de la ciudad de Guatemala con la divisoria de aguas



Fuente: Municipalidad de Guatemala

Figura 2. Conexión con ramal principal en tubería de concreto

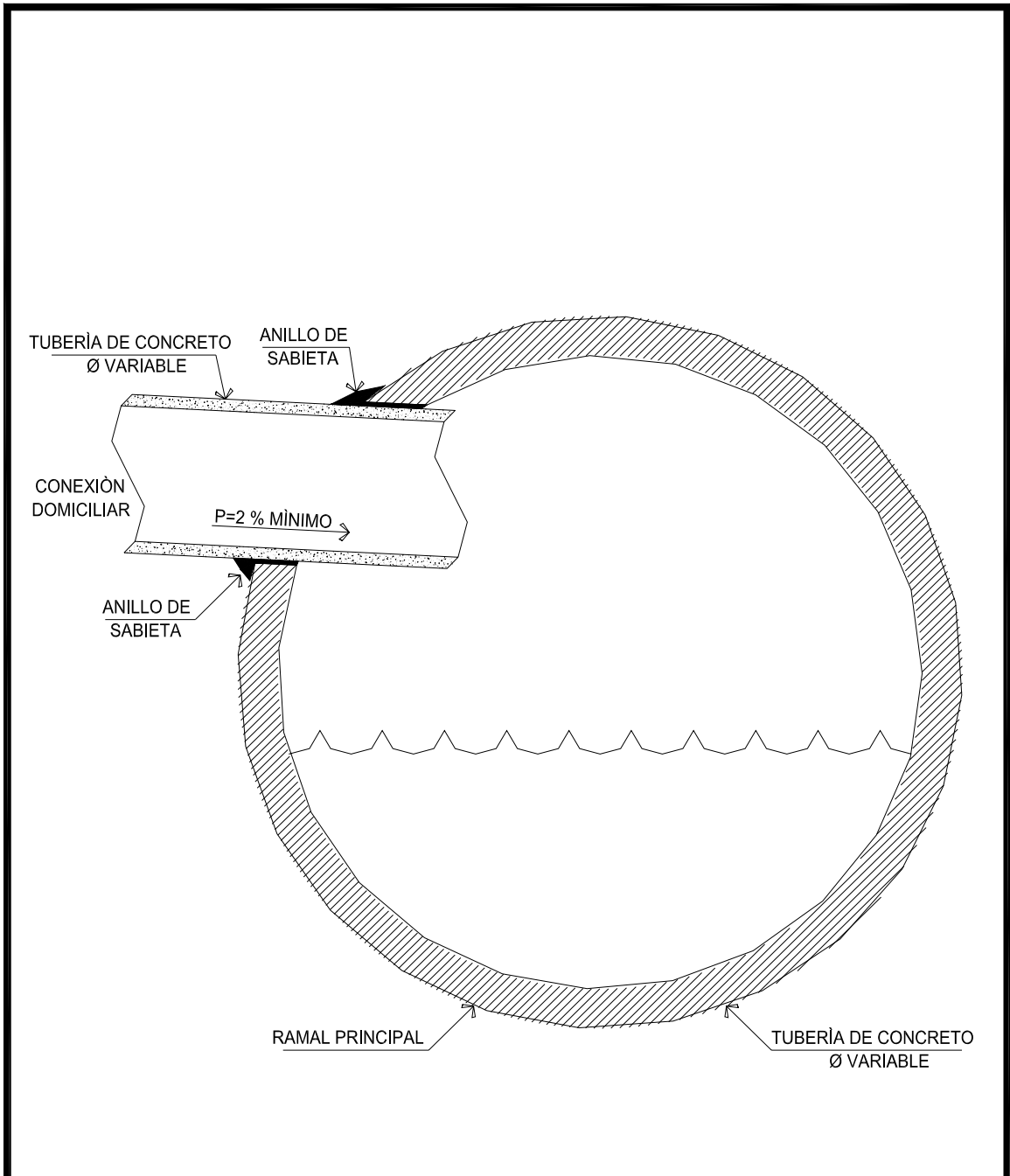


Figura 3. Detalle de conexiones domiciliarias tubería pvc a 45°

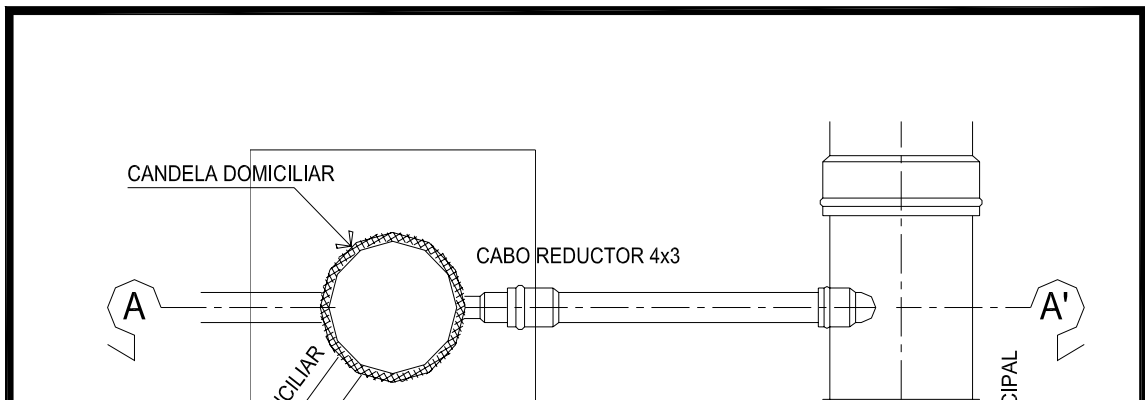


Figura 4. Detalle de conexiones domiciliarias tubería pvc a 90°

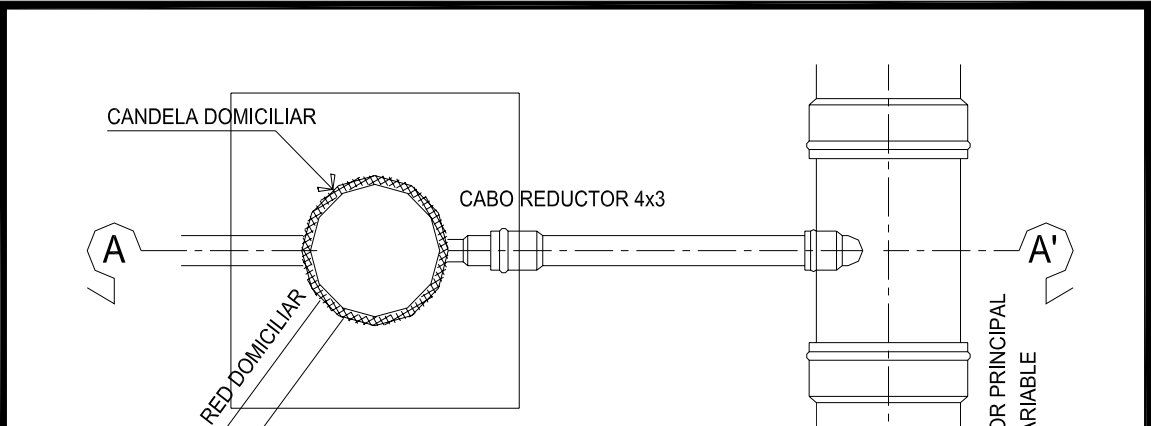


Figura 5. Caja de conexión de drenaje domiciliar (candela)

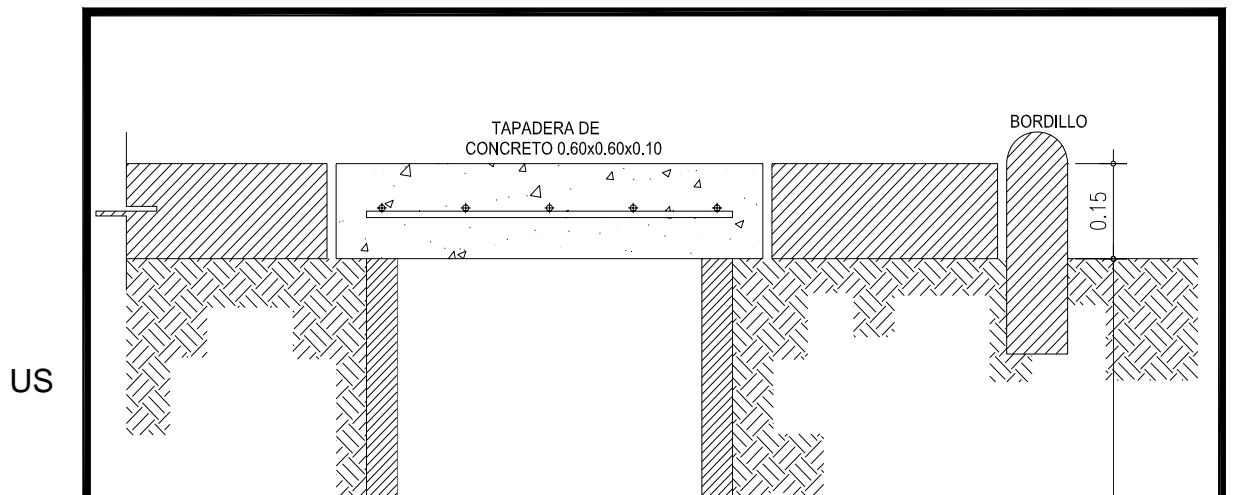


Figura 6. Pozo de visita, caída máxima 0.25 m.

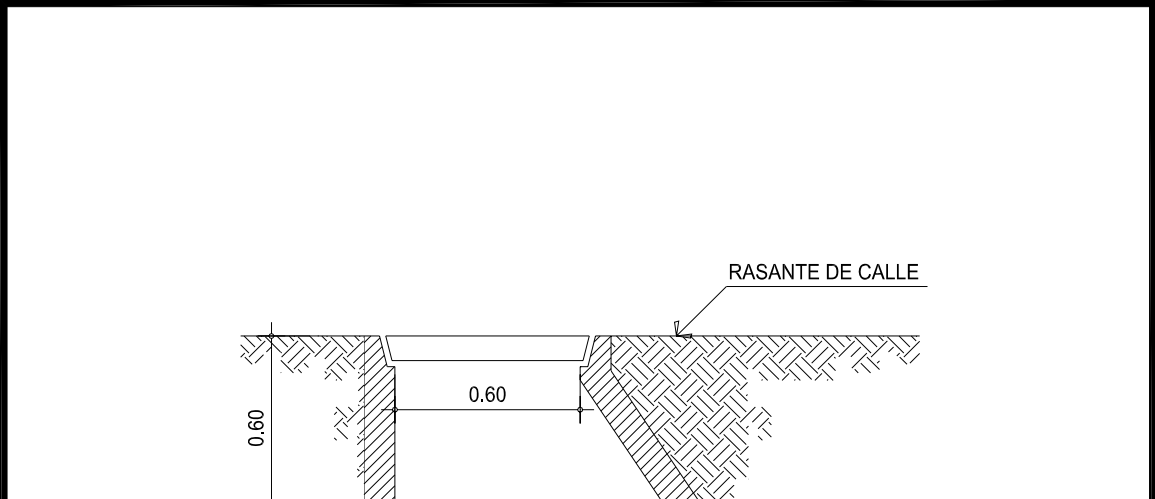


Figura 7. Pozo de visita, caída máxima 0.25 m. y 2.00 m.

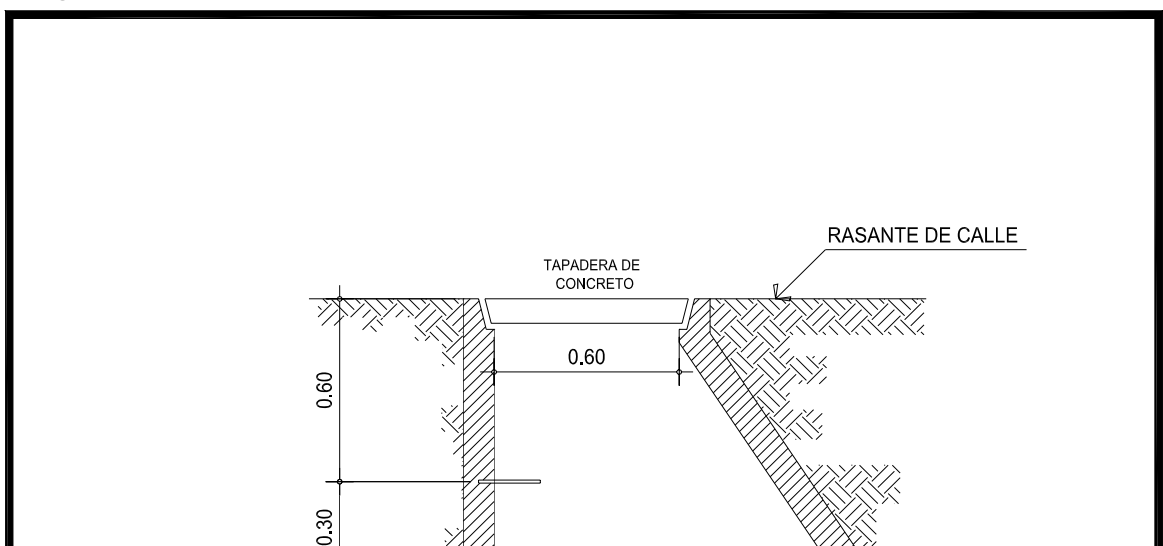


Figura 8. Pozo de visita, caída máxima 2.00 m. y 4.00 m.

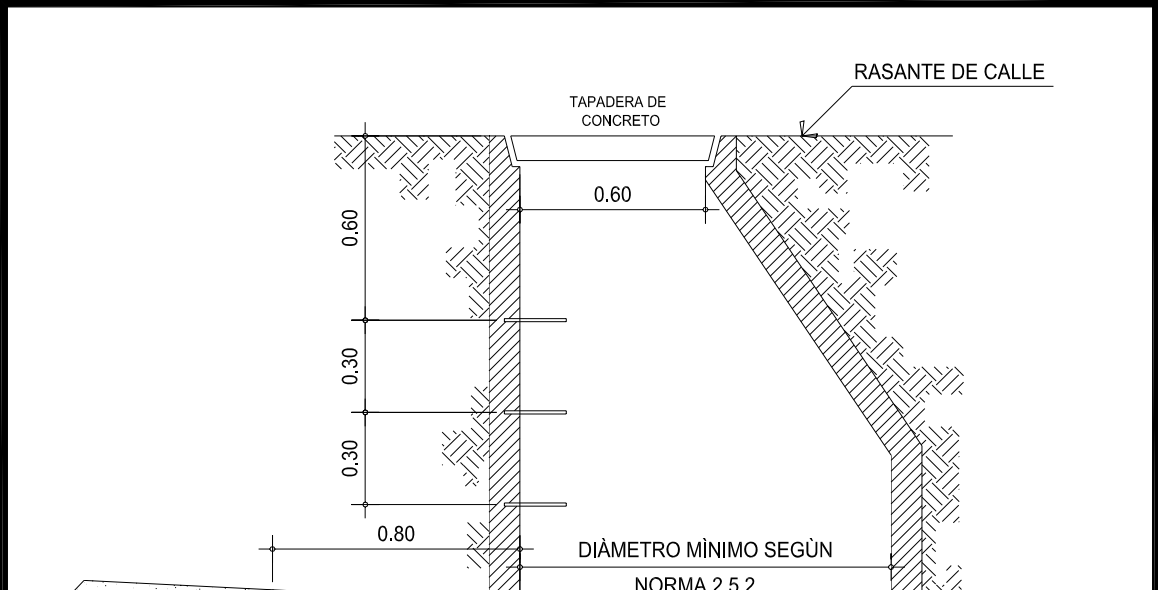


Figura 9. Pozo de visita con caída a 45 °, con tubería de pvc.

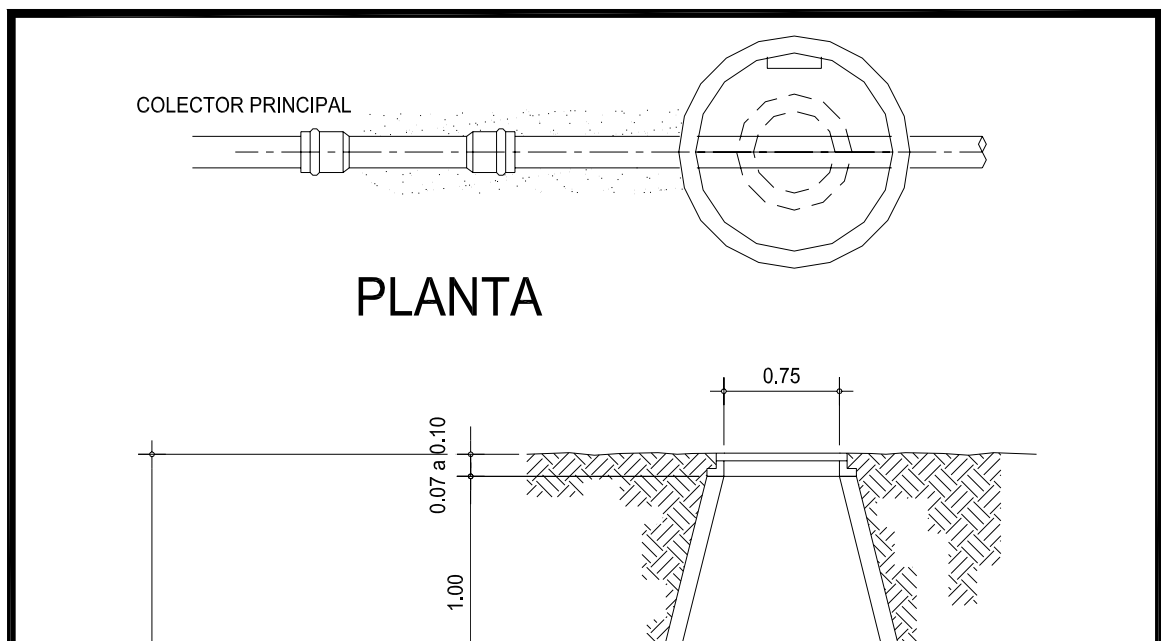


Figura 10. Pozo de visita con caída a 90°, con tubería de pvc.

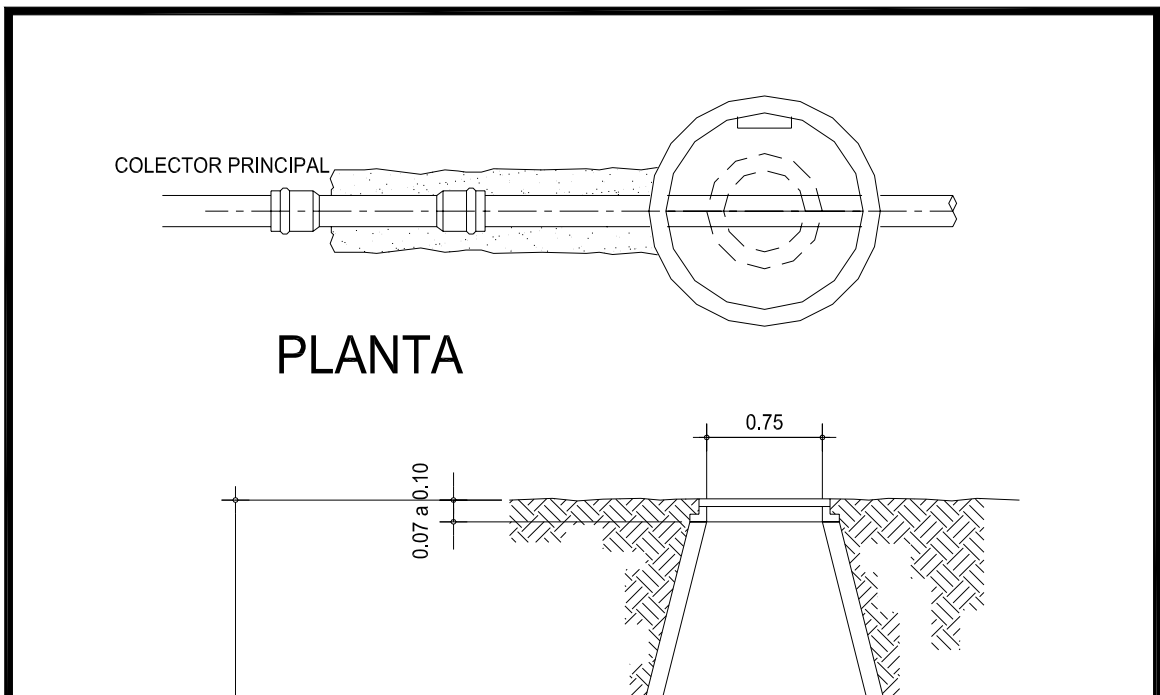


Figura 11. Modelos de pozos de visita con registro

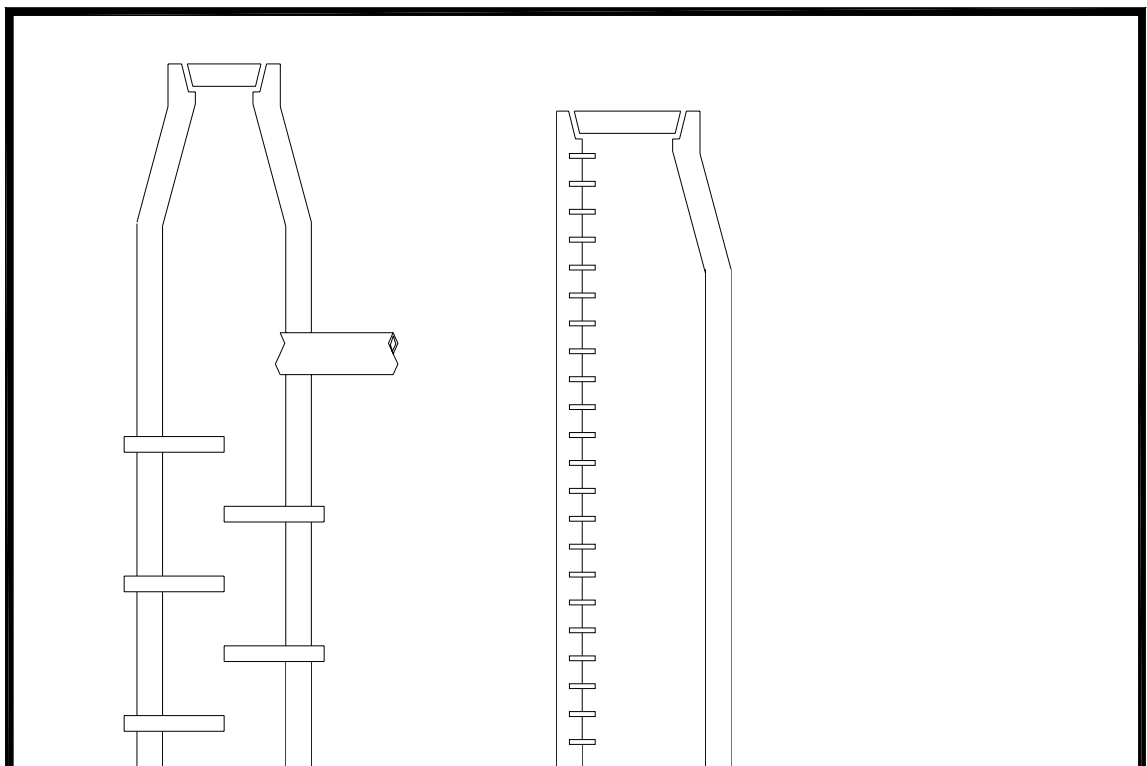


Figura 12. Fondos típicos de pozos de visita

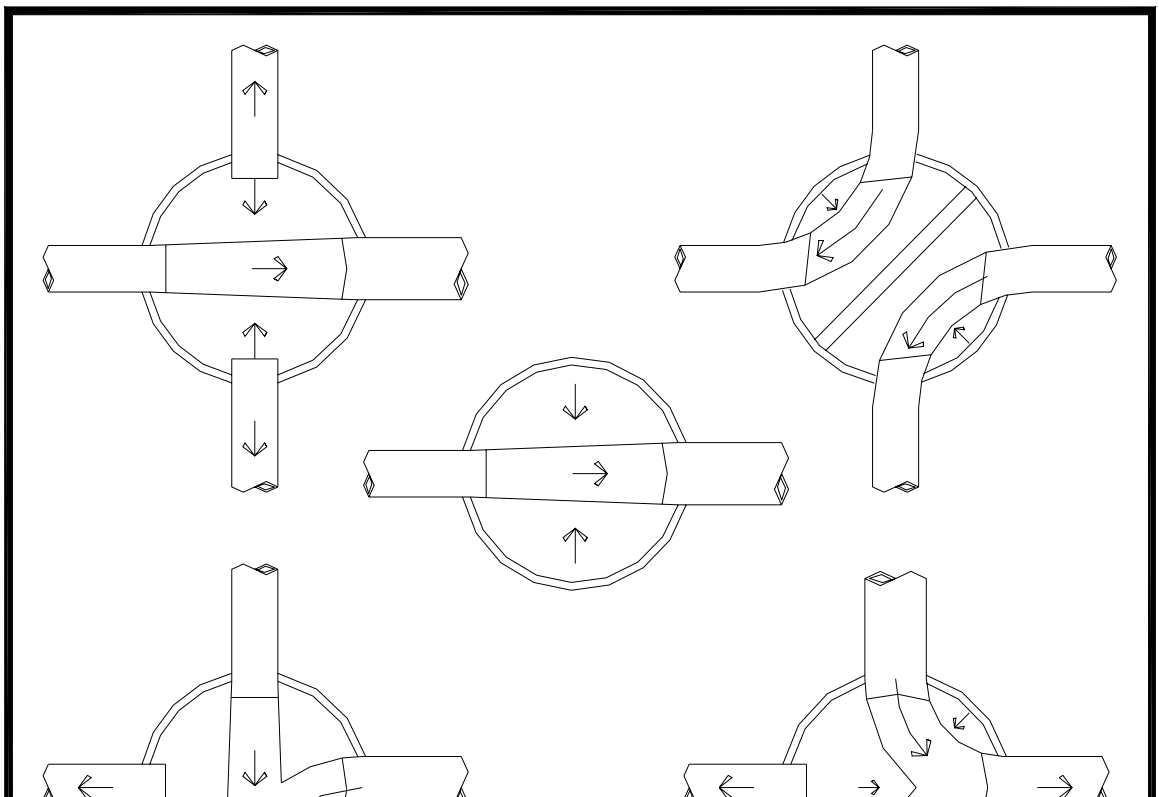




FIGURA 13. POZO DE VISITA PREFABRICADO DE POLIETILENO

Figura 14. Entrada de tragante para vias de tràfico intenso

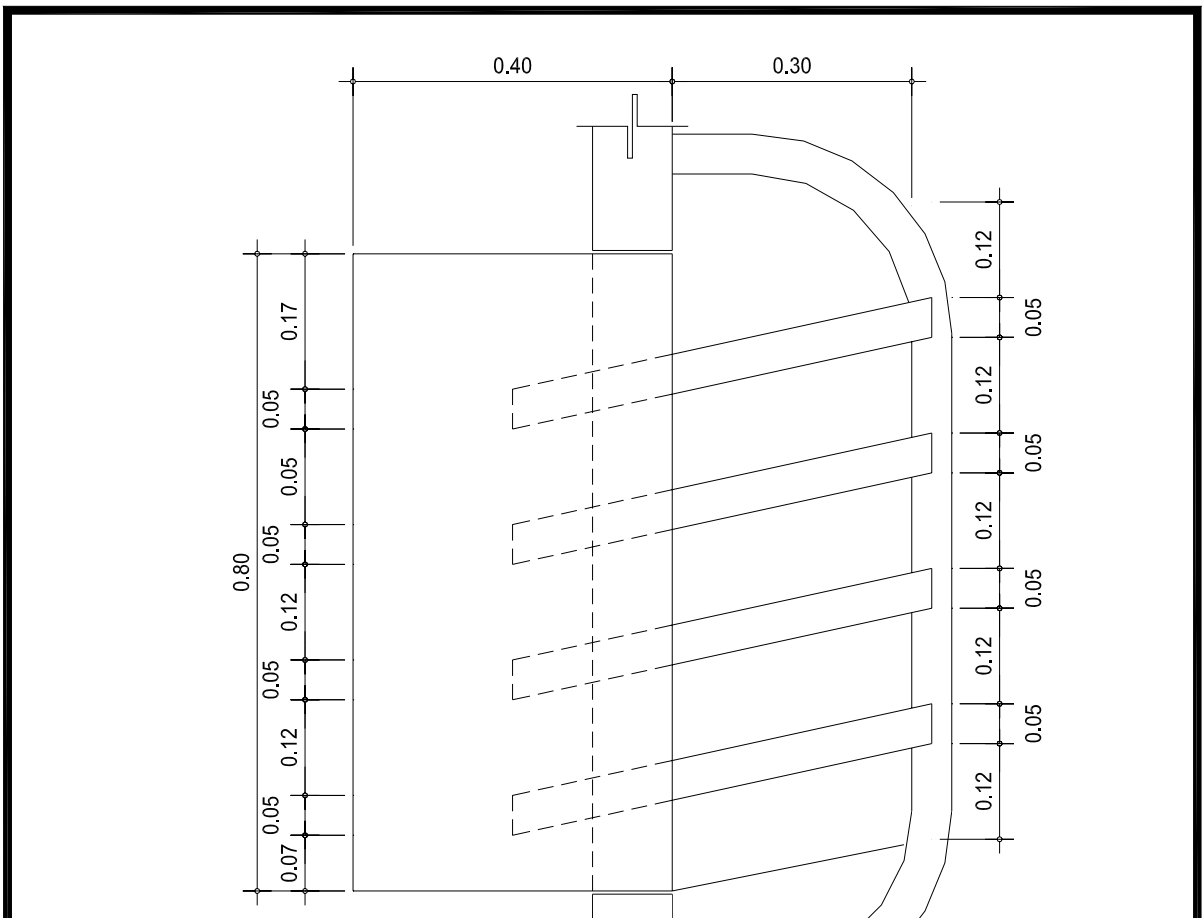


Figura 15. Entrada de tragante para vias de tráfico intenso

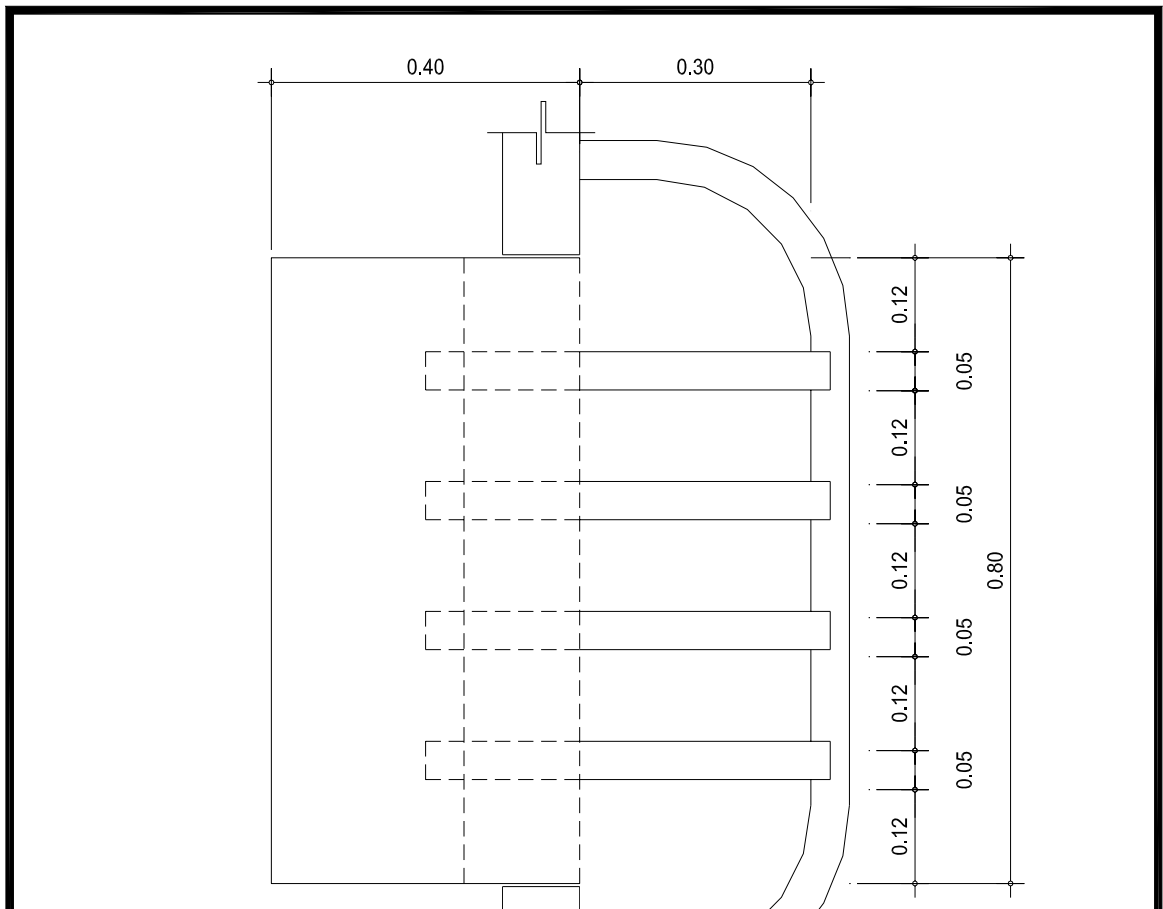


Figura 15. Entrada de tragante para vias de tráfico intenso

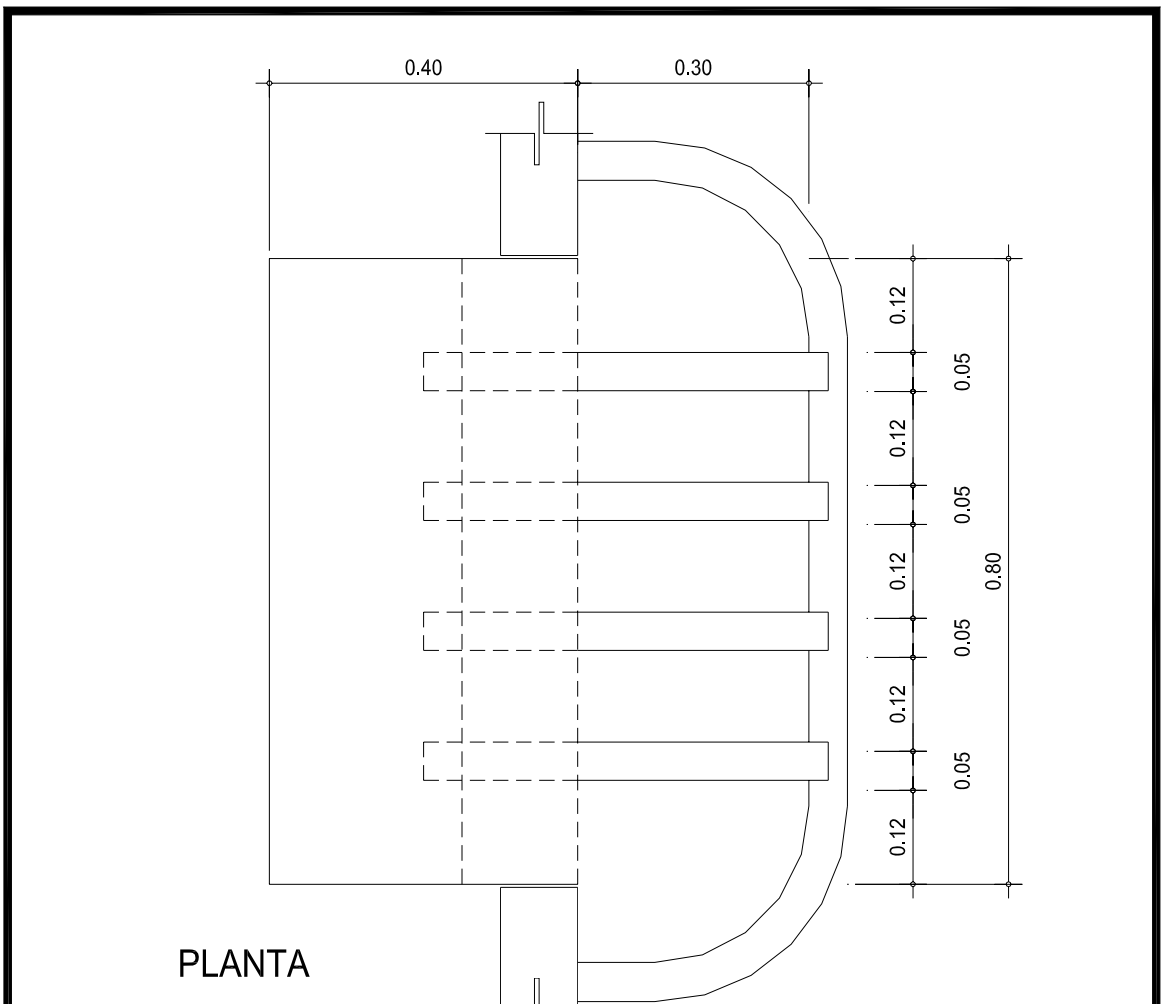


Figura 17. Seccion de tragante tipico, sistema de tormenta

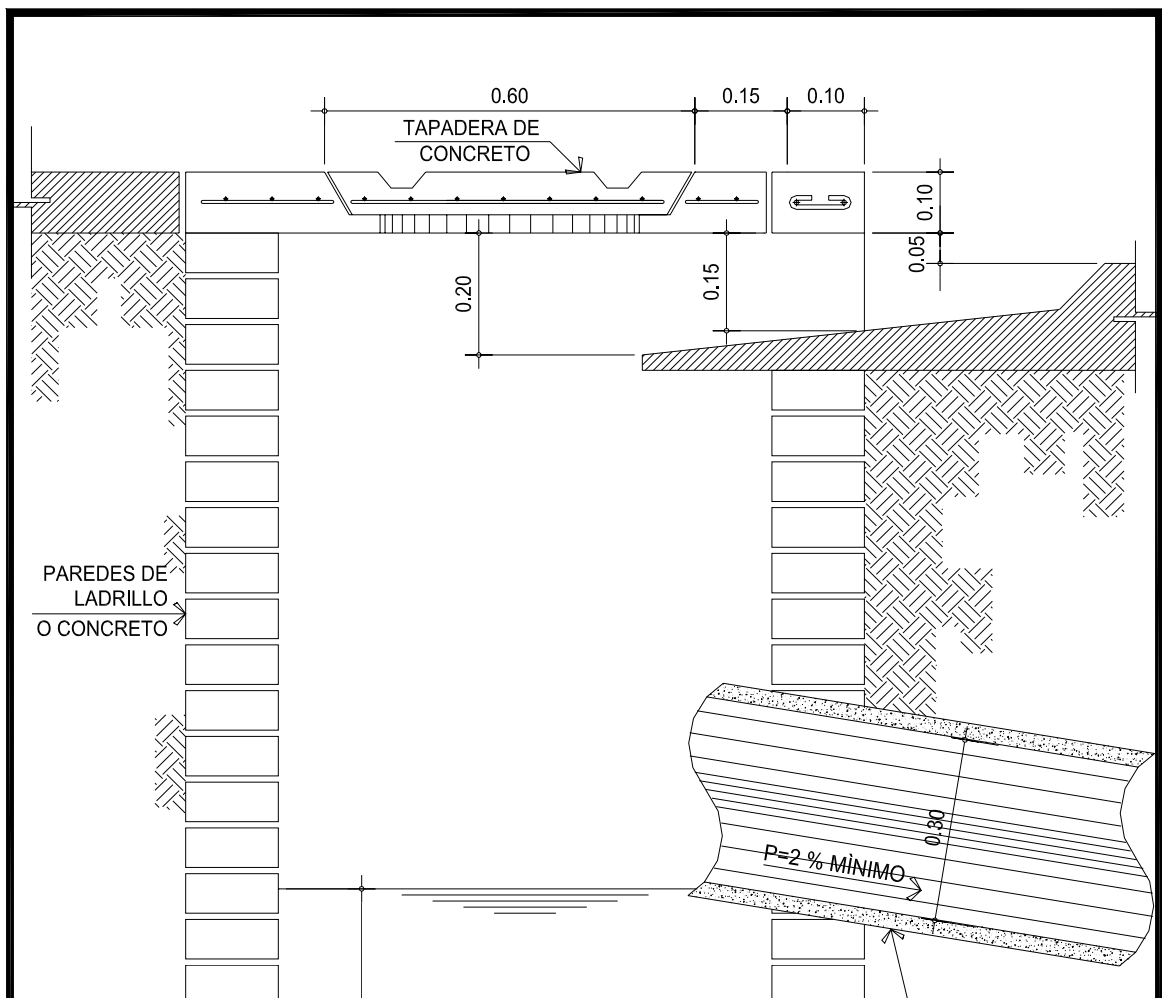


Figura 18. Planta de tragante típico, sistema combinado

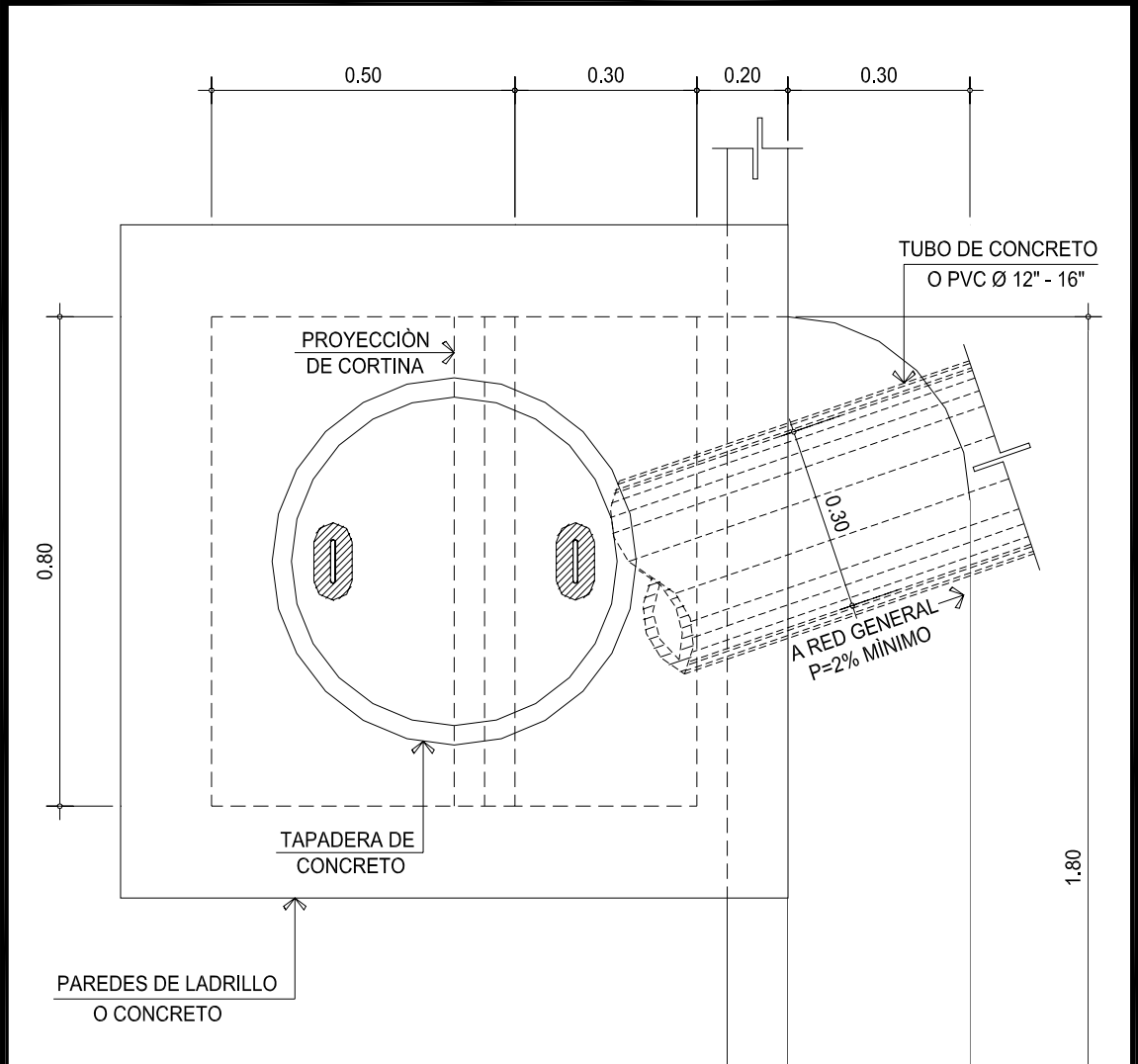


Figura 19. Sección de tragante típico, sistema combinado

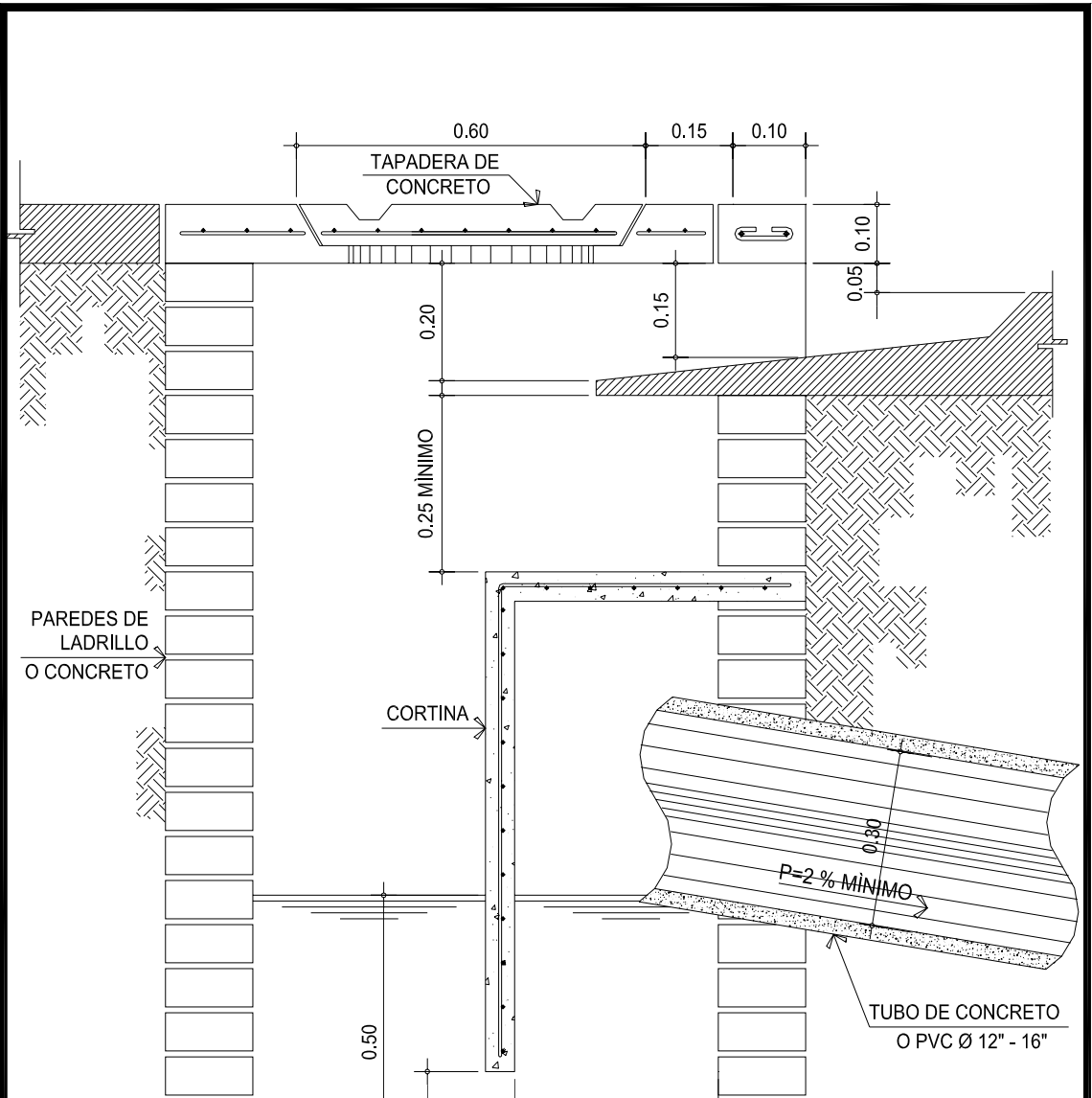


Figura 20. Ancho de zanja típico

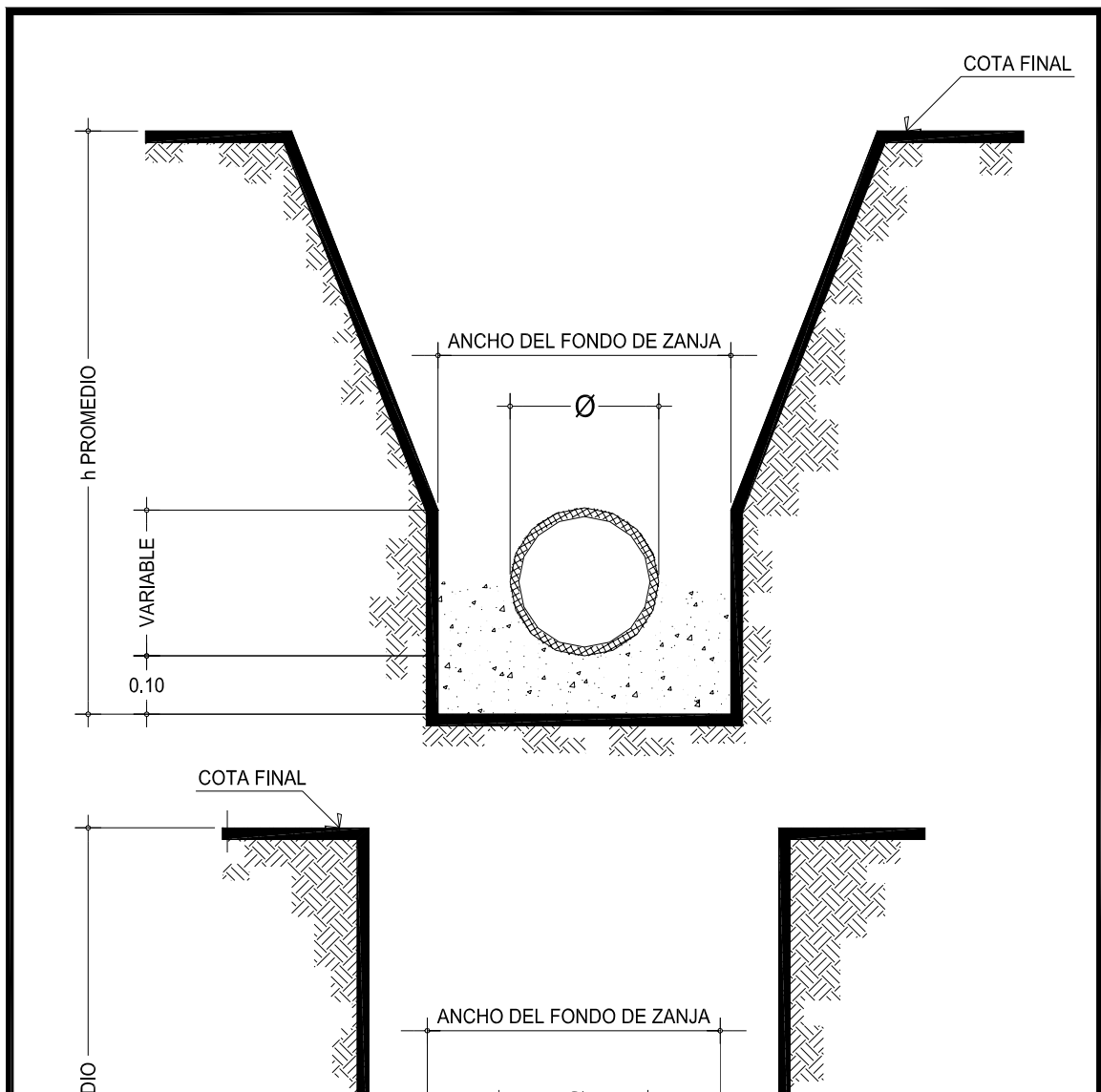


Figura 21. Intensidad de lluvia en mm/hora para la ciudad de Guatemala para tiempos de concentración en minutos y periodos en años de 2,5,10,20,50

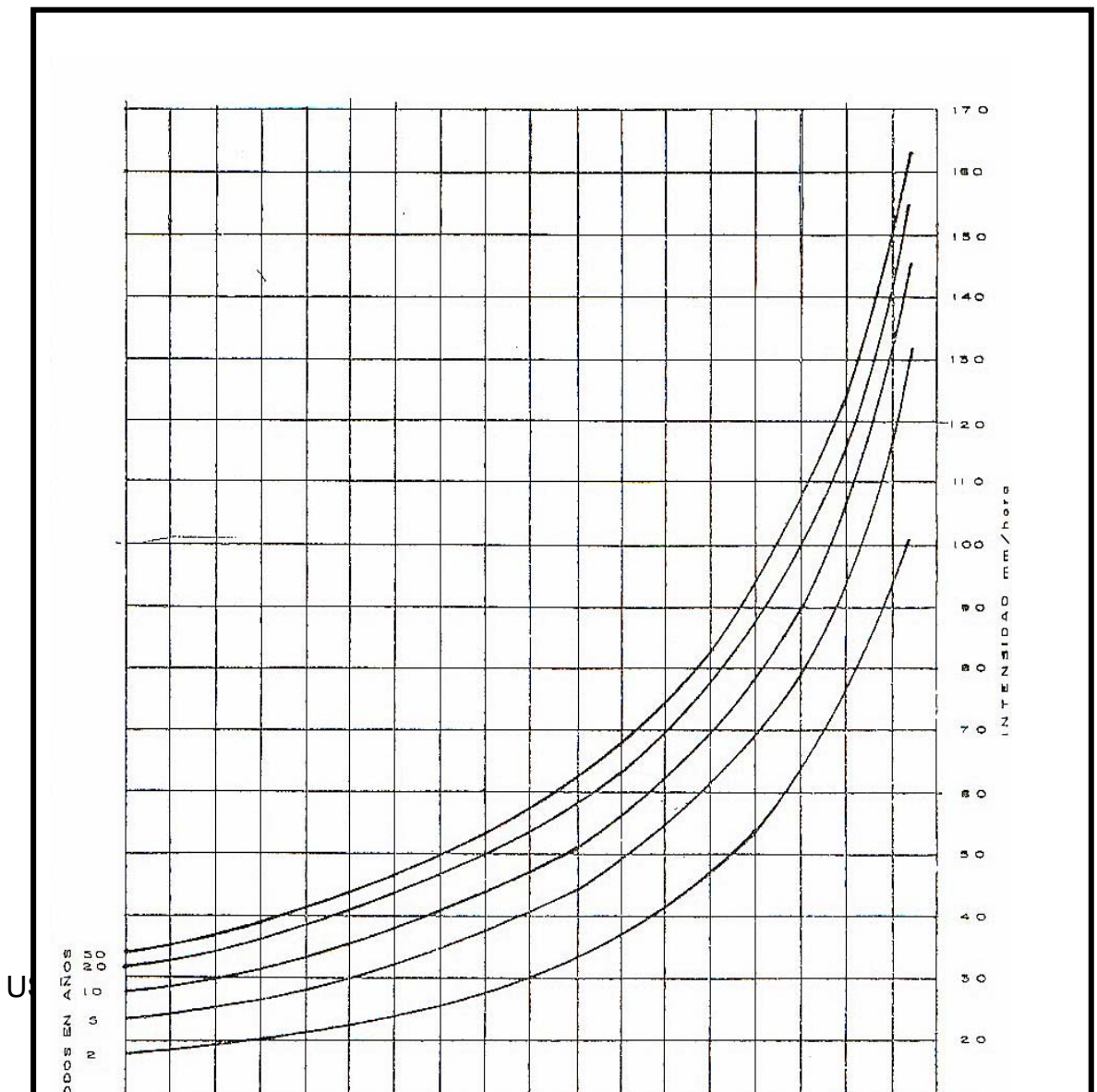
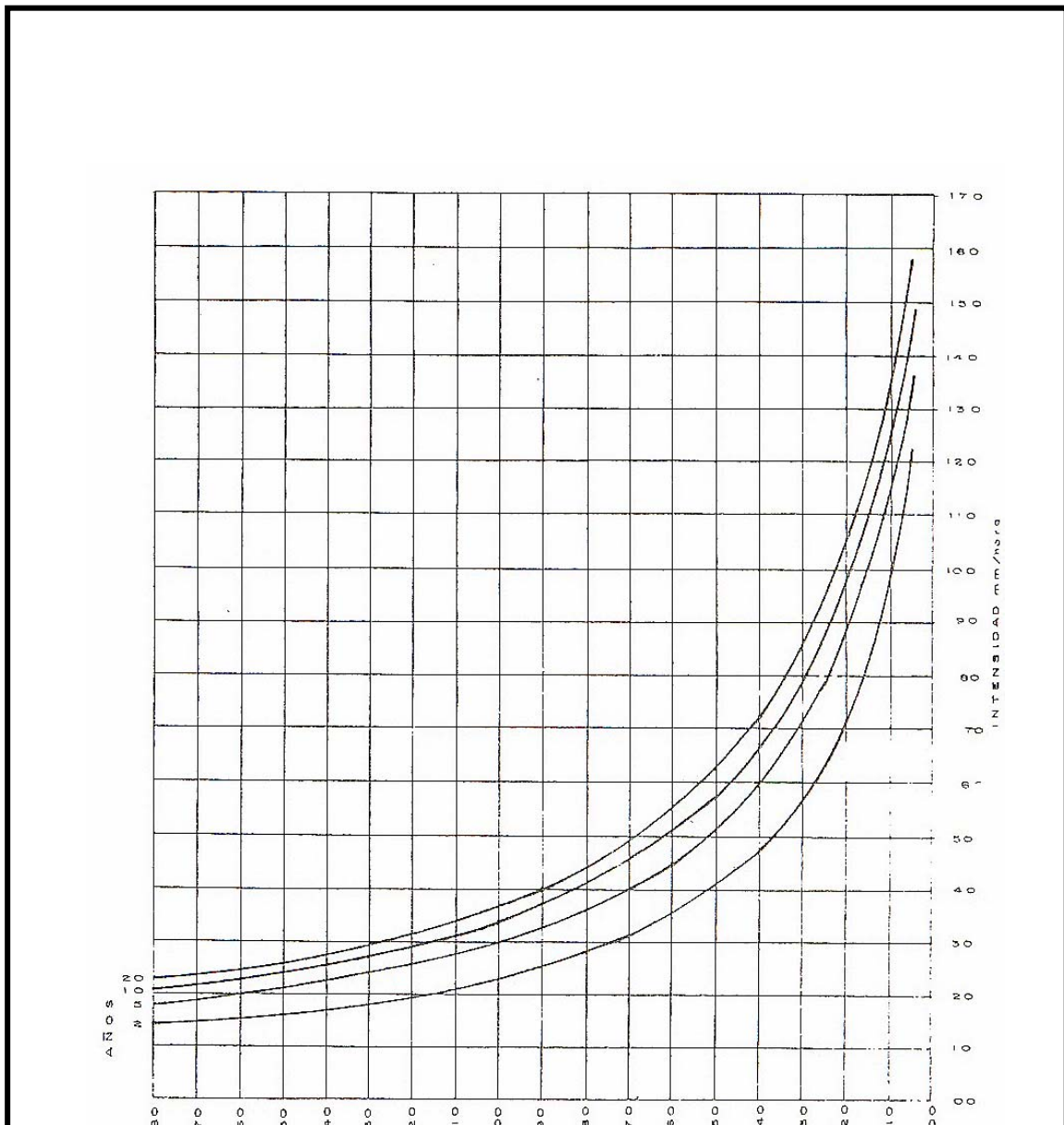


Figura 22. Intensidad de lluvia en mm/hora para la ciudad de Guatemala para diferentes tiempos de concentración en minutos y probabilidad de ocurrencia 2,5,10,20 años



DE
EN

Figura 23. Curvas escorrentía, gasto para la ciudad de Guatemala probabilidad de dos años

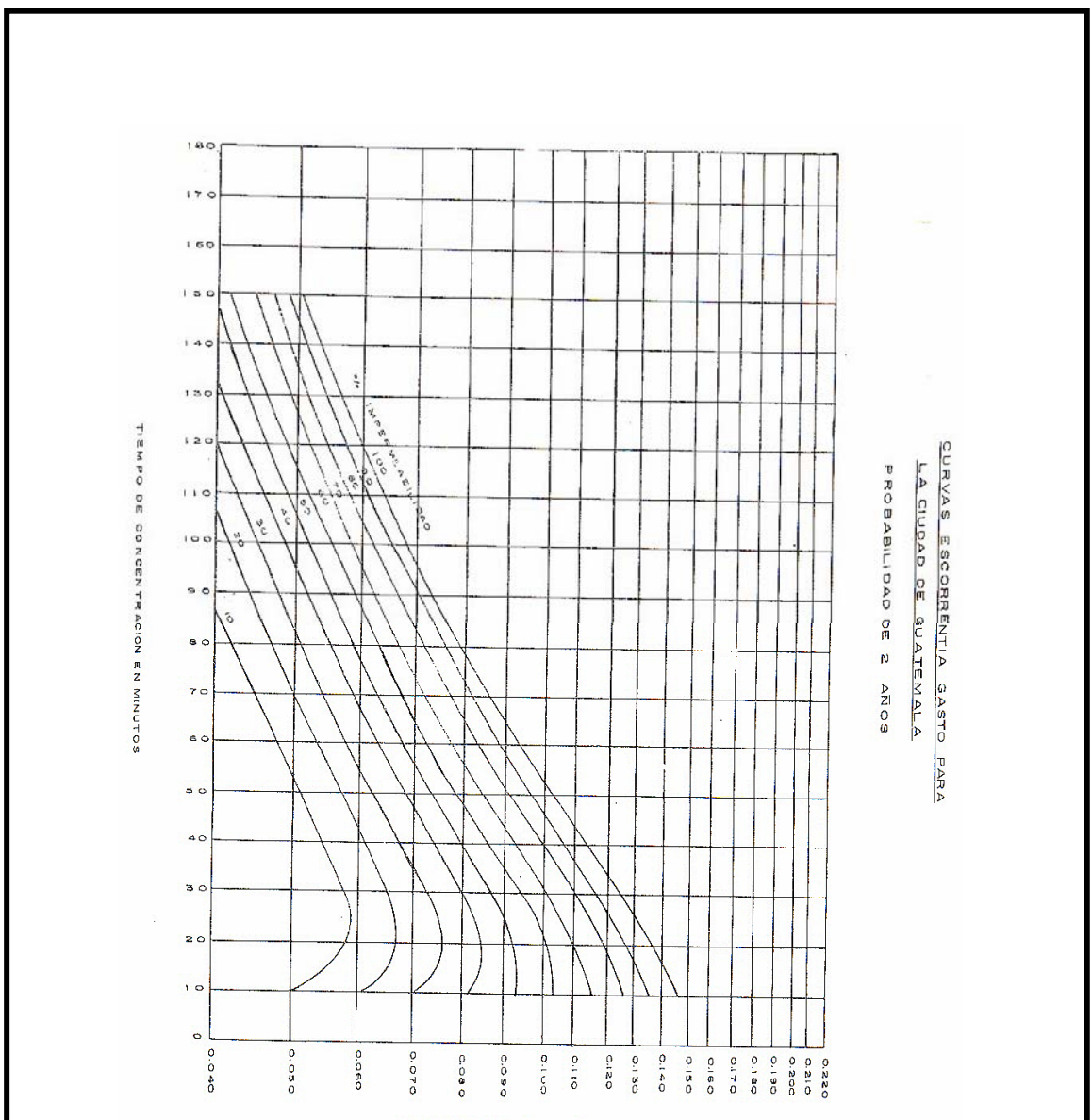


Figura 24. Curvas escorrentía, gasto para la ciudad de Guatemala probabilidad de cinco años

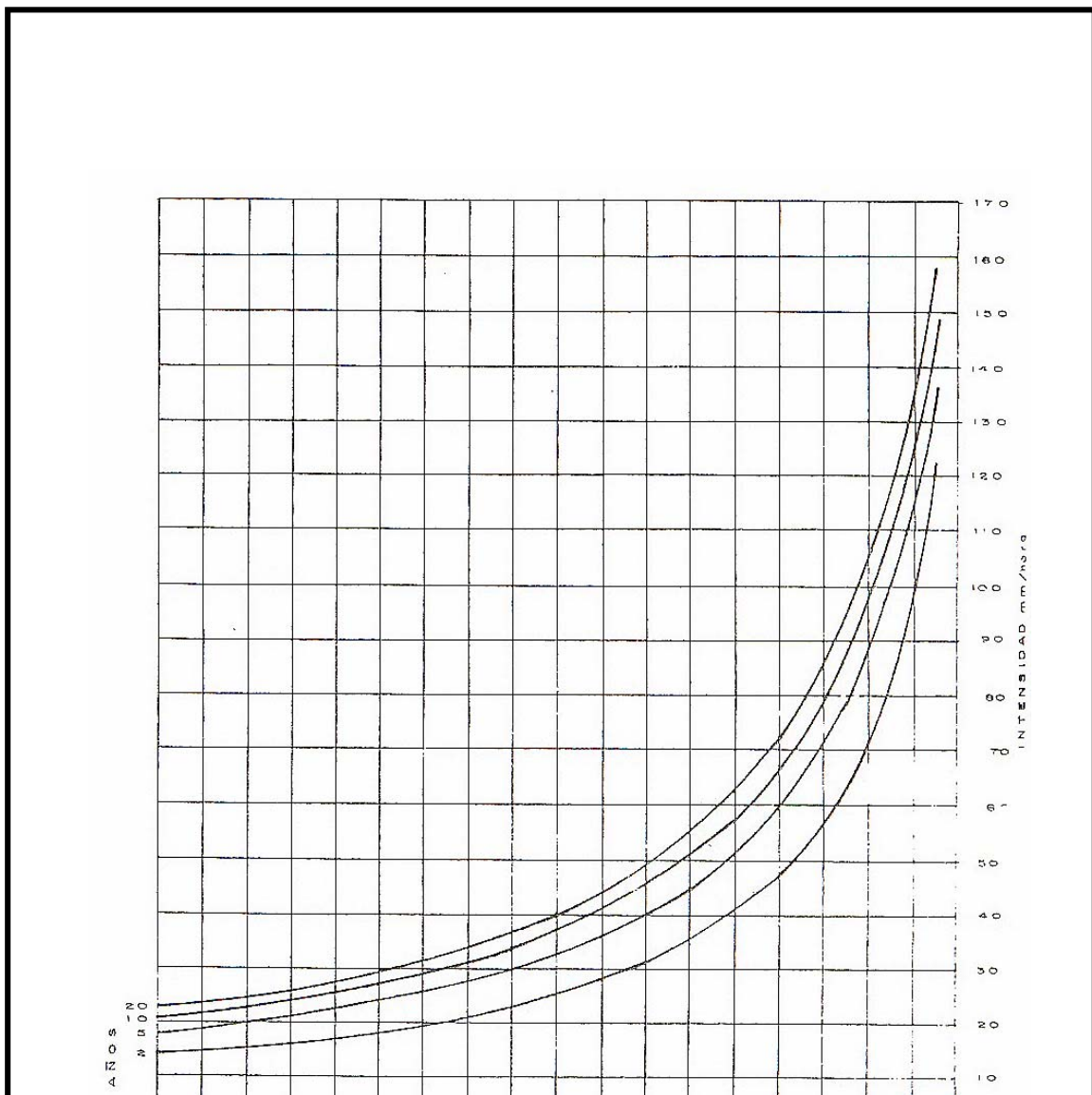


Figura 25. Curvas escorrentía, gasto para la ciudad de Guatemala probabilidad de diez años

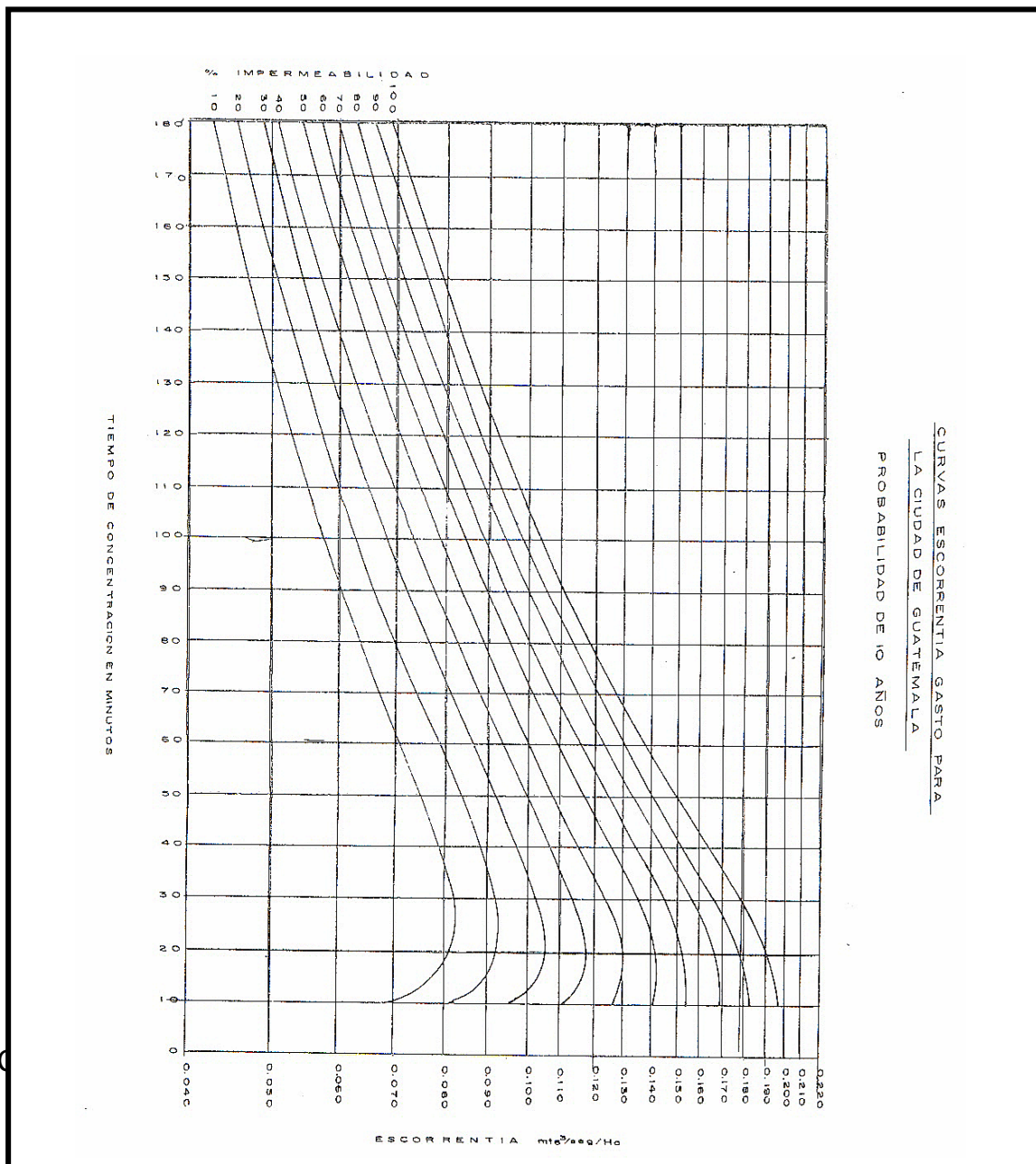


Figura 26. Curvas escorrentía, gasto para la ciudad de Guatemala probabilidad de veinte años

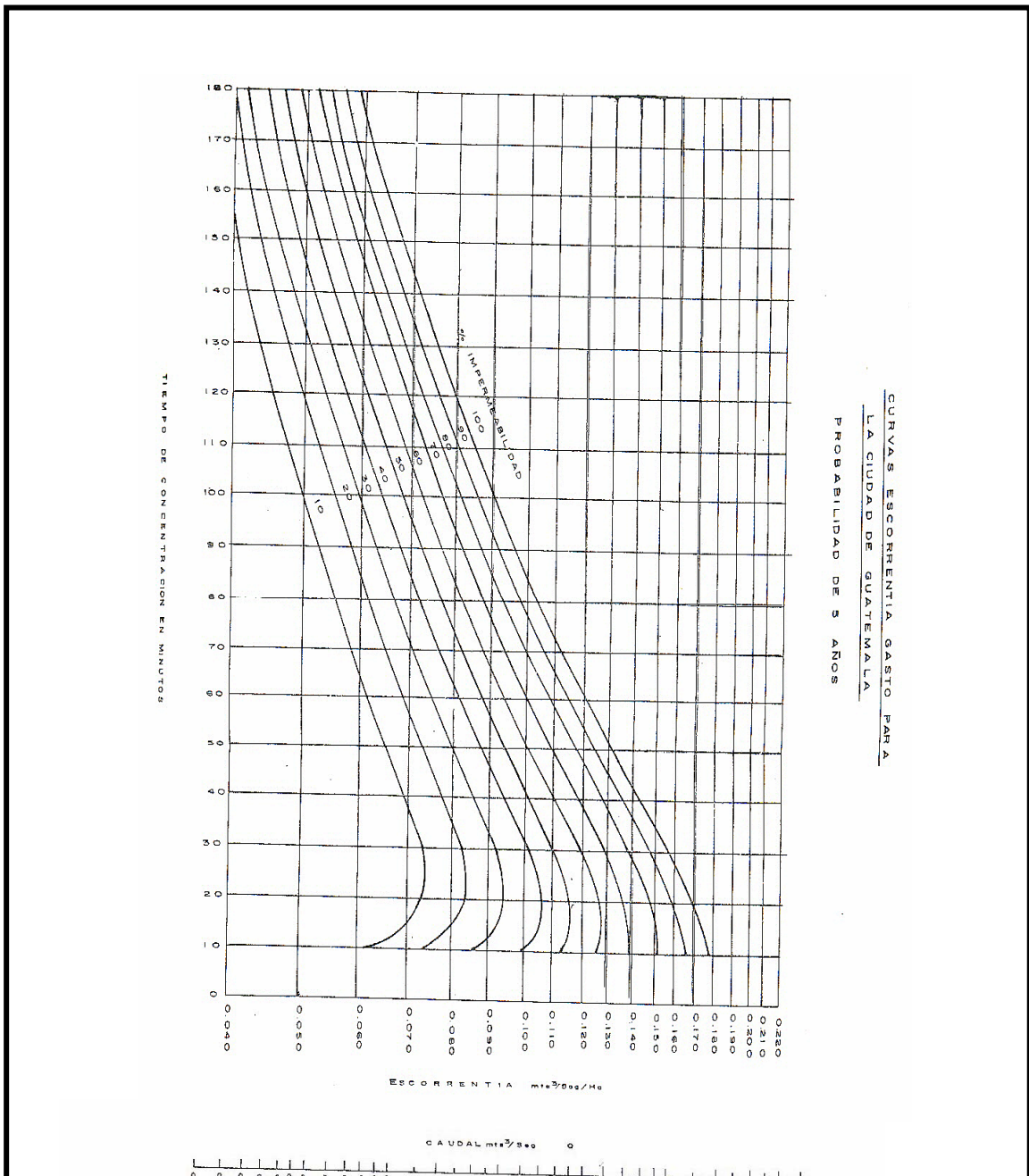
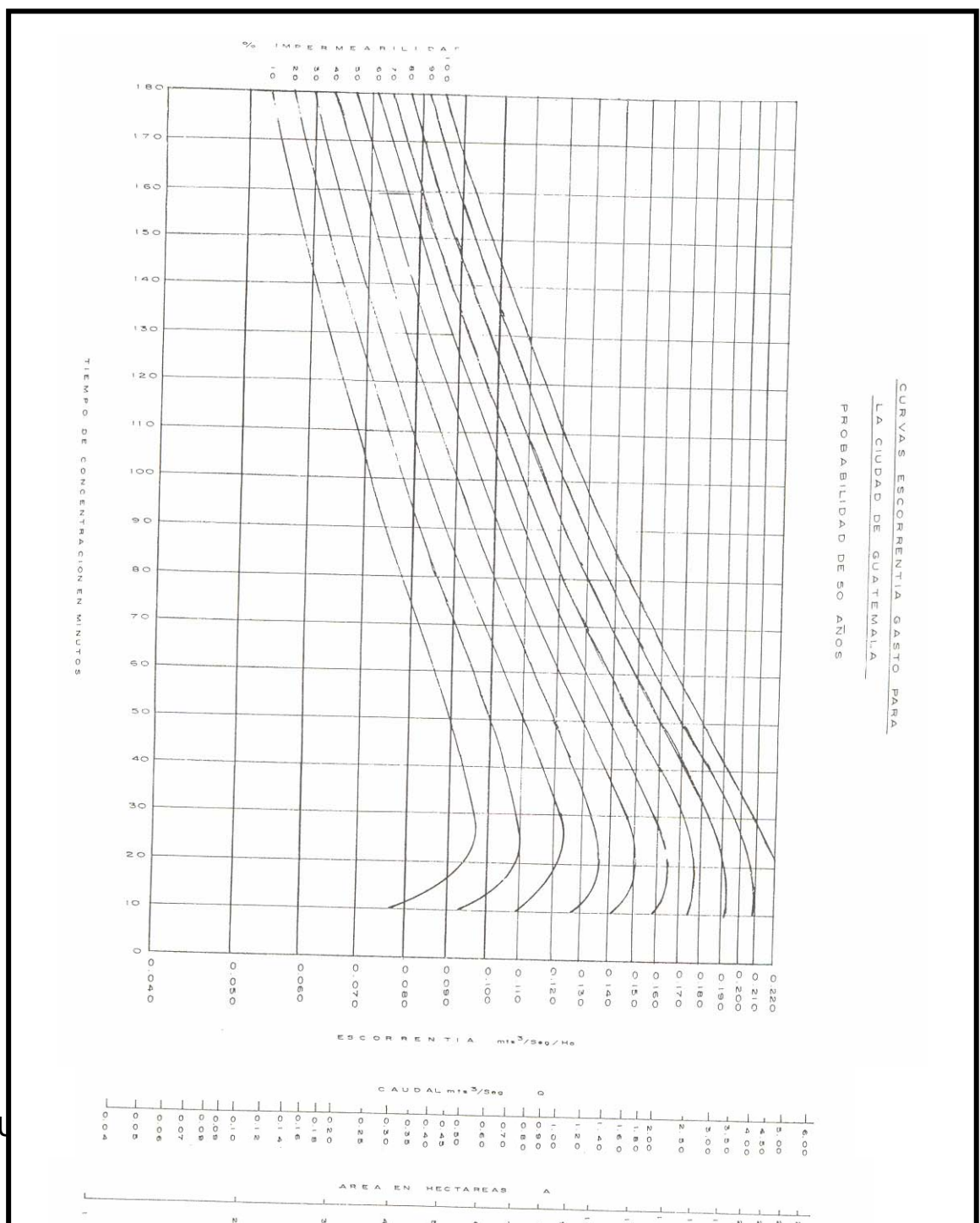


Figura 27. Curvas escorrentía, gasto para la ciudad de Guatemala probabilidad de cincuenta años



APÉNDICE

Figura 28. Signos convencionales

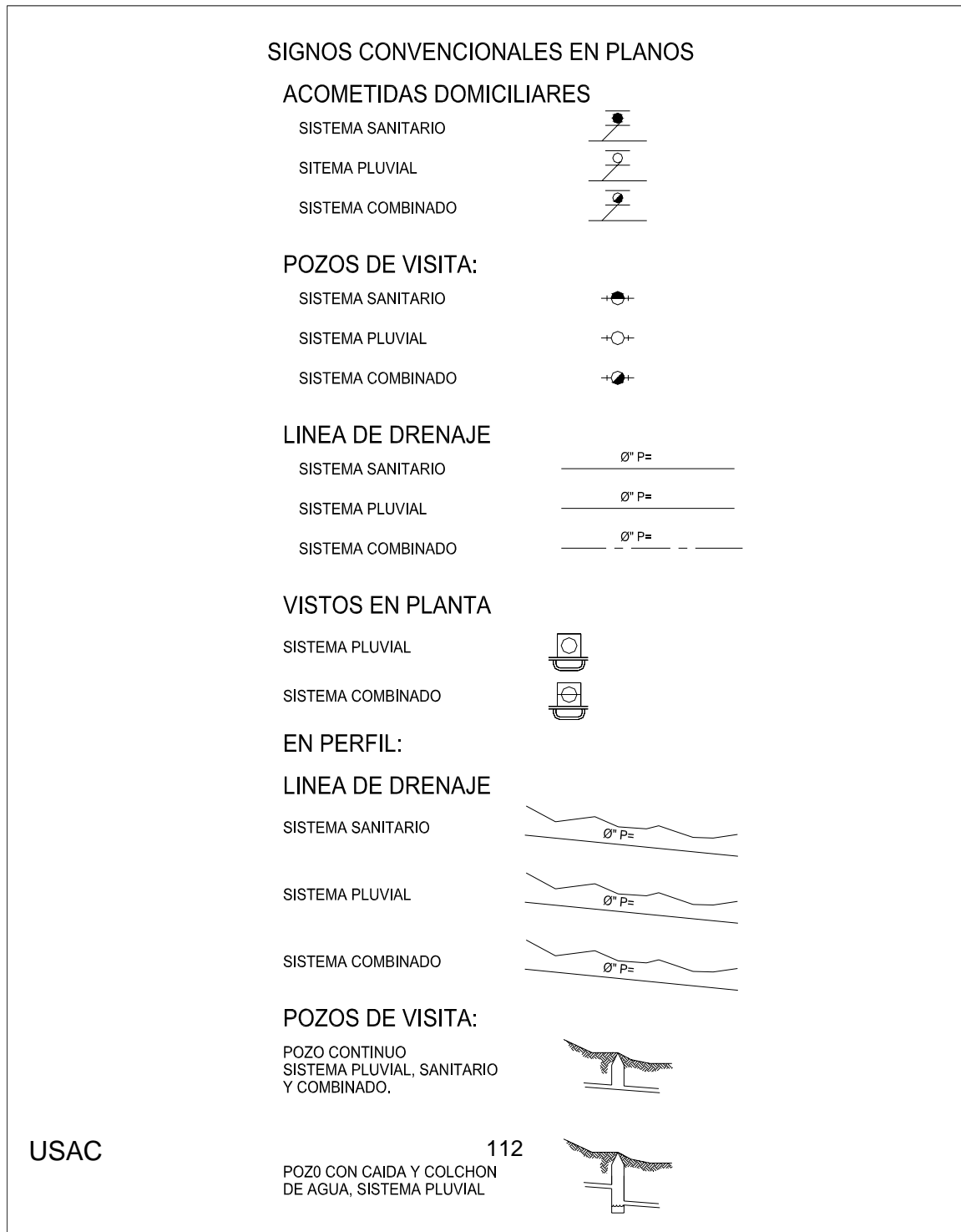
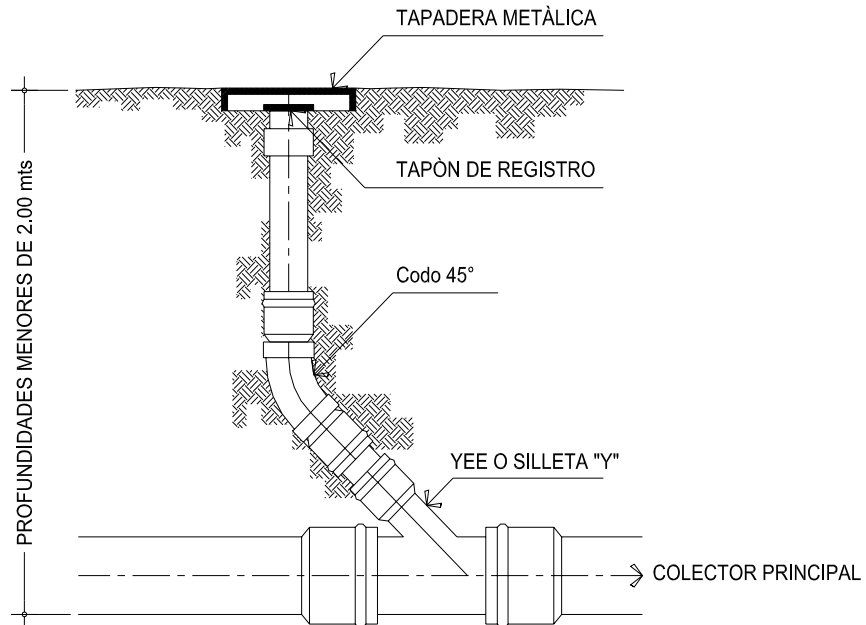
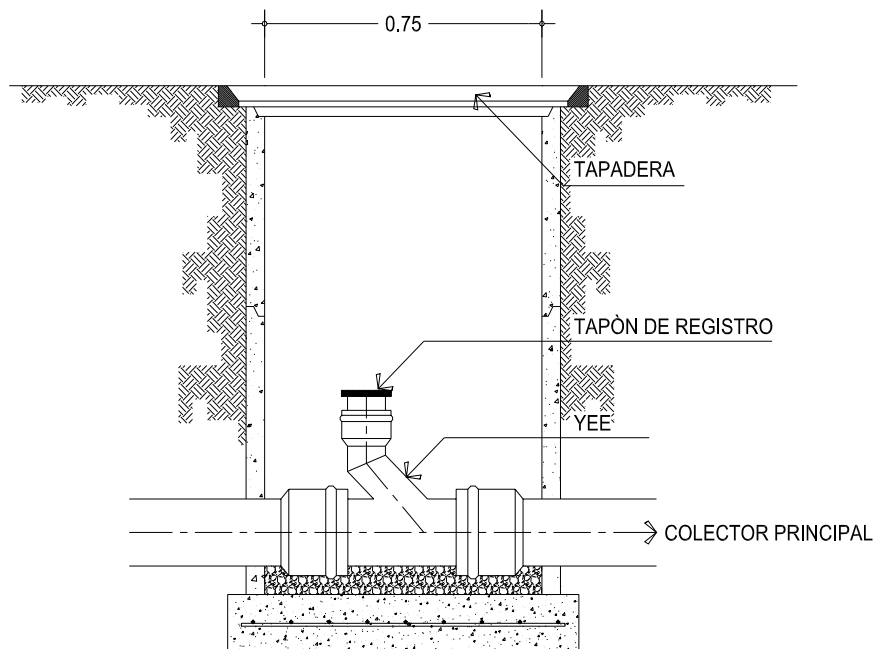


Figura 29. Registros de limpieza para tubería pvc

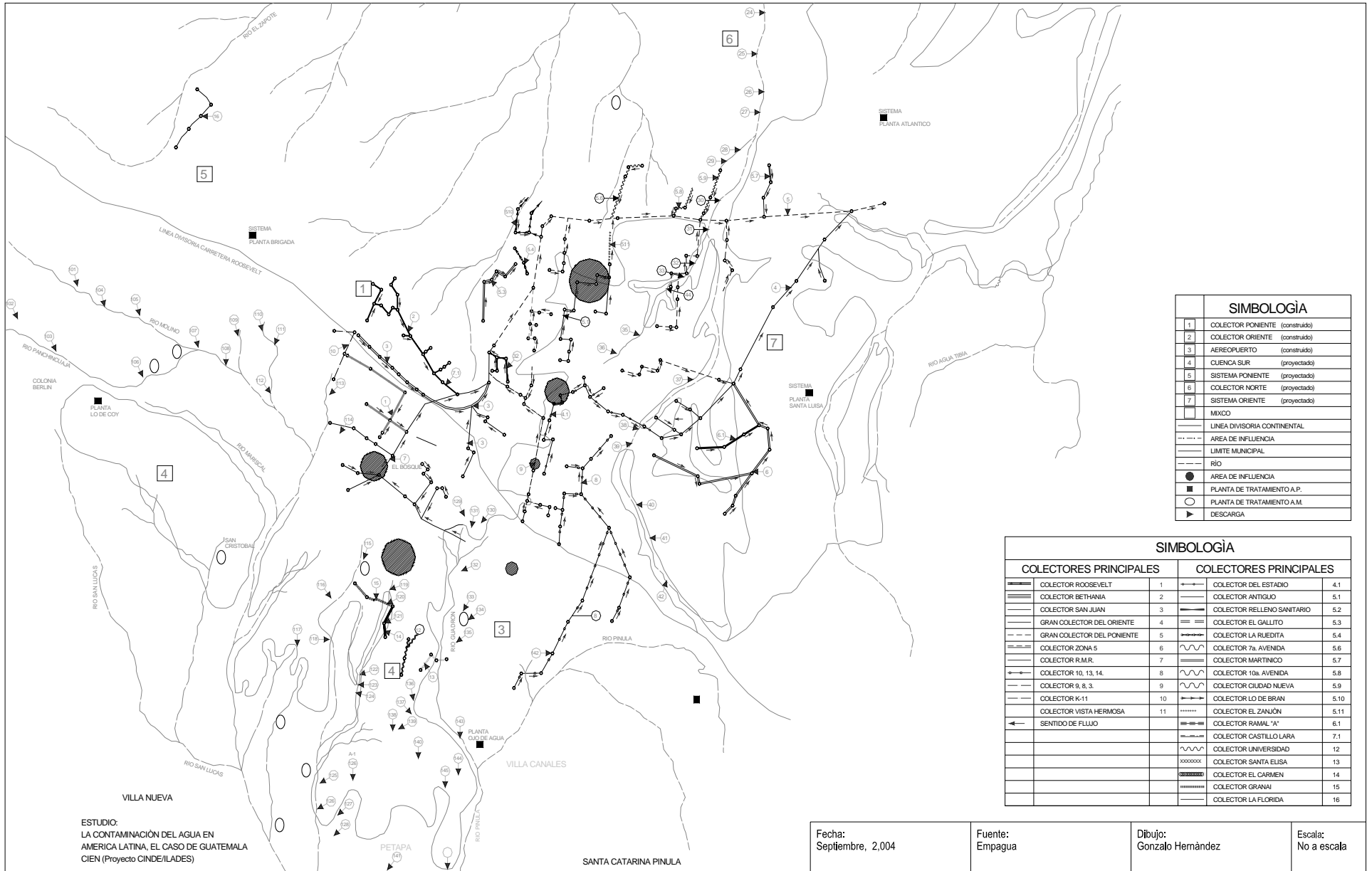


REGISTRO DE LIMPIEZA PARA PROFUNDIDADES MENORES DE 2.00 M O PARA TRAMOS INICIALES CUANDO NO SE EXIGE POZO DE VISITA



REGISTRO DE LIMPIEZA PARA PROFUNDIDADES MENORES DE 2.00 M Y/O LONGITUDES MAYORES DE 100 MTS. ENTRE POZO Y POZO

Figura 30. Sistema de colectores superficiales y profundos de la ciudad de Guatemala

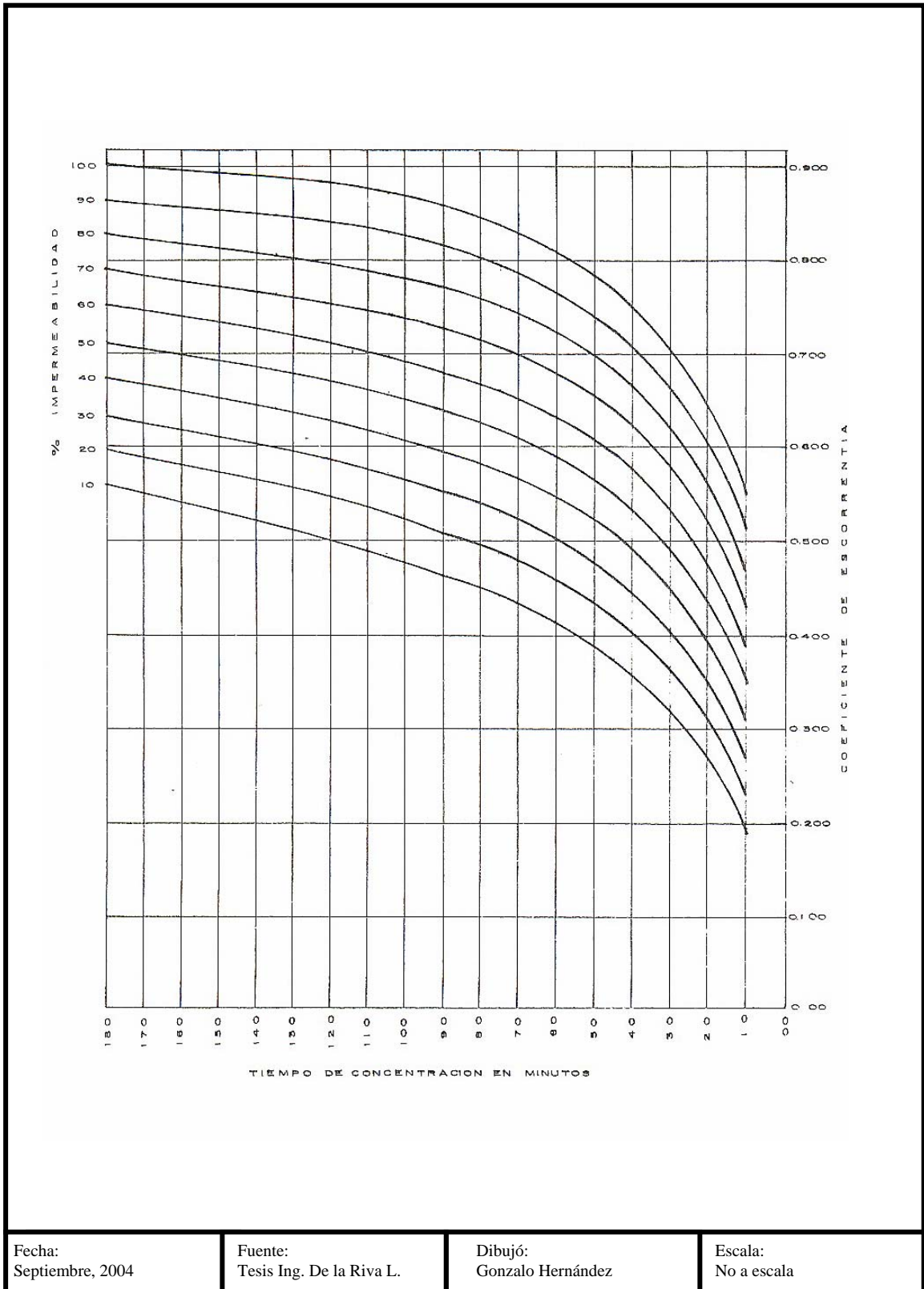


SIMBOLOGÍA	
1	COLECTOR PONIENTE (construido)
2	COLECTOR ORIENTE (construido)
3	AEREOPUERTO (construido)
4	CUENCA SUR (proyectado)
5	SISTEMA PONIENTE (proyectado)
6	COLECTOR NORTE (proyectado)
7	SISTEMA ORIENTE (proyectado)
	MIXCO
---	LINEA DIVISORIA CONTINENTAL
---	AREA DE INFLUENCIA
---	LIMITE MUNICIPAL
---	RIO
●	AREA DE INFLUENCIA
■	PLANTA DE TRATAMIENTO A.P.
○	PLANTA DE TRATAMIENTO A.M.
▶	DESCARGA

SIMBOLOGÍA			
COLECTORES PRINCIPALES		COLECTORES PRINCIPALES	
=====	COLECTOR ROOSEVELT 1	←-----	COLECTOR DEL ESTADIO 4.1
=====	COLECTOR BETHANIA 2	-----	COLECTOR ANTIGUO 5.1
=====	COLECTOR SAN JUAN 3	-----	COLECTOR RELLENO SANITARIO 5.2
=====	GRAN COLECTOR DEL ORIENTE 4	=====	COLECTOR EL GALLITO 5.3
-----	GRAN COLECTOR DEL PONIENTE 5	=====	COLECTOR LA RUEDITA 5.4
=====	COLECTOR ZONA 5 6	~~~~~	COLECTOR 7a AVENIDA 5.6
-----	COLECTOR R.M.R. 7	=====	COLECTOR MARTINCO 5.7
-----	COLECTOR 10, 13, 14. 8	~~~~~	COLECTOR 10a AVENIDA 5.8
-----	COLECTOR 9, 8, 3. 9	~~~~~	COLECTOR CIUDAD NUEVA 5.9
-----	COLECTOR K-11 10	-----	COLECTOR LO DE BRAN 5.10
-----	COLECTOR VISTA HERMOSA 11	-----	COLECTOR EL ZANJÓN 5.11
←	SENTIDO DE FLUJO	=====	COLECTOR RAMAL "A" 6.1
		-----	COLECTOR CASTILLO LARA 7.1
		~~~~~	COLECTOR UNIVERSIDAD 12
		xxxxxxx	COLECTOR SANTA ELISA 13
		=====	COLECTOR EL CARMEN 14
		-----	COLECTOR GRANANÍ 15
		-----	COLECTOR LA FLORIDA 16



Figura 31. Curvas escorrentía, para áreas rectangulares, donde el largo es de cuatro veces el ancho



Fecha:  
Septiembre, 2004

Fuente:  
Tesis Ing. De la Riva L.

Dibujó:  
Gonzalo Hernández

Escala:  
No a escala

**TABLA XIII. Precipitación anual en mm estación ubicada en el Insivumeh**

<b>Año</b>	<b>Ene.</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>ANUAL</b>
1990	4.5	0.4	0.7	21.9	190.6	205.6	156.6	64.1	242.6	58.5	46.2	6.6	998.3
1991	4.6	0.8	0.0	14.4	128.9	328.6	157.6	68.3	180.8	189.7	161.0	51.8	1286.5
1992	1.5	0.0	11.7	32.5	21.9	261.3	182.9	210.5	151.5	134.0	21.8	0.6	1036.5
1993	0.1	0.0	11.4	97.4	65.3	300.4	110.4	233.9	229.0	112.9	29.5	0.2	1190.5
1994	5.0	0.4	0.9	12.5	122.0	170.0	125.0	256.8	188.0	101.2	3.3	3.1	988.2
1995	0.2	0.8	3.4	72.6	114.4	325.9	217.9	237.5	396.3	120.0	25.2	9.5	1523.7
1996	14.4	2.0	2.3	80.9	105.3	228.5	184.1	111.6	339.9	134.4	20.6	4.4	1214.0
1997	10.6	10.7	2.1	13.4	58.9	170.6	148.2	254.6	91.4	130.9	37.0	12.3	940.7
1998	0.1	0.0	21.2	0.0	68.9	280.1	216.9	210.6	127.6	224.0	355.5	3.6	1508.5
1999	1.0	52.2	0.4	6.4	96.8	295.1	277.8	221.7	326.9	174.3	19.7	3.0	1475.3
2000	0.4	0.0	0.2	40.9	231.4	306.0	62.1	130.4	220.2	41.5	14.5	1.6	1049.2
2001	1.1	4.8	2.6	4.1	129.5	162.8	175.1	223.3	152.7	137.6	19.6	1.3	1014.5
2002	0.0	6.6	0.0	12.7	76.4	208.4	163.7	109.3	242.9	108.6	83.6	0.2	1012.4
2003	0.9	14.4	20.3	36.8	159.9	303.1	186.8	109.4					
<b>Promedio</b>	<b>3.2</b>	<b>6.7</b>	<b>5.5</b>	<b>31.9</b>	<b>112.2</b>	<b>253.3</b>	<b>169.4</b>	<b>174.4</b>	<b>222.3</b>	<b>128.3</b>	<b>64.4</b>	<b>7.6</b>	<b>1179.1</b>
<b>Desviación Estandar</b>	<b>4.4</b>	<b>13.9</b>	<b>7.5</b>	<b>30.9</b>	<b>55.4</b>	<b>60.7</b>	<b>51.9</b>	<b>71.1</b>	<b>88.9</b>	<b>49.2</b>	<b>96.7</b>	<b>13.8</b>	<b>213.2</b>

Clave: 60100

Latitud 143511

Longitud 903158

altura 1502 msnm

Fuente: El Insivumeh

**TABLA XIV. Precipitación en mm estación Ubicada en San Pedro Ayampuc**

<b>Año</b>	<b>Ene.</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>ANUAL</b>
1990	11.1	1.4	1.0	47.4	185.3	90.5	125.7	137.9	339.4	94.1	73.4	26.4	1133.6
1991	6.2	2.2		16.5	155.0	219.0	62.3	94.2	257.1	118.5	12.8	28.1	971.9
1992	0.7		10.2	46.4	14.8	331.5	160.4	159.7	96.6	61.8	42.5	73.0	997.6
1993			8.9	85.9	62.3	39.4		14.2	148.0	86.4	13.0	6.7	464.8
1994	7.6	1.2	6.2	37.9	94.2	133.8	37.5	277.6	240.2	134.5	24.6	5.0	1000.3
1995	0.3	2.4	0.4	81.3	101.7	295.4	124.9	294.4	337.3	159.8	3.7	15.3	1416.9
1996	2.6	3.4	3.3	183.4	192.6	256.6	239.3	118.4	191.4	207.5	24.6	0.6	1423.7
1997	2.7	0.8	5.1	56.9	38.1	273.1	140.2	94.1	352.8	145.4	107.5	19.2	1235.9
1998	1.0				65.2	196.2	220.0	28.5					510.9
1999						338.1			380.2	399.1	16.1		1133.5
2000			1.1		217.6	192.9	215.2						626.8
2001													0.0
<b>Promedio</b>	<b>4</b>	<b>1.9</b>	<b>4.5</b>	<b>69.5</b>	<b>112.7</b>	<b>215.1</b>	<b>147.3</b>	<b>135.4</b>	<b>260.3</b>	<b>156.3</b>	<b>35.4</b>	<b>21.8</b>	<b>1164.3</b>
<b>Desviación Estandar</b>	<b>3.9</b>	<b>1</b>	<b>3.7</b>	<b>51.2</b>	<b>70.6</b>	<b>97</b>	<b>69.7</b>	<b>97.4</b>	<b>99.8</b>	<b>100.8</b>	<b>34.1</b>	<b>23</b>	<b>476.7</b>

Clave: 61201

Latitud 144635

Longitud 902717

altura 1200 msnm

Fuente: El Insivumeh

**SISTEMAS DE COLECTORES EXISTENTES EN LA CIUDAD DE  
GUATEMALA**

**CUENCA DEL ATLÁNTICO**

1.	GRAN COLECTOR DEL PONIENTE	6.600 km.
1.1	Colector BETHANIA, zona 7	4.403 km.
1.1.1	“ secundario LA VERBENA, zona 7	1.097 km.
1.1.2	“ “ CENTROAMÉRICA zona 7	0.538 km.
1.2	Colector CASTILLO LARA, zona 7	0.433 km.
1.2.1	“ secundario LANDÍVAR 13 calle, zona 7	0.373 km.
1.3	Colector SAN VICENTE, zona 7	1.841 km.
1.4	Colector SAN JUAN, zonas 7 y 3	3.340 km.
1.4.1	“ secundario Antiguo, zonas 12, 3 y 7	1.560 km.
1.4.2	“ “ Antiguo, zonas 12, 3 y 7	1.560 km.
1.4.3	“ “ Puente EL TREBOL, zona 3	0.095 km.
1.5	Colector REFORMITA-MARISCAL-ROOSEVELT (R.M.R.) zonas 12,11 y 7	9.870 km.
1.5.1	Colector secundario MILLES ROCK, zona 12	0.644 km.
1.5.2	“ “ LAS MAJADAS, zona 11	0.550 km.
1.6	Colector 9-8-3, zonas 9, 8 y 3	2.210 km.
1.7	Colector ORALIA, zona 3	0.529 km.
1.7.1	“ secundario SANTA MARTA, zona 3	0.215 km.
1.8	Colector EL GALLITO, zona 3	1.713 km.
1.8.1	“ secundario 3ª. Y 1ª. AVENIDAS GALLITO zona 3	1.100 km.
1.8.2	“ “ AV. ELENA Y AV. CENTROAMERICA zona 3	2.300 km.
1.9	Colector LA RUEDITA, zona 3	1.091 km.
1.10	Colector LO DE BRAN, zona 3	1.166 km.
1.11	Colector ANTIGUO ZONAS 1 y 2	2.700 km.
1.12	Colector SAUCE-ZAPOTE, zona 2	0.794 km.
1.12.1	“ secundario antigua, 1ª AVENIDA, zona 2	0.965 km.
1.13	Colector 7ª. AVENIDA, zonas 1 y 2	1.835 km.
1.14	Colector 10ª. AVENIDA, zona 2	0.399 km.
1.14.1	“ secundario antiguo 10ª., 11 y 12 AVS., zona 2	1.622 km.
1.15	Colector MARTINICO, zona 6	2.290 km.
1.15.1	“ secundario antiguo 45 AVENIDA, zona 6	1.921 km.
1.16	Colector secundario nuevo 16 AVENIDA, zona 6	0.122 km.
1.17	Colector	
2.	GRAN COLECTOR DEL ORIENTE	11.915 km.
2.1	Colector 10-13-14, zona 10, 13 y 14	0.015 km.
2.1.1	“ secundario AVENIDA LAS AMÉRICAS, zona 13	0.999 km.
2.1.2	“ “ 4ª. AVENIDA, zona 14	0.807 km.
2.1.3	“ “ 9ª. CALLE, zona 14	0.150 km.
2.1.4	“ “ SANTA CATARINA PINULA, zona 14	0.791 km.
2.1.7	“ “ DAROSA, zona 10	0.464 km.
2.2	Colector DEL ESTADIO, zona 5	0.690 km.
2.2.1	“ secundario CENTRO CÍVICO, zona 1	0.986 km.

2.2.2	“	“	BARRIO SAN GASPAR, zona 1	0.342 km.
2.2.3	“	“	antiguo, zonas 9, 4 y 1	2.602 km.
2.2.4	“	“	antiguo, zonas 3 y 4	1.622 km.
2.3			Colectores secundarios Antiguos, zona 5	2.945 km.
2.4			Colector secundario Antiguo 10ª. CALLE, zona 1	1.727 km.
2.5			Colector secundario Antiguo 16 y 18 CALLES, zona 1	2.453 km.
2.6			Colector secundario antiguo 13 CALLE, zona 1	1.006 km.
2.7			Colector secundario antiguo 8ª. CALLE, zona 1	0.275 km.
2.8			Colector secundario antiguo 18 y 19 AVENIDAS, zona 6	1.423 km.
3.			Colector CIPRESALES, zona 6	1.295 km.
4.			Colector colonia ATLANTIDA, zona 18	1.098 km.
5.			Colector colonia JUANA DE ARCO, zona 18	0.300 km.
6.			Colector colonia SANTA ROSITA, zona 16	0.450 km.
7.			Colector colonia CONCEPCIÓN LAS LOMAS zona 16	0.217 km.
8.			Colector colonia LA FLORIDA, zona 19	1.820 km.

#### CUENCA DEL PACÍFICO

9.			Colector K-11, zonas 7 y 11	2.250 km.
10.			Colectoras colonia LAS CHARCAS, zona 11	1.000 km.
11.			Colector colonia CASTAÑAS, zona 11	0.117 km.
12.			Colector colonia EL CARMEN, zona 12	1.800 km.
13			Colector UNIVERSIDAD, zona 12	0.700 km.
14			Colector colonia SANTA ELISA, ZONA 12	0.500 km.
15			Colector ATANASIO TZUL, zona 12 (35 calle)	0.410 km.
16			Colector CAMPOSANTO LA COLINA, zona 12	0.180 km.
17.			Colector 51 CALLE, zona 12	0.296 km.
18			Colector colonia CIUDAD REAL, zona 12	0.596 km.
19			Colector colonia GUAJITOS, zona 12	1.494 km.
19.1	“		secundario Guajitos, zona 12	0.350 km.
19.2	“	“	Vásquez, zona 12	0.350 km.
20.			Colector colonia SANTA FÉ, zona 13	0.700 km.
21			Colector TECUN UMAN, zona 13	1.240 km.

#### SUMARIO

a) Cuenca del atlántico	100.775 km.
b) Cuenca del pacífico	11.983 km.

T O T A L 112.758 km.

NOTA: toda la información anteriormente descrita, corresponde al 95% de los colectores existentes. Es importante aclarar que el 5% restante, esta unidad no cuenta con los datos necesarios para efectuar cálculo alguno.

#### Fuente:

**EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA** Unidad de Construcción y Supervisión de Alcantarillado