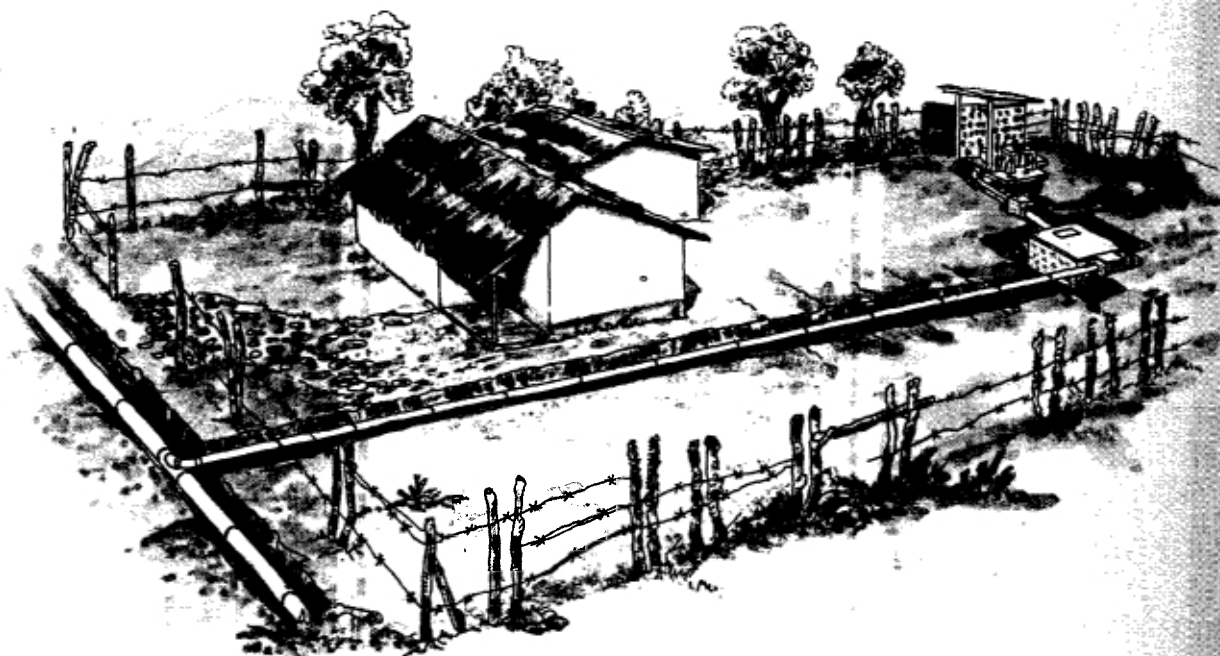


República de Colombia
Ministerio de Desarrollo Económico

*Alcantarillados
de flujo
decaantado*



Guías Técnicas

332-16832

LIBRARY IRC
PO Box 93190, 2509 AD THE HAGUE
Tel.: +31 70 30 689 80
Fax: +31 70 35 899 64
BARCODE: 16832
O:

República de Colombia

Ministerio de Desarrollo Económico

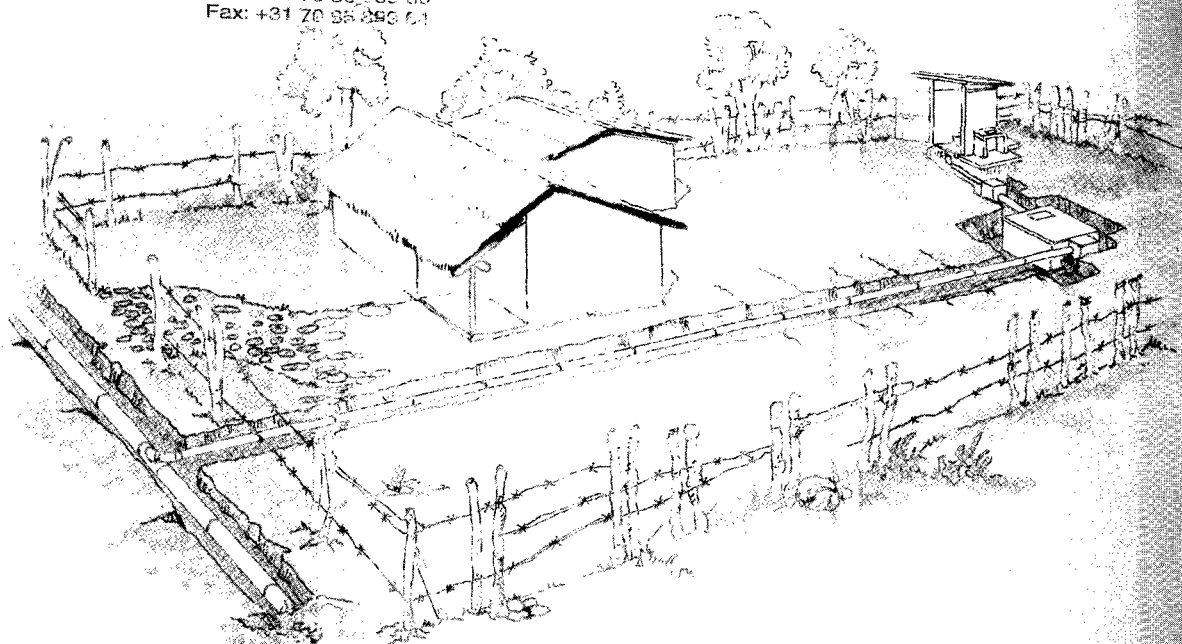
Alcantarillarios

de flujo

decanado

Library

IRC International Water
and Sanitation Centre
Tel.: +31 70 30 239 50
Fax: +31 70 35 290 61



Guías Técnicas

RODRIGO MARÍN BERNAL
Ministro de Desarrollo Económico

FABIO GIRALDO ISAZA
Viceministro de Vivienda, Desarrollo Urbano y Agua Potable

ANTONIO GÓMEZ MERLANO
Presidente de la Financiera de Desarrollo Territorial S.A.
FINDETER

GIJSBERT BOS
Embajador de los Países Bajos

EDUARDO ESPINOSA FACIO-LINCE
Director Corpes de la Costa Atlántica

DIRECCIÓN TÉCNICA

Comité Interventor:

Luz Ángela Mondragón Restrepo
Directora Técnica de Agua Potable y Saneamiento Básico
Ministerio de Desarrollo Económico.

Juan Carlos Páez Ayala
Vicepresidente de Proyectos. Findeter.

Martha Zúñiga Lizcano
Coordinadora Unidad de Agua Potable y Saneamiento Básico.
Corpes Costa Atlántica.

William Carrasco Mantilla
Coordinador Nacional Programa Holanda-PAS.

ELABORADO POR:

William Carrasco Mantilla.
Jaime Chaves Pacheco.
Gonzalo Medina Salazar.

ASESORES:

José Enrique Rizo Pombo.
Gonzalo Medina Salazar.
Pedro Escobar Quintero.
Mariela García Restrepo.
Fernando Palacios Bejarano.
Jaime Florez Quiroz.

COLABORADORES:

José Manuel Restrepo.
Germán del Campo Guillén.
Héctor Bolívar Gómez.
Alvaro Ávila Durán
Luis Fernando Ulloa
Cartagenera de Ingenierías S.A. - CARINSA
Área de comunicaciones. FINDETER.
Autoridades municipales de San Zenón (Magdalena)
y Sincé (Sucre).

DISEÑO GRÁFICO

William Carrasco Mantilla.
Jaime Chaves Pacheco.
Ernesto Ardila Muñoz

REPRODUCCIÓN

Gráficas y Diseños DIARTE LTDA.

PRIMERA EDICIÓN

Octubre de 1.995.

© Reservados todos los derechos de reproducción.

AGRADECIMIENTO

Al Gobierno Neerlandés y la Embajada Real de los Países Bajos, que con su apoyo contribuyeron a la elaboración de estas guías preliminares de diseño, construcción, operación y mantenimiento de alcantarillados de flujo decantado, que hoy se convierten en una herramienta fundamental para la aplicación de tecnologías de alcantarillado de bajo costo en el territorio Nacional.

CONTENIDO GENERAL

INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	17
1.1 Instalaciones sanitarias internas.....	17
1.2 Tanque interceptor.....	18
1.3 Conexión domiciliar.....	18
1.4 Red de recolección.....	19
1.5 Instalaciones complementarias.....	20
CAPÍTULO II. CARACTERÍSTICAS Y CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS COMUNIDADES POR BENEFICIAR	21
CAPÍTULO III. INVESTIGACIÓN PRELIMINAR	25
3.1 Aspectos sociales.....	25
3.2 Características físicas de la localidad.....	26
3.3 Características socioeconómicas.....	27
CAPÍTULO IV. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.....	30
4.1 Aspectos básicos.....	30
4.2 Levantamientos topográficos.....	33
CAPÍTULO V. ESPECIFICACIONES Y PARÁMETROS BÁSICOS PARA EL DISEÑO	35
5.1 Generales.....	35
5.2 Conexiones internas.....	36
5.3 Tanque interceptor.....	38
5.4 Conexión domiciliar.....	50
5.5. Red de colectores.....	51
5.6 Cajas de inspección y registros de limpieza.....	57
5.7 Instalaciones complementarias.....	58
5.8 Actividades adicionales.....	59

5.9 <i>Divulgación de los diseños definitivos</i>	60
CAPÍTULO VI. ACTIVIDADES PRELIMINARES.....	63
6.1 <i>Informe a la comunidad</i>	63
6.2 <i>Campamento</i>	64
6.3 <i>Espacios y rutas</i>	64
6.4 <i>Permisos previos</i>	64
6.5 <i>Replanteo</i>	65
6.6 <i>Protecciones</i>	65
6.7 <i>Demoliciones</i>	65
6.8 <i>Descapote y limpieza</i>	65
CAPÍTULO VII. ACTIVIDADES DE CARÁCTER SOCIAL Y COMUNITARIO.....	66
7.1 <i>Capacitación</i>	66
7.2 <i>Labores de coordinación y organización</i>	67
CAPÍTULO VIII. CONEXIONES INTERNAS.....	68
8.1 <i>Instalaciones sanitarias</i>	68
8.2 <i>Unidad sanitaria básica</i>	68
8.3 <i>Red interior de recolección</i>	71
8.4 <i>Materiales</i>	71
CAPÍTULO IX. TANQUE INTERCEPTOR.....	72
9.1 <i>Ubicación</i>	72
9.2 <i>Precauciones constructivas</i>	72
9.3 <i>Tanques existentes</i>	72
CAPÍTULO X. RED DE COLECTORES.....	73
10.1 <i>Excavaciones</i>	73
10.2 <i>Suministro e instalación de tuberías</i>	74
10.3 <i>Rellenos</i>	78
CAPÍTULO XI. ELEMENTOS ACCESORIOS DE LA RED.....	80
11.1 <i>Cajas de inspección</i>	80

11.2 Registros de limpieza	81
CAPÍTULO XII. PRUEBAS RECOMENDADAS	82
12.1 En tanques interceptores	82
12.2 En la red principal.....	82
12.3 A los demás componentes accesorios del sistema	83
CAPÍTULO XIII. CONSIDERACIONES GENERALES.....	87
CAPÍTULO XIV. INSTALACIONES SANITARIAS DE LAS VIVIENDAS.....	88
14.1 Uso y mantenimiento de instalaciones sanitarias	88
14.2 Consumo de agua y pago del servicio	89
CAPÍTULO XV. TANQUE INTERCEPTOR	90
15.1 Inoculación y puesta en servicio.....	90
15.2 Producción de gases y olores.....	91
15.3 Mantenimiento.....	91
15.4 Control a conexiones fraudulentas	94
CAPÍTULO XVI. REDES DE RECOLECCIÓN Y OBRAS ACCESORIAS	95
16.1 Mantenimiento de tuberías	95
16.2 Obstrucciones y acumulación de sólidos.....	95
16.3 Limpieza de otros componentes del sistema.....	96
16.4 Control de cargas, aplastamiento y roturas.....	96
16.5 Ingreso de elementos extraños al sistema	96
CAPÍTULO XVII. DISEÑO DE UN TANQUE INTERCEPTOR.....	99
CAPÍTULO XVIII. DISEÑO DE UN COLECTOR.....	102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109

FIGURAS

FIGURA 1.1 Esquema general del sistema.	19
FIGURA 5.1 Esquema de instalación sanitaria y conexión domiciliar.	37
FIGURA 5.2 Esquema de instalación sanitaria, sobre tanque interceptor.	38
FIGURA 5.3 Detalles del tanque interceptor.	42
FIGURA 5.4 Esquema de ubicación del tanque interceptor.	47
FIGURA 5.5 Conexión domiciliar tipo.	50
FIGURA 5.6 Planta y corte de caja de inspección tipo.	57
FIGURA 8.1 Disposición tipo 1 de unidad sanitaria y tanque interceptor.	69
FIGURA 8.2 Disposición tipo 2 de unidad sanitaria y tanque interceptor.	69
FIGURA 8.3 Disposición tipo 3 de unidad sanitaria y tanque interceptor.	70
FIGURA 8.4 Disposición tipo 4 de unidad sanitaria y tanque interceptor.	70
FIGURA 11.1 Esquema general de un registro de limpieza.	81
FIGURA 15.1 Medición de lodos y natas en el tanque interceptor.	93
FIGURA 17.1 Esquema del tanque interceptor del ejemplo de diseño.	101
FIGURA 18.1 Planta general para el ejemplo de diseño.	106
FIGURA 18.2 Perfil del colector del ejemplo de diseño.	107

TABLAS

TABLA 4.1 Normas de vertimientos según decreto 1594/84.	31
TABLA 5.2 Coeficientes de simultaneidad.	53
TABLA 5.3 Coeficientes de rugosidad.	54
TABLA 10.1 Ancho mínimo recomendable para las zanjas.	73
TABLA 18.1 Cálculos hidráulicos para el ejemplo de diseño de un colector.	105

INTRODUCCIÓN

Han transcurrido varias décadas durante las cuales diferentes organismos de las Naciones Unidas, Banco Mundial, A.I.D. y otros, a través de expertos en agua potable y saneamiento básico, han promovido formas alternativas para proporcionar soluciones simplificadas y de bajo costo a los problemas de suministro de agua potable y evacuación de excretas y aguas servidas, especialmente a comunidades de escasos recursos económicos de países en proceso de desarrollo. Estas comunidades han debido soportar el permanente aplazamiento de la construcción de estos servicios, por cuanto la escasez de recursos y los costos de las soluciones convencionales, han determinado la ubicación de las inversiones en comunidades de mayores ingresos.

En el caso de los programas de evacuación de excretas y aguas servidas, son muchas las publicaciones que se refieren a diferentes formas alternativas de disposición "in situ" de las mismas. Pero en aquellos casos en que se hace necesaria su disposición fuera del sitio, a través de redes de alcantarillado, solamente a partir de 1960 hasta la fecha, en Zambia, Australia, Nigeria, Brasil, Estados Unidos y Colombia, se conocieron los primeros intentos para establecer tecnologías simplificadas y de bajo costo que sustituyeran los métodos convencionales vigentes para alcantarillados sanitarios.

Una de las alternativas que presenta mayor factibilidad para su uso en las comunidades antes mencionadas, sin perjuicio de ser utilizada en áreas de mayores ingresos, se refiere a los alcantarillados sanitarios de flujo decantado, para los cuales, como su nombre lo indica, se diseñan redes de recolección con flujo clarificado, como consecuencia de la retención de los sólidos sedimentables, flotantes y las grasas, en tanques interceptores del flujo ubicados entre la vivienda y la red recolectora.

El Ministerio de Desarrollo Económico, a través de la Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, Findeter y el Corpes de la Costa Atlántica, con el apoyo

financiero del Gobierno Neerlandés, tomaron la decisión de impulsar un proceso que condujera al uso masivo de esta alternativa, mediante la elaboración de un documento guía que oriente al diseñador, al constructor y al administrador de los servicios públicos domiciliarios, en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de las obras correspondientes a esta tecnología.

La importancia de elaborar estas guías, radica entonces en el limitado uso que se ha dado hasta ahora a esta tecnología de bajo costo y en las precarias condiciones de construcción y funcionamiento de las pocas obras existentes, además de su reducida o nula utilización por parte de las comunidades “beneficiadas”, debido, entre otras causas, a que estas no fueron vinculadas a los proyectos desde la investigación preliminar, para informarlas acerca de sus ventajas e implicaciones en sus prácticas culturales.

Para superar este enfoque, las presentes guías pretenden integrar el trabajo del personal técnico y social que debe estar vinculado a estos proyectos y a las actividades de orden práctico y de enseñanza-aprendizaje.

Como soporte teórico y práctico de estas guías, el Gobierno Nacional desarrolló, a manera de prueba piloto de la tecnología, dos sistemas de “Alcantarillado Sin Arrastre de Sólidos”, uno en el municipio de San Zenón, Departamento de Magdalena, y otro en el corregimiento de Granada, municipio de Sincé, Sucre, todo esto bajo el control de un Comité interinstitucional de seguimiento, conformado por los representantes de la Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, Findeter, el Corpes de la Costa Atlántica y el Programa Holanda-PAS, con la asesoría técnica y científica de un Grupo de Apoyo conformado por la Socióloga Mariela García del Centro Inter-regional de abastecimiento y remoción de agua CINARA, los Ingenieros Gonzalo Medina Salazar, José Enrique Rizo Pombo, Pedro Escobar Quintero, Jaime Flórez Quirós y el Químico-Biólogo Fernando Palacios Bejarano, quienes se encargaron además de elaborar las guías preliminares de diseño, construcción, operación y mantenimiento, bajo la dirección general de los Ingenieros William Carrasco Mantilla y Jaime Chaves Pacheco del Programa Holanda-FAS.

Parte del proceso de investigación, previo a la elaboración de estas guías, consistió en la inspección y seguimiento permanente durante la construcción de los proyectos piloto y la revisión de los diseños definitivos, las obras construidas y los procesos de operación y mantenimiento en otros sistemas de flujo decantado existentes en las localidades de San José del Guaviare, Mitú y Bosa.

Se consultaron además los documentos disponibles sobre la materia, especialmente los relacionados con el estudio y la investigación realizados en 1.981 y 1.982 por el Ingeniero José Henrique Rizo Pombo con su firma consultora, buscando una solución de saneamiento para la zona suroriental de Cartagena y el corregimiento de Pasacaballos. que dieron origen a la metodología particular de diseño del "Alcantarillado Sin Arrastre de Sólidos" - ASAS-. También se consultaron los documentos relacionados con los diseños y la gerencia de los proyectos piloto de San Zenón y Granada realizados por la misma firma del Ingeniero Rizo Pombo.

Otras referencias bibliográficas importantes, consideradas para la elaboración de estas guías fueron: La nota técnica No. 14 del PNUD, "Diseño de alcantarillado de pequeño diámetro" de Richard J. Otis y D. Duncan Mara; El manual técnico No. 1 "Redes de Esgotos Simplificadas" del Ministerio de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Brasil (Documento PNUD), las normas de diseño de alcantarillados rurales y las de alcantarillado urbanos vigentes en el país, así como otros documentos relacionados con técnicas de saneamiento básico y diseño de tanques sépticos.

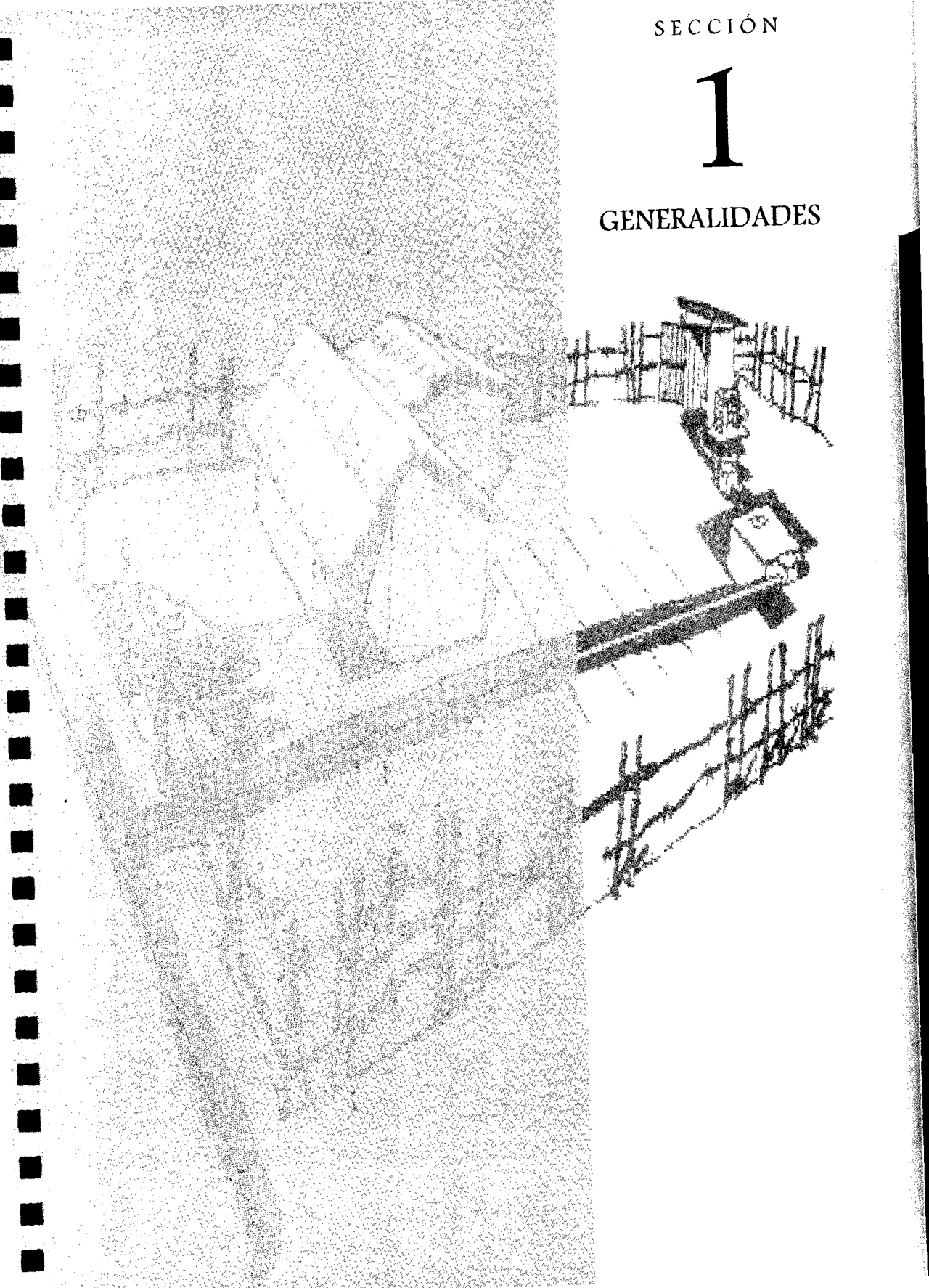
Aunque la elaboración de guías o normas de cualquier tipo deben estar sustentadas en un amplio programa de investigación y observación práctica sobre la materia que se trate, en nuestro caso las experiencias que pudieron aprovecharse fueron limitadas, si se tiene en cuenta el escaso número de obras de este tipo construidas en el País. Por tal motivo, estas guías deben considerarse preliminares y en proceso permanente de retroalimentación, con base en la investigación y seguimiento de los resultados que a mediano y largo plazo se obtengan, tanto en los proyectos piloto, como en las obras que de este tipo se construyan en el futuro.

Esta primera edición de las guías para alcantarillados de flujo decantado se ha dividido en cinco secciones: La de generalidades que incluye una breve descripción de estos sistemas junto con algunos parámetros de selección preferibles de la tecnología; las secciones 2, 3 y 4 en las cuales se presentan las guías de diseño, construcción, operación y mantenimiento, respectivamente y finalmente la sección 5 que incluye un ejemplo de diseño para un tanque interceptor y para un colector de flujo decantado.

SECCIÓN

1

GENERALIDADES



CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El alcantarillado de flujo decantado es un sistema de tipo sanitario cuya diferencia principal con los sistemas convencionales se deriva de su característica fundamental, cual es separar los sólidos y las grasas de la porción líquida de las aguas residuales domésticas a través de un tanque denominado interceptor, en el cual además se producen procesos sépticos primarios de estabilización de la materia orgánica sedimentada.

Por tal motivo, aparte del colector del inmueble que recoge las aguas provenientes de las instalaciones internas de la vivienda, los dos componentes principales de este tipo de sistemas son: los tanques interceptores y las redes recolectoras de pequeño diámetro. Cuenta además, igual que en los sistemas convencionales, con otras instalaciones tales como cajas de inspección, registros de limpieza, sistema de tratamiento secundario, estructuras de entrega y, eventualmente, con sifones invertidos, cámaras de caída, estaciones de bombeo y pasos elevados.

1.1 INSTALACIONES SANITARIAS INTERNAS.

Corresponden a todas aquellas instalaciones de la vivienda que requieren agua para su funcionamiento, ya sea que se encuentren disponibles o sea necesario programarlas para su conexión al tanque interceptor.

En el primer caso, se requiere obligatoriamente conocer sus características, ubicación, niveles, estado físico y de funcionamiento y cualquier otro detalle que permita tomar las medidas del caso para integrarlas al resto de componentes del sistema o descartarlas si resulta imposible su utilización.

En el caso de que la vivienda no cuente con instalaciones sanitarias internas, las entidades involucradas en el proyecto deberán tomar las medidas más convenientes

para incluirlas como parte integrante del proyecto, a fin de lograr, en la medida de lo posible, la conexión al sistema de la totalidad de las viviendas previstas.

Sea cual fuere el caso, dichas instalaciones deberán enviar las aguas servidas (no deben incluirse las aguas lluvias) al tanque interceptor, preferiblemente a través de una sola tubería, conformando así el colector del inmueble.

Para los casos en que se prevé alta producción de grasas, aceites, jabones o productos similares (industrias caseras, restaurantes, estaciones de servicio, etc.), se usaran tanques interceptores de acuerdo con los productos que se manejen.

1.2 TANQUE INTERCEPTOR.

Es un tanque de material impermeabilizado, con una boca o zona de entrada y otra de salida del flujo, en el sentido longitudinal, equipadas con deflectores, tees u otros elementos similares.

Su función principal es la retención de los sólidos sedimentables y flotantes; se produce además en el mismo, un proceso de estabilización anaeróbica de la materia orgánica retenida y la atenuación, a la salida, de las descargas súbitas que le ingresan.

Los sólidos retenidos en el tanque interceptor serán removidos periódicamente para permitir el funcionamiento adecuado y permanente de dicho tanque y del sistema en general.

1.3 CONEXIÓN DOMICILIAR.

El tanque interceptor se une con la red de recolección a través de la conexión domiciliar, generalmente de diámetro menor al de la alcantarilla que la recibe, a fin de enviar a ésta el efluente de líquido clarificado.

Ya sea a la entrada al tanque o a la salida del mismo, se dispondrá de una cajilla de inspección o registro para efectos de mantenimiento. A la salida, facilita el control de sólidos que eventualmente salgan del tanque.

1.4 RED DE RECOLECCIÓN.

Se compone de redes principales y secundarias, en tuberías generalmente de plástico y gres o, en circunstancias que lo permitan, en tuberías de cemento, asbesto cemento u otros materiales, las cuales generalmente se recomienda instalar a lado y lado de las calles, cerca al paramento de las viviendas, con las siguientes características :

- Pendientes muy bajas y aún con posibilidad de inflexiones, debido también a la ausencia de sólidos y a no requerirse velocidades mínimas de autolavado.
- Pequeños diámetros debido a la ausencia de sólidos.
- Pocas profundidades, debido a la ausencia de cargas vehiculares y como resultado de las bajas pendientes.
- Por tratarse de flujo decantado, pueden permitirse alineamientos curvos con ciertas limitaciones, a fin de evitar obstáculos naturales o artificiales.

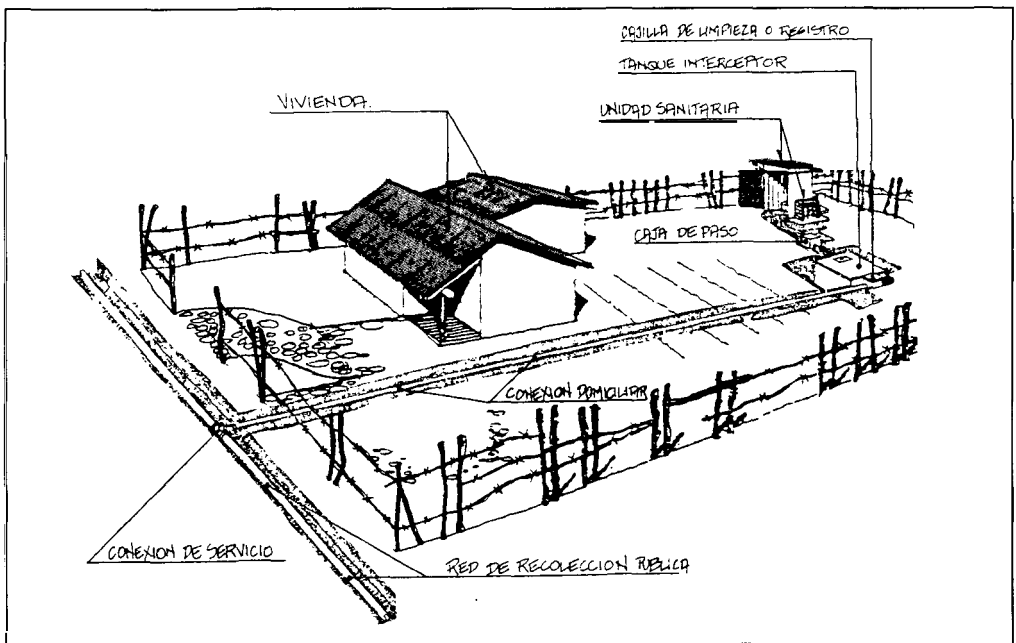


FIGURA 1.1 Esquema general del sistema.

1.5 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.

Tal como se comentó anteriormente, estos sistemas también requieren en determinadas circunstancias instalaciones de bombeo que pueden ser similares a las de aguas claras, sifones invertidos o viaductos para salvar obstáculos naturales (quebradas, caños, depresiones) y cámaras de caída, todas ellas con características similares a las instalaciones complementarias de sistemas convencionales de magnitudes semejantes.

Como resultado de los pequeños diámetros y pocas profundidades que se manejan en los alcantarillados de flujo decantado, éstos pueden utilizar cajas de inspección y registros de limpieza de tamaños muy reducidos, comparados con las cámaras o pozos de inspección de los sistemas convencionales.

Tanto en los alcantarillados convencionales como en los de flujo decantado, se requiere el tratamiento de las aguas residuales de acuerdo con las características del efluente en cada caso.

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS Y CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS COMUNIDADES POR BENEFICIAR

Las circunstancias que condujeron a los investigadores a buscar y proponer tecnologías alternativas diferentes a las convencionales para sistemas de alcantarillado sanitario, tales como la de flujo decantado, se fundamentan principalmente en facilitar el acceso de áreas marginales de bajos ingresos a soluciones racionales de saneamiento, conjugando la simplicidad en los diseños y la reducción de costos de construcción, operación y mantenimiento, con la confiabilidad en su funcionamiento.

Lo anterior no implica, sin embargo, que dichas soluciones sean exclusivas para ese tipo de comunidades, ni que todas las que se puedan clasificar dentro de esa categoría sean aptas para la construcción de obras de esa naturaleza.

Los conceptos básicos y parámetros en que se fundamentan los diseños de alcantarillados alternativos de flujo decantado, los hacen fácilmente aplicables en comunidades que cumplan, *preferiblemente* y en términos generales, con las siguientes características :

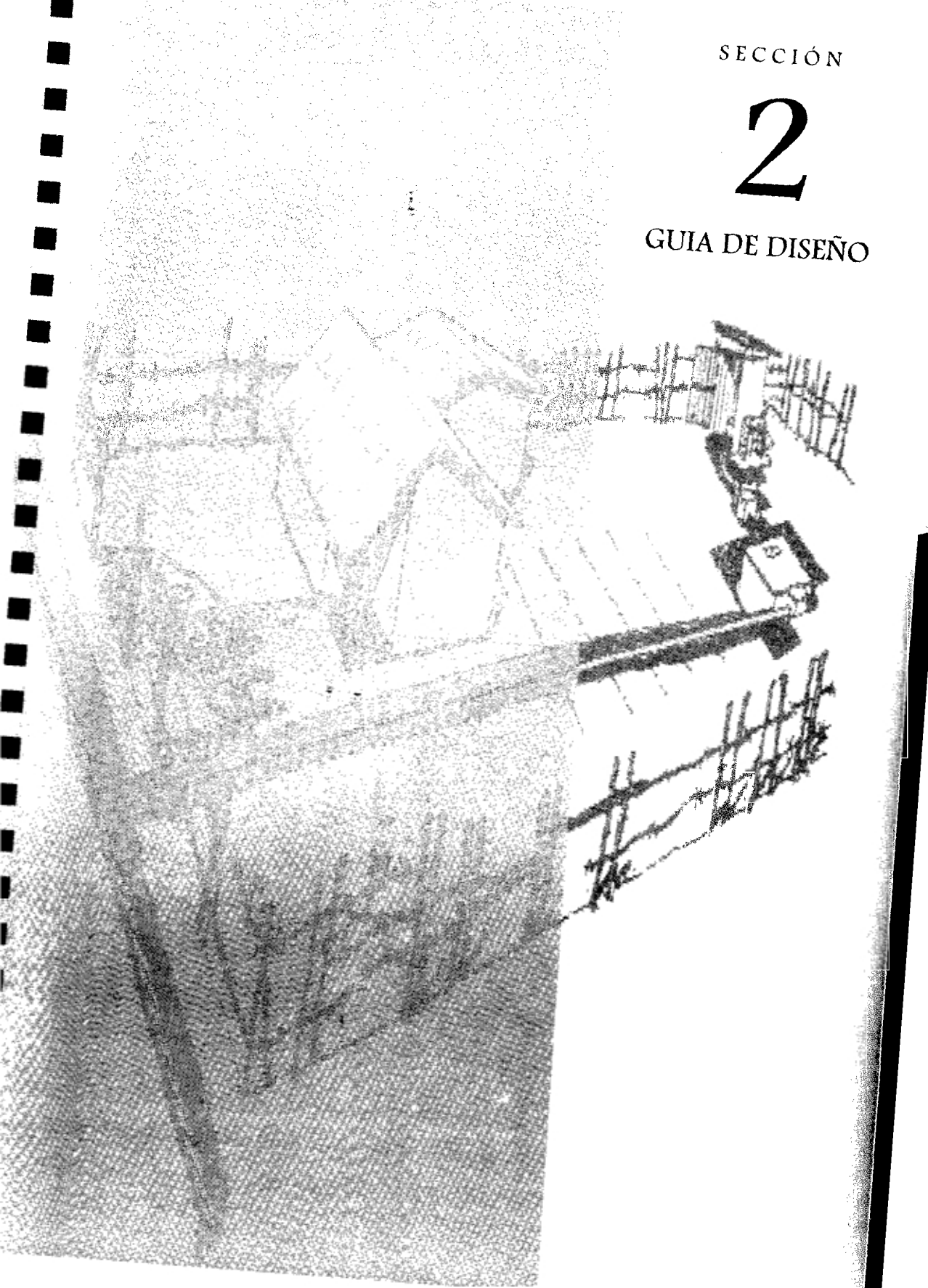
- Sentir como prioridad la necesidad del sistema de evacuación de excretas y aguas servidas.
- Disponer de sistema de abastecimiento de agua y conexiones domiciliarias.
- Estar asentadas en áreas de uso predominantemente residencial.

- Presentar alto grado de homogeneidad o similitud en las condiciones socioeconómicas y en las costumbres o hábitos en el uso del agua y en las rutinas sanitarias de sus componentes.
- Habitar en cualquier tipo de terreno, incluidos terrenos poco permeables y/o de alto nivel freático, en los cuales se dificulten las soluciones de disposición "in situ".
- Corresponder a comunidades localizadas en áreas que permitan, preferiblemente, lograr soluciones por gravedad.
- Presentar densidades entre 100 y 300 hab./Ha.
- Disponer de área suficiente para la instalación de tanques interceptores, con amplia facilidad de acceso para mantenimiento de los mismos.

SECCIÓN

2

GUIA DE DISEÑO



CAPÍTULO III

INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

Durante la investigación preliminar, el diseñador debe definir en forma clara y resumida las características generales del área y de la comunidad beneficiada con el proyecto, de manera que se puedan establecer alternativas de solución para la disposición de las aguas servidas y las excretas, y además determinar los aspectos a considerar en la estructuración del plan socioeducativo de trabajo comunitario.

3.1 ASPECTOS SOCIALES.

La investigación preliminar tendrá un carácter participativo y será realizada por un equipo que integre ingenieros y profesionales de las ciencias sociales, de preferencia sociólogo(a), antropólogo(a) o trabajador(a) social. En lo posible debe cuidarse la composición de género del equipo, que incluya hombre y mujer.

En la investigación preliminar, dado que es importante no crear falsas expectativas en la comunidad, se trabajará con un grupo focal y, aunque se efectuará el reconocimiento de la localidad, se realizarán visitas domiciliarias únicamente al 10% de las viviendas.

El grupo focal estará integrado por la autoridad local, del ente administrador del sistema de abastecimiento de agua (incluido el fontanero), los miembros de la junta de acción comunal, los directores de establecimientos educativos y los representantes del organismo de salud local.

Tanto con el grupo focal como en las visitas domiciliarias, se deben analizar las expectativas en cuanto a solución de los problemas de evacuación de excretas y aguas servidas, discutiendo con los primeros las implicaciones en cuanto a costos y a actividades de operación y mantenimiento de las posibles alternativas de solución.

3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA LOCALIDAD.

3.2.1 LOCALIZACIÓN.

Indica la localización, límites y otros detalles geográficos de la localidad que se estimen importantes.

3.2.2 CLIMA MEDIO Y RÉGIMEN DE LLUVIAS.

Relacionar los datos promedio sobre temperatura y pluviosidad en el área al igual que las temporadas históricas de lluvias de los últimos años.

3.2.3 CLASE DE SUELOS.

Definir características físicas (clasificación, permeabilidad, nivel freático) y químicas (sulfatos y PH).

3.2.4 ACCESO A LA LOCALIDAD Y AL ÁREA DEL PROYECTO.

Conocer el sistema vial, sus características y limitaciones para el acceso tanto a la localidad en general, como al área específica del proyecto.

3.2.5 GEOGRAFÍA, TOPOGRAFÍA Y ASPECTOS URBANÍSTICOS DEL ÁREA.

Identificar los principales accidentes geográficos (cursos o corrientes y cuerpos de agua, riveras y bordes litorales, elevaciones y depresiones), topográficos como pendientes u otros accidentes que puedan intervenir en la determinación de la capacidad de los desagües, fenómenos geológicos o erosivos, las áreas actuales urbanizadas, zonas de inundación, nivel de aguas máximas, zonas de desarrollo, edificaciones dedicadas a comercio, industria e instituciones y los planes urbanísticos.

En este aparte debe describirse y analizarse la forma como drenan las aguas en el área y la disponibilidad de sitios para el potencial manejo, tratamiento y vertimiento de las aguas residuales.

3.3 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS.

3.3.1 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.

En lo posible, el diseñador debe realizar el censo de la población a beneficiar en el momento de adelantar los estudios. Dicho censo, además de las variables demográficas, tendrá en cuenta aquellas relacionadas con la variación del número de viviendas hacia el futuro.

Sobre el particular, deben tenerse en cuenta los lotes vacíos y sus tamaños, así como las características de ocupación de los inmuebles dedicados a comercio, industria y otras instituciones, para establecer su equivalente en viviendas.

Para los casos en que se trate de proyectos en sectores especiales de ciudades mayores se tendrán en cuenta, para la totalidad de dicha ciudad, los datos oficiales de los censos de población y vivienda, además de todos aquellos que se hayan realizado por entidades locales, regionales o nacionales, proponiendo los ajustes que a juicio del diseñador, en coordinación con la interventoría respectiva, se estimen convenientes.

Como datos de referencia para la actualización del número de habitantes y viviendas actuales, es conveniente tener en cuenta los datos de suscriptores y coberturas de los servicios existentes (acueducto, alcantarillado, energía), información de catastro, datos sobre densidades por estratos y por categorías de usuarios, etc.

El diseñador analizará además, la influencia de la población flotante. Con base en los análisis de la información anterior, debe sustentarse la tasa de crecimiento adoptada y las proyecciones respectivas para el horizonte de planeación propuesto.

3.3.2 SERVICIOS PÚBLICOS.

Deben relacionarse otros servicios con que cuenta la localidad o área por servir, tales como matadero, plaza de mercado, energía eléctrica, teléfonos, aseo urbano u otros, indicando sus características, coberturas, funcionamiento, problemas especiales y su relación con el servicio de alcantarillado.

3.3.3 RECURSOS LOCALES.

Se deberá indagar sobre la disponibilidad local de recursos tanto humanos, como materiales y financieros. Igualmente se identificará la disponibilidad de mano de obra y equipos, sus costos y la existencia de producción de materiales para construcción, así como los precios unitarios de los mismos. La identificación anterior debe incluir la disponibilidad y capacidad del aporte comunitario.

3.3.4 CONDICIONES SANITARIAS.

El conocimiento que se tenga de las características, funcionamiento y eventuales problemas de los servicios de acueducto y alcantarillado de la localidad o área por servir, servirá de soporte para la definición del tipo de obra por proyectar, su alcance y demás características, razón por la cual se requiere la descripción y análisis de tales sistemas, en lo posible visitando en compañía del grupo focal ya mencionado, cada uno de los componentes de los sistemas en servicio, desde la fuente del acueducto hasta el vertimiento del alcantarillado, e identificando las áreas con problemas de cobertura, cantidad, continuidad y calidad de los servicios.

En forma complementaria se describirá y analizará el ente administrador de los servicios de agua y alcantarillado (si es el caso), en relación con el tipo de organización, planta de personal y su antigüedad, número de suscriptores, tarifas por estrato, ingresos y egresos mensuales, cartera, relaciones del ente administrador con otras organizaciones o instituciones, ayudas recibidas, y otros aspectos administrativos y financieros que se estimen convenientes.

3.3.5 VISITAS DOMICILIARIAS.

Para la verificación y complemento de la información recibida del grupo focal, se deberá hacer un recorrido por la localidad, a fin de observar los aspectos físicos ya citados y, en por lo menos el 10% de las viviendas por beneficiar, verificar en las instalaciones sanitarias, el tipo, la ubicación, las condiciones físicas (estado, materiales), las limitantes y costumbres culturales para el uso, así como su funcionamiento y mantenimiento.

Debe analizarse además, con los habitantes, las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de instalaciones o artefactos utilizables, sus aspiraciones y

necesidades en cuanto a ubicación y materiales de sus instalaciones y servicios sanitarios y en cuanto al manejo de las aguas residuales, la disponibilidad local de materiales, el manejo de las aguas lluvias y otros aspectos relacionados.

3.3.6 USOS DEL SUELO.

Se demarcarán y describirán los actuales y, en lo posible, los futuros o potenciales usos del suelo, estableciendo claramente las áreas residenciales y las edificaciones dedicadas a comercio, industrias caseras, instituciones u otras que se consideren del caso, indicando las densidades de población.

3.3.7 CONDICIONES SOCIALES.

Deberá presentarse información general sobre estratificación de la población, aspectos educativos de la misma, niveles de empleo, ingreso promedio por familia, aspectos organizacionales de la comunidad y otros datos que a juicio del consultor identifiquen las condiciones sociales de los futuros usuarios del servicio, en forma tal que permitan evaluar su capacidad potencial para el aporte comunitario, el pago de los servicios y para la participación en la administración del sistema.

3.3.8 SALUD PÚBLICA.

Deberán describirse las condiciones generales de salud de la población, enfatizando sobre la prevalencia de enfermedades originadas por las deficiencias en el suministro de agua o por las condiciones locales de saneamiento básico, indicando además los centros hospitalarios existentes y la facilidad de acceso a este servicio.

La consultoría encargada de los diseños debe tener en cuenta cuales son los aspectos que, en materia de hábitos de higiene, presentan riesgos para la salud, a fin de incorporarlos en la estructuración del plan socioeducativo del proyecto.

CAPÍTULO IV

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

El estudio de factibilidad deberá describir los aspectos básicos y las diferentes posibilidades del proyecto, concluyendo con la justificación del sistema seleccionado.

4.1 ASPECTOS BÁSICOS.

4.1.1 DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS ACTUALES Y FUTURAS A SERVIR.

Se determinarán y priorizarán las zonas a servir por etapas, previendo las conexiones de las zonas de extensión futura que descargarán en las anteriores.

4.1.2 INFRAESTRUCTURA Y ACCIDENTES GEOGRÁFICOS EXISTENTES.

Para el estudio de factibilidad se deberá tener en cuenta la infraestructura existente, tal como calles pavimentadas (especificando la clase de pavimento) y sin pavimentar, líneas férreas, carreteras, canales, zonas verdes y redes de servicios, así como los accidentes geográficos relevantes identificados en la investigación preliminar, numeral 3.2.5.

4.1.3 SITIOS DE TRATAMIENTO Y VERTIMIENTO FINAL.

Se identificarán los posibles sitios de tratamiento y de vertimiento final de las aguas servidas en: colectores de alcantarillado, canales, vallados, cuerpos y corrientes de agua y a través de sistemas de infiltración, entre otros.

4.1.4 VERTIMIENTOS.

Toda instalación de vertimientos líquidos deberá cumplir con las reglamentaciones del Ministerio de Salud Pública, consignadas en la ley 09 de 1979 y sus decretos reglamentarios, especialmente el No. 1594 de 1984.

Así mismo, deberá estar sujeto a las normas y disposiciones que establezcan el Ministerio del Medio Ambiente o la Corporación Autónoma Regional en cuya jurisdicción se encuentre la localidad.

Las normas a cumplir por los vertimientos, según los artículos 72 y 73 del decreto 1594/84, tal como se presenta en la siguiente tabla.

TABLA 4.1 Normas de vertimientos según decreto 1594/84.

CARACTERÍSTICAS	ARTÍCULO 72 En cuerpos de agua	ARTÍCULO 73 En alcantarillado.
PH	5 a 9	5 a 9
Temperatura	≤ 40°C	≤ 40°C
Material flotante	Ausente	-
Ácidos, bases o soluciones ácidas o básicas que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.	-	Ausentes
Grasas y aceites	≥ 80% remoción.	-
Sólidos sedimentables	-	≤ 10 ml/l
Sólidos suspendidos para desechos domésticos o industriales	≥ 80% remoción.	≥ 80% remoción.
Demanda bioquímica de Oxígeno.	≥ 80% remoción.	≥ 80% remoción.
Sustancias solubles en hexano	-	≤ 100 mg/l
Carga máxima permisible	Art. 74 y 75 decreto 1594/84.	
Caudal máximo	1.5 veces el caudal promedio horario.	

4.1.5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.

El diseñador, con base en la información de todos los aspectos considerados en éste y en el anterior capítulos, analizará las diferentes alternativas de recolección tratamiento y vertimiento de las aguas servidas, dentro de los tipos específicos de sistemas “in situ”, “simplificados” o “convencionales”, incluyendo la eventual utilización de instalaciones existentes y la definición de los posibles efectos ambientales en cada una de las alternativas.

4.1.6 TRABAJO CON LA COMUNIDAD.

Esta actividad debe hacerse procurando el mayor grado de participación de la comunidad, para lo cual, con base en las condiciones de la localidad, ésta se dividirá en sectores en los cuales se realizarán talleres de análisis, donde se dará especial participación a las mujeres, principales usuarias de las instalaciones sanitarias domiciliarias.

En dichos talleres se debe presentar la información obtenida durante la investigación preliminar, para analizarla con los participantes y hacerle los ajustes pertinentes.

Además, en los citados talleres, haciendo uso de materiales como plastilina y cartón paja y otros elementos rudimentarios locales como piedras y palos, entre otros, los asistentes harán modelos elementales en los que expresarán sus preferencias en cuanto a la ubicación de los componentes de la unidad sanitaria u otro tipo de instalaciones y del tanque interceptor. De estos modelos, por consenso entre los asistentes se adoptará el más adecuado para las condiciones del sector.

Para finalizar el taller, se deben presentar a los asistentes los componentes del sistema externos a la vivienda, los materiales requeridos, sus posibles costos, los costos de operación y mantenimiento y los posibles efectos ambientales. Igualmente se promoverá entre los asistentes la elección de representantes del sector (entre tres y cinco personas) que se convertirán, con el ente administrador de los servicios, en los defensores de los intereses de la comunidad durante la ejecución de todo el proyecto.

Las visitas a las casas para invitar a los talleres deben aprovecharse para realizar el censo y analizar aspectos relacionados con el uso futuro de lotes vacíos y mejoramiento de las viviendas, utilizando como fuentes de información, en lo posible, a los jefes de hogar (hombre - mujer).

4.1.7 SISTEMA DE RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y VERTIMIENTO FINAL.

En una reunión, con la participación de los integrantes del grupo focal y de los representantes de los diferentes sectores de la comunidad, se analizarán las alternativas definidas en los talleres para seleccionar aquella que presente las mejores condiciones de viabilidad técnica y ambiental, de factibilidad económica y de aceptabilidad social.

Con los elementos de análisis de la alternativa seleccionada, se deberá solicitar la licencia ambiental a la entidad competente, de acuerdo con lo previsto en el Decreto No. 1753 de 1994.

4.2 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS.

4.2.1 CONDICIONES GENERALES.

El diseñador deberá cumplir con las normas vigentes para este tipo de proyectos en cuanto a los aspectos de orientación y altitud se refiere. Por otra parte se usará el sistema de coordenadas para el cálculo y dibujo de las poligonales principales. Todas las poligonales deberán unirse entre si por lo menos por uno de sus lados.

4.2.2 ZONAS DE LEVANTAMIENTO.

El levantamiento topográfico deberá incluir las áreas edificadas y las de desarrollo futuro, localizando los límites entre viviendas, lotes vacíos y otro tipo de edificaciones existentes, zonas para estaciones de bombeo si fuere necesario, zonas para emisario final y para unidades de tratamiento, además de las instalaciones existentes.

El levantamiento debe registrar además todos aquellos detalles geográficos y topográficos, tales como cursos de agua, zanjas, elevaciones, depresiones o cualquier estructura artificial que guarde relación con el proyecto.

Especial importancia debe darse a la toma de niveles en las instalaciones sanitarias internas (actuales o proyectadas) de cada vivienda, con el fin de que durante el diseño se tomen las precauciones que garanticen la conexión por gravedad de todas las viviendas. Se deberá tomar niveles con aparatos de precisión en los siguientes puntos :

- En cada esquina frente a los paramentos de las áreas construidas y por la zona de andén.
- Entre esquinas; en cada cambio de pendiente o quiebre del terreno o cada 30 m para terreno plano y cada 10 m en terrenos muy pendientes.
- Dentro de los predios; sobre líneas transversales a la línea de andén, cada 5 m. hasta el fondo del lote.

- Para cruce de vías: en las cunetas y en el eje de la vía, tomados sobre la prolongación de la zona de andén sobre la vía.

4.2 3 REFERENCIAS DE LOS LEVANTAMIENTOS.

A partir del tamaño y forma de la localidad, el diseñador deberá asegurar la ubicación, tanto de los levantamientos planimétricos como de los altimétricos, con un número adecuado de mojones y BMs de concreto debidamente referenciados a obras estables que se encuentren a su alrededor. En cualquier caso, los mojones y BMs (en número mínimo de 3 por kilómetro) deberán cumplir con las especificaciones de la norma vigente.

CAPÍTULO V

ESPECIFICACIONES Y PARÁMETROS BÁSICOS PARA EL DISEÑO

5.1 GENERALES.

5.1.1 HORIZONTE DE PLANEACIÓN Y PERÍODO DE DISEÑO.

Aunque generalmente en proyectos menores o del orden de magnitud de aquellos a los que se refieren estas guías, no se exigen con rigor estudios económicos especiales, es conveniente tener en cuenta que eventualmente pueden presentarse casos en los cuales el diseño de ciertos componentes de éstos (emisarios finales o sistemas de tratamiento) pueden dar lugar a este tipo de análisis para la definición de las etapas (períodos de diseño) de construcción correspondientes, dentro del horizonte de planeación considerado.

Cuando los resultados de los análisis económicos indiquen que debe diseñarse algún componente por etapas (períodos menores al horizonte de planeación), de todas maneras deberán complementarse dichos análisis, teniendo en cuenta para el efecto la vida útil de las estructuras, instalaciones y equipos, la facilidad o dificultad para ampliar las obras en etapas posteriores, además de las limitaciones constructivas, legales, administrativas, financieras o de cualquier otro orden, que eventualmente puedan hacer recomendable el diseño para una sola etapa.

5.1.2 EXTENSIÓN Y UNIDAD DEL PROYECTO.

Cuando se trate de un proyecto complementario o de uno que deba utilizar instalaciones del existente, el diseñador debe garantizar sin ambigüedad la extensión y unidad del proyecto, en forma tal que se asegure la integración de los elementos actuales y futuros.

5.2 CONEXIONES INTERNAS.

5.2.1 INSTALACIONES SANITARIAS.

Comprende todos los accesorios, tubos de desagüe, aparatos y equipos requeridos para la evacuación de aguas servidas dentro de una vivienda, tales como: lavamanos, sifones de duchas, lavaplatos, lavaderos, inodoros, tasas sanitarias, tuberías cortas, cajas de inspección y/o paso, trampas de grasa y tubos de ventilación.

Teniendo en cuenta la relación directa que tienen los diferentes aspectos de las instalaciones internas de las viviendas (tipo, ubicación, uso, etc.) con el futuro uso y funcionamiento del sistema de alcantarillado de flujo decantado, el diseñador debe acogerse al modelo definido en la reunión de los representantes por sector y del grupo focal, y una vez hechos los ajustes pertinentes, presentará la(s) alternativa(s) a la comunidad, usando como estrategia, el trabajo por sectores.

Los profesionales de las ciencias sociales responsables del trabajo con la comunidad, mediante metodologías participativas y el uso de ayudas visuales, (maquetas, esquemas, diapositivas, videos, etc.), deben garantizar que todos los habitantes queden informados sobre los componentes del sistema y sus funciones para que puedan resolver sus inquietudes al respecto, de manera que se asegure la conexión de la totalidad de las viviendas al sistema.

Es conveniente construir un modelo real de las instalaciones en un lugar adecuado (e.i. una vivienda) y programar visitas demostrativas por sectores.

Una vez agotada la etapa de información, se visitarán todas las viviendas para tomar las decisiones sobre la localización de las instalaciones sanitarias y el tanque interceptor, las cuales quedarán registradas por escrito en un esquema de localización.

Este registro debe ser firmado por el propietario(a) de cada vivienda y su cónyuge (si lo tiene) y una copia del mismo debe dejarse en cada vivienda. El diseñador dejará una fotocopia del archivo de todos los esquemas al ente administrador de los servicios, cuando exista y el original será parte integrante de las memorias de diseño.

5.2.2 CONDUCCIÓN HASTA EL TANQUE INTERCEPTOR.

Una vez definido el tipo y la ubicación de las instalaciones sanitarias y la del tanque interceptor, buscando mínimas distancias entre ellos, se recomienda reunir en una caja o mediante accesorios, todos los flujos en una sola tubería de 100 mm como diámetro mínimo y 2% de pendiente mínima recomendados, de tal manera que ingrese al tanque en forma horizontal por uno de sus extremos (en el extremo opuesto estará la salida), en el sentido de la mayor longitud.

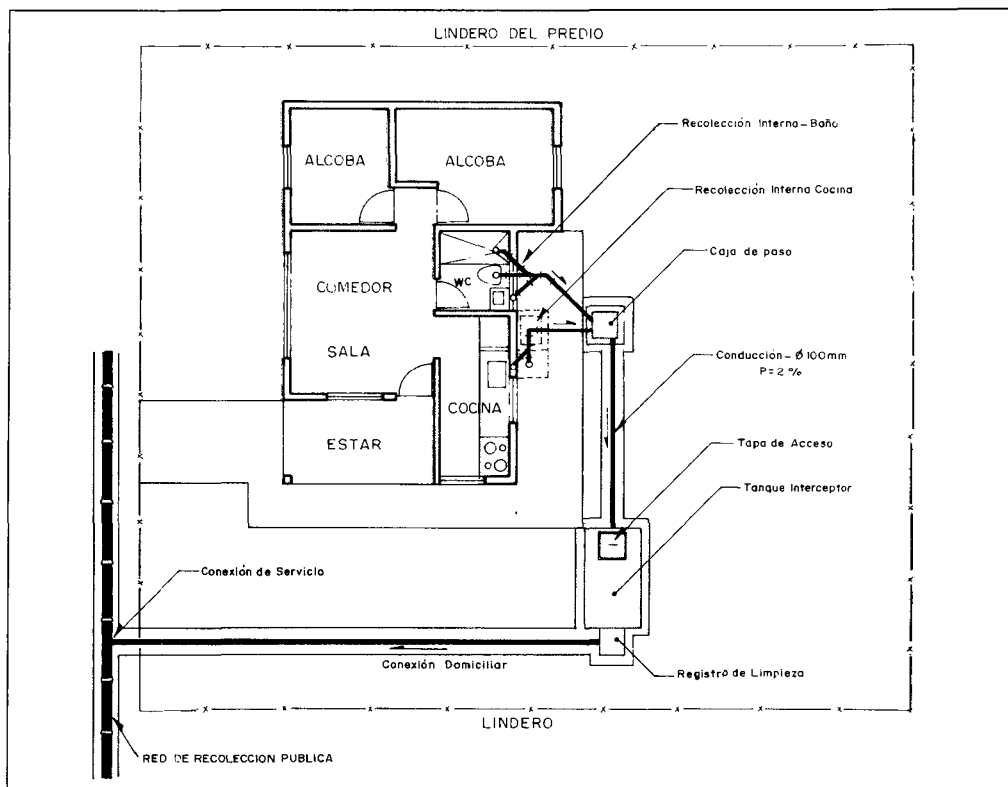


FIGURA 5.1 Esquema de instalación sanitaria y conexión domiciliar.

Cuando no se disponga de espacio suficiente, se podrá ubicar la unidad sanitaria encima del tanque, tomando las precauciones del caso para evitar que el ingreso de los líquidos en forma vertical produzca turbulencia o remoción de sólidos en el mismo.

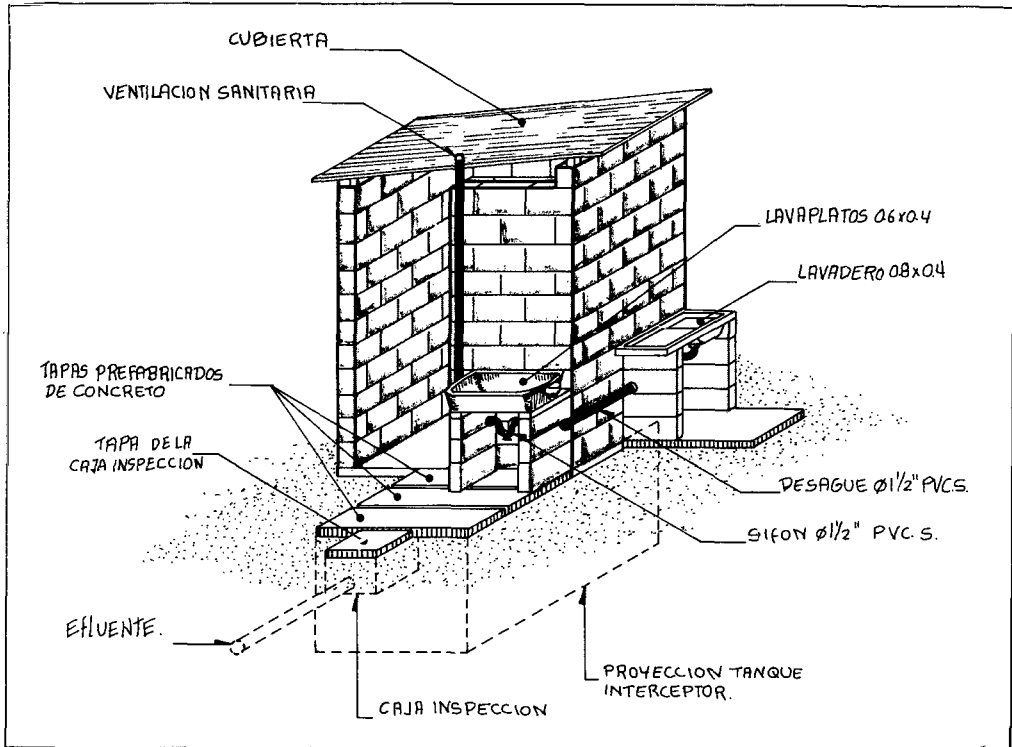


FIGURA 5.2 Esquema de instalación sanitaria, sobre tanque interceptor.

5.3 TANQUE INTERCEPTOR.

5.3.1 DIMENSIONAMIENTO.

Para determinar la capacidad del tanque, se tendrán en cuenta los siguientes valores como dotación media de agua de consumo en la población :

Vivienda de clase alta	200 l/h*d
Vivienda popular	150 l/h*d
Colegios	40 l/h*d
Oficinas	10 l/m ² *d
Restaurantes	40 l/m ² *d

Estas contribuciones deben ser afectadas por el coeficiente de retorno que para estos casos puede variar entre 0.8 y 0.9.

5.3.2 TIEMPO DE DETENCIÓN Y CAPACIDAD.

El tiempo de detención hidráulica⁽¹⁾ para los tanques interceptores varía comúnmente entre 12 y 24 horas, pero éste se ha definido en función de la población usuaria y del aporte de aguas residuales por habitante, de acuerdo con la Ec. (5.1). En cualquier caso, el tiempo de detención hidráulica no deberá ser menor de 8 horas.

$$t_d = 1,5 - 0,3 \cdot \text{Log}(P \cdot Q) \quad (5.1)$$

Donde :

t_d = Tiempo mínimo de detención hidráulica en días.

P = Población servida (No. de habitantes/tanque interceptor)

Q = Aporte de aguas residuales en l/h*d

El volumen en metros cúbicos requerido para la sedimentación (V_{rs}) resulta ser:

$$V_{rs} = \frac{P \cdot Q \cdot t_d}{1000} \quad (5.2)$$

Y la altura requerida de sedimentación, será

$$h_{rs} = \frac{V_{rs}}{A} \quad (5.3)$$

Donde:

A = Área de superficie del tanque en m^2 .

Esta altura requerida de sedimentación deberá ser como mínimo de 375 mm, de los cuales, 75 mm serán la distancia mínima entre la parte inferior de la espuma sumergida y la parte inferior del dispositivo de salida. Los restantes 300 mm, serán la distancia mínima entre la parte superior de los lodos y la misma parte inferior del dispositivo de salida (ver figura 5.3).

A este volumen deberá sumarse el volumen en metros cúbicos, de lodos (V_ℓ) dado por la siguiente fórmula:

$$V_\ell = \frac{T_\ell \cdot P \cdot N}{1000} \quad (5.4)$$

Donde: V_ℓ = Volumen para lodos en m^3 .
 T_ℓ = Tasa de acumulación de lodos en $l/h \cdot \text{año}$.
 P = Población servida por cada tanque interceptor.
 N = No. asumido de años entre operaciones de limpieza.

Y la altura de lodos (h_ℓ) será:

$$h_\ell = \frac{V_\ell}{A} \quad (5.5)$$

Donde: A = Área de superficie del tanque en m^2 .

Esta tasa de acumulación de lodos corresponderá al efecto combinado de almacenamiento y digestión que se produce en el tanque interceptor. En consecuencia, el volumen final de lodos depende de la temperatura, la configuración del tanque, el número de cámaras que posea, el tiempo de detención hidráulica y el régimen alimenticio de la población.

Un punto confiable de partida para determinar esta tasa de acumulación de lodos, será el volumen medido de lodos durante el monitoreo que se practique en los tanques interceptores de los proyectos piloto en Granada y San Zenón. La literatura disponible sobre tanque interceptores reporta valores que varían entre 10.18 l/h-año (deducido del proyecto ASAS en Cartagena-1.981⁽²⁾) y 70 l/h-año (promedio calculado en 205 tanques interceptores en Norteamérica⁽³⁾).

A manera de ejemplo, para un tanque interceptor rectangular de una cámara, con un volumen de digestión de 170 litros a una temperatura de 28°C , se determinó que su eficiencia en remoción de DBO_5 es del 40% y la tasa de acumulación de lodos resulta de aproximadamente 25 l/hab-año.

Por otra parte, para obtener el número de años entre operaciones de limpieza en un tanque interceptor, es necesario determinar la solución de menor costo, en la cual se hacen mínimos los costos combinados de vaciado hasta el final de su vida útil y los de construcción del tanque.

El tanque interceptor deberá incluir también un volumen disponible para el almacenamiento de natas y espumas no sumergidas en la fase líquida del tanque y un volumen libre para aireación. El almacenamiento de natas y espumas es, principalmente, función de la producción de grasas a partir de las aguas grises y el uso del papel higiénico.

En nuestro medio, los escasos datos que existen acerca de la acumulación de natas mostraron que pocas veces su altura total excedió los 150 mm, con aproximadamente un 70% de la nata sumergida dentro la fase líquida del tanque.

Este dato resulta similar al obtenido en 1.983 a partir de observaciones y mediciones en el proyecto ASAS en Cartagena (2), de acuerdo con las cuales, la tasa de acumulación de natas resultó de 3.51 l/h*año. A partir del monitoreo en los proyectos piloto de Granada y San Zenón, se podrán obtener nuevos resultados que corroboren o modifiquen este primer estimativo.

El diseñador podrá emplear esta o cualquier otra tasa de acumulación de natas, a fin de determinar el volumen de natas al final del periodo de limpieza, empleando la siguiente fórmula:

$$V_n = \frac{T_n \cdot P \cdot N}{1000} \quad (5.6)$$

Donde:

- V_n = Volumen de natas en m^3 .
- T_n = Tasa de acumulación de natas en l/h*año.
- P = Población servida por cada tanque interceptor.
- N = No. asumido de años entre operaciones de limpieza.

Y la altura de natas (h_n) será:

$$h_n = \frac{V_n}{A} \quad (5.7)$$

Donde:

A = Área de superficie del tanque en m^2

El diseñador deberá cuidar que el borde libre corresponda como mínimo a la altura de nata no sumergida, más 100 mm.

Para garantizar que parte de la nata sumergida no sea arrastrada por el flujo de salida, se deberá instalar un niple en la parte inferior de la tee de salida, de tal manera que se garantice como mínimo una distancia de 75 mm entre la parte inferior de la espuma sumergida y la parte inferior del niple.

5.3.3 RELACIÓN DE DIMENSIONES.

Las dimensiones del tanque interceptor deberán establecerse guardando aproximadamente las siguientes proporciones relativas:

$1.5 a < l < 2,0 a$ $h < l < 2h$ $A = l * a$
--

En donde :

- A= Área
- a= Ancho
- l= Largo
- h= Altura

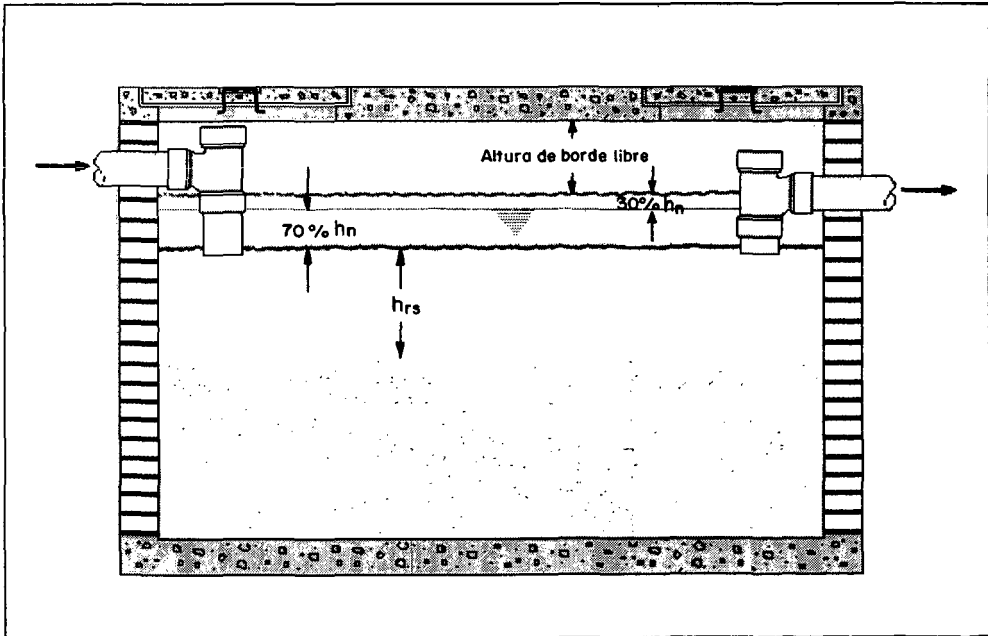


FIGURA 5.3 Detalles del tanque interceptor.

5.3.4 NÚMERO DE CÁMARAS.

Estudios previos han demostrado que el uso de varias cámaras en tanques de este tipo favorece la remoción de la carga orgánica y sólidos suspendidos en el efluente. Sin embargo, estas guías se refieren a tanques unicamerales, mientras se obtienen datos de tanques bicamerales que indiquen los beneficios de sus eficiencias comparadas con los costos resultantes para los mismos, y con la posible disminución de costos de tratamientos secundarios requeridos.

5.3.5 MÉTODO DE DISEÑO SEGÚN SISTEMA ASAS.

El Alcantarillado Sin Arrastre de Sólidos ASAS, es un tipo particular de Alcantarillado de Flujo Decantado, cuya principal característica es la de reducir al máximo posible el costo de las obras y considerar integralmente el diseño del tanque interceptor y los colectores. Este método de diseño fue empleado en los proyectos piloto de Granada (Sincé, Sucre) y San Zenón (Magdalena), que fueron dados al servicio en 1.995 y actualmente son objeto de seguimiento y monitoreo por parte del Ministerio de Desarrollo Económico y Findeter.

En caso de utilizarse este método para el diseño del tanque, debe emplearse también el propuesto para el cálculo de caudales de diseño de los colectores, el cual se expondrá en el numeral 5.5.4. Los criterios de diseño del tanque interceptor tipo ASAS, son:

- a) La geometría del tanque interceptor puede ser rectangular o cilíndrica.
- b) El caudal que ingresa al tanque se calcula en función del número máximo de aparatos que en una vivienda promedio se pueden utilizar simultáneamente. Así, cuando el número de aparatos conectados al tanque sea mayor que el número de habitantes de la vivienda, el caudal se calculará haciendo equivaler el número de aparatos al número de habitantes en la vivienda, así:

Sí, # de aparatos < #Hab/vivienda $\Rightarrow Q = f(\# \text{ total de aparatos}).$

Sí, # de aparatos > #Hab/vivienda $\Rightarrow Q = f(\# \text{ de aparatos} = \# \text{ hab/vivienda}).$

- c) El cálculo de los volúmenes de lodos, natas y líquido (volumen requerido de sedimentación), se hará en función del período determinado entre limpiezas y el tiempo medio de detención hidráulica en el tanque.

d) El dimensionamiento del tanque se hará en función de la facilidad de limpieza y de las condiciones del nivel freático. La longitud del tanque será tal que el tiempo de sedimentación de una partícula no floculada, sea siempre menor que el tiempo que emplea la misma partícula en realizar el recorrido horizontal del tanque.

5.3.5.1 Geometría del tanque interceptor

La selección de la geometría circular o rectangular del tanque se hará teniendo en cuenta las facilidades de limpieza, tipo de materiales disponibles en la localidad, facilidad de transporte de tanques prefabricados y costos.

5.3.5.2 Caudal de ingreso al tanque

El caudal de ingreso al tanque en el sistema ASAS, será el que resulte de sumar los caudales que producen todos los aparatos de la vivienda promedio en la localidad o el número de aparatos, de acuerdo con las condiciones mencionadas en el literal b.

Al caudal producido por los aparatos con descargas instantáneas tales como tasa sanitaria o inodoro, se le afecta a la salida del tanque interceptor por un factor de reducción debido al efecto ecualizador de dicho tanque.

En consecuencia, los aportes que recibe el tanque por cada aparato serán:

- La taza sanitaria con descarga de 4 litros, produce un caudal efluente del tanque interceptor de 0.004 l/s para un volumen del tanque de 0.87 m³ (dimensiones de $0.70 \times 1.40 \times 1.0$ m).
- El inodoro de tanque con descarga de 17 litros, produce un efluente del tanque interceptor de 0.028 l/s para las mismas dimensiones de tanque.
- Los flujos de la ducha, lavadero y lavaplatos, corresponden a 0.1 l/s cada uno, sin que se modifiquen a la salida del tanque.

A manera de ejemplo, en una vivienda con unidad sanitaria básica, es decir con el mínimo de aparatos posibles (un inodoro común de tanque, una ducha, un lavaplatos y un lavadero de ropa), el caudal de ingreso al tanque sería:

$$q_{v\min} = 0,028 + 0,1 \cdot 3 = 0,328 \text{ l/s}$$

El diseñador determinará el tipo y número de aparatos conectados en la vivienda promedio, con base en los resultados del trabajo social que se presenta en el numeral 5.2.1 y a partir de este dato, calculará el caudal real de ingreso al tanque (Q_v).

5.3.5.3 Volumen del tanque interceptor

Para calcular el volumen del tanque, se deberá tener en cuenta, por una parte, el periodo óptimo entre limpiezas, deducido de un análisis de sensibilidad sobre costos de construcción y de mantenimiento a diferentes periodos, y por otra parte, el número promedio de personas por vivienda en la localidad o número de aparatos y la descarga media por persona y por día (dotación de acueducto por el coeficiente de retorno).

En el caso de volúmenes de lodos y natas, para el sistema ASAS y de acuerdo con investigaciones realizadas en Cartagena, se dedujo una producción de $10.18 \text{ dm}^3/\text{h}\cdot\text{año}$ de lodos y $3.51 \text{ dm}^3/\text{h}\cdot\text{año}$ de natas. No obstante, el diseñador podrá adoptar datos resultantes de otras investigaciones para efectos del procedimiento que se explicará a continuación.

El volumen total en metros cúbicos se calcula así:

$$V_t = V_{rs} + V_l + V_n \quad (5.8)$$

Donde: V_{rs} = Volumen requerido para sedimentación (Volumen líquido).
 V_l = Volumen de lodos.
 V_n = Volumen de natas.

Los volúmenes V_{rs} y V_l se calculan aplicando las Ec. (5.2) y (5.4) y utilizando los valores de Q correspondientes al aporte de aguas residuales en $l/h\cdot\text{día}$.

El volumen de natas se calcula como:

$$V_n = T_n P N \quad (5.9)$$

Donde: T_n = Tasa de acumulación de natas.
 P = Población por vivienda.
 N = Número de años entre limpiezas.

5.3.5.4 Dimensionamiento del tanque interceptor

A partir del volumen total calculado (V_t) y teniendo en cuenta el borde libre, se adoptan las dimensiones de alto, largo y el ancho, manteniendo las relaciones de proporcionalidad mencionadas en 5.3.3.

Finalmente se verifica la longitud resultante de este dimensionamiento, comparando el tiempo que emplearía una partícula en recorrer la longitud del tanque, con el tiempo que emplearía en sedimentarse. Para este cálculo se tendrá en cuenta el caudal de ingreso al tanque definido en el numeral 5.3.5.2.

El tiempo que emplea la partícula en recorrer la longitud del tanque, será:

$$t_h = \frac{V_{rs}}{q_v} \quad (5.10)$$

Donde: t_h = Tiempo de recorrido horizontal.
 q_v = Caudal de ingreso al tanque (l/s)
 V_{rs} = Volumen requerido de sedimentación (en litros).

Para calcular el tiempo de sedimentación, se aplica la ley de Stoke.

$$t_s = \frac{V_s}{(h - b_l)} \quad (5.11)$$

Donde: t_s = Tiempo de sedimentación medido en segundos.
 V_s = Velocidad de sedimentación.
 $V_s = 4,18 d^2 (P_p - P_a) (3T + 70)$ [mm/s] (5.12)
 h = Altura total del tanque en mm.
 b_l = Borde libre en mm
 P_p y P_a = Peso específico de la partícula y el agua respectivamente.

Se considera que partículas con diámetro menor a 0,02 mm requieren tanques muy grandes cuyos costos no justifican trabajar con partículas menores, en cuyo caso la formula se simplifica así:

$$\begin{aligned} d &= 0,02 \text{ mm} \\ P_p &= 2,65 \text{ gm/cm}^3 \\ P_a &= 1,00 \text{ gm/cm}^3 \end{aligned}$$

Luego, la Ec. (5.12) se transformaría en:

$$V_s = 0,00276 (3T + 70) \text{ [mm/s]} \quad (5.13)$$

Donde: $T = \text{Temperatura en } ^\circ\text{C}.$

En caso de que el tiempo de sedimentación resulte mayor que el del recorrido horizontal, se deberá repetir el procedimiento de verificación, adoptando una longitud mayor para el tanque.

5.3.6 UBICACIÓN.

Es recomendable que el tanque interceptor esté ubicado a una distancia apropiada de construcciones, fuentes de agua u otros elementos e instalaciones así:

Límites de propiedad:	1.50 m
Árboles :	3.00 m
Corrientes de agua:	15.00 m
Pozos de agua:	15.00 m
Caminos peatonales:	1.50 m
Cortes y terraplenes:	8.00 m
Piscinas :	3.00 m

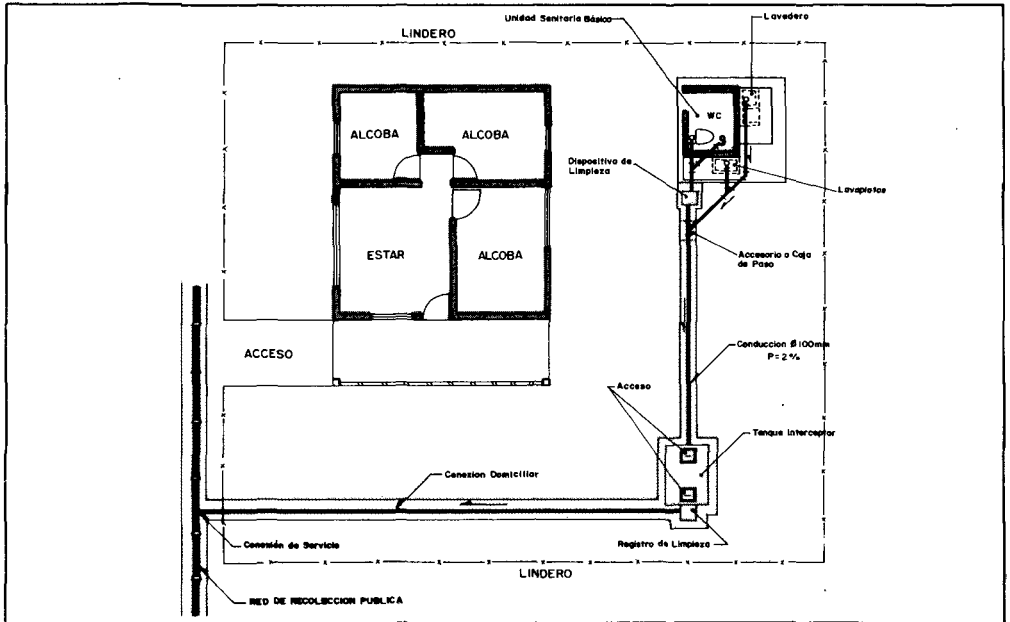


FIGURA 5.4 Esquema de ubicación del tanque interceptor.

De ser posible, debe localizarse en sitios no pantanosos o en áreas no sujetas a inundaciones. Donde sean inevitables estas circunstancias, el tanque deberá localizarse en el sitio menos afectado, fijando el nivel superior de los muros por lo menos 0.10 m por encima del nivel de inundación.

La ubicación del tanque interceptor debe definirse además en función de factores tales como:

- a) Disposición de las instalaciones sanitarias internas y distancias que permitan desarrollar la pendiente mínima requerida.
- b) Facilidad de conexión del tanque a la red de recolección.
- c) Facilidad de acceso para su inspección y limpieza, y distancia tal de la vivienda, que evite molestias durante dicha actividad.
- d) Futuras áreas de expansión de la vivienda.

Durante el diseño del tanque se tendrán en cuenta los siguientes aspectos básicos:

5.3.7 ACCESOS.

Deben proporcionarse accesos adecuados al tanque, localizados sobre los dispositivos de entrada y salida del agua, para propósitos de inspección y medición de lodo y espuma o nata, a fin de determinar el momento apropiado para realizar la limpieza.

Puede tratarse de uno (a la entrada) o dos (a la entrada y a la salida) accesos de 0.60 m de diámetro o de lado, según se trate de tanques de 2.0 m. o más de longitud respectivamente. Aún en el caso más desfavorable, las tapas de los accesos no deben quedar a más de 0.15 m. de profundidad con relación al nivel del terreno, a fin de facilitar esas actividades.

5.3.8 DISPOSITIVOS DE ENTRADA Y SALIDA.

Para el ingreso de las aguas servidas en forma horizontal, el dispositivo de entrada estará conformado por una tee sanitaria o una pantalla con el fin de disipar la energía del afluente, minimizar la turbulencia y evitar cortos circuitos.

Para ingreso vertical, en el caso de no disponer de sifón, el tubo de entrada debe penetrar unos 0.10 m en el líquido, a fin de lograr el sello requerido. La salida del líquido se hará igualmente a través de una tee para retener el material flotante.

La cota de salida del agua debe estar 20 mm. por debajo de la cota de entrada, a fin de permitir las elevaciones momentáneas del nivel del líquido debido a descargas instantáneas.

La distancia mínima entre el nivel superior de los lodos y el nivel inferior de la tee o pantalla de salida será de 300 mm. Por otra parte, la distancia entre la parte inferior de la nata sumergida y la parte inferior de la tee de salida no deberá ser menor de 75 mm. (ver Figura 5.3). El borde libre podrá variar entre 0,10 m y 0,15 m.

5.3.9 PROFUNDIDAD DE CUBIERTA.

La cubierta del tanque podrá estar enterrada hasta 0.15 m. del nivel del terreno, pero los accesos deben sobresalir del terreno, siempre y cuando se asegure que no generarán olores ni accidentes potenciales. En el caso especial propuesto para los sistemas ASAS, la cubierta del tanque, a nivel o por encima del terreno, sirve en parte como piso de la unidad sanitaria prevista para dichos sistemas.

5.3.10 DISEÑO ESTRUCTURAL.

Las consideraciones estructurales deben incluir cargas del suelo e hidrostáticas. Las primeras siempre deben considerarse para las paredes, el piso y la cubierta del tanque. En áreas de nivel freático poco profundo, también deben tenerse en cuenta las cargas hidrostáticas en el tanque vacío.

5.3.11 VENTILACIÓN.

Es esencial proveer un borde libre o espacio entre 0.10 m y 0.15 m. sobre el nivel del líquido para almacenamiento de espumas o natas y para ventilación. Se debe asegurar un flujo libre de aire entre las instalaciones internas de la vivienda, el tanque interceptor y el alcantarillado.

5.3.12 MATERIALES.

Los tanques interceptores deben ser construidos preferiblemente con materiales no susceptibles a la corrosión o deterioro, tales como ladrillos cocidos o vitrificados, o plástico reforzado con fibra de vidrio, entre otros.

Se pueden utilizar tanques prefabricados o contruidos con otros materiales, con las debidas precauciones contra la corrosión, tales como el pañete interior de los muros, cañuelas en el pegue de éstos con el fondo, pintura interior protectora en la mitad superior del tanque y siguiendo las instrucciones de los fabricantes.

5.4 CONEXIÓN DOMICILIAR.

Se recomienda que la conexión domiciliar desde el tanque interceptor hasta la red de recolección, cuente con un registro o caja de limpieza a la salida del tanque, provista de una rejilla. Esta conexión deberá hacerse en un diámetro no mayor al de la red ni menor de 50 mm. y su pendiente hidráulica deberá ser siempre positiva.

La conexión a la red podrá hacerse con una Y o una tee sanitaria o común, cuidando que en todos los accesorios se garantice la hermeticidad de las juntas.

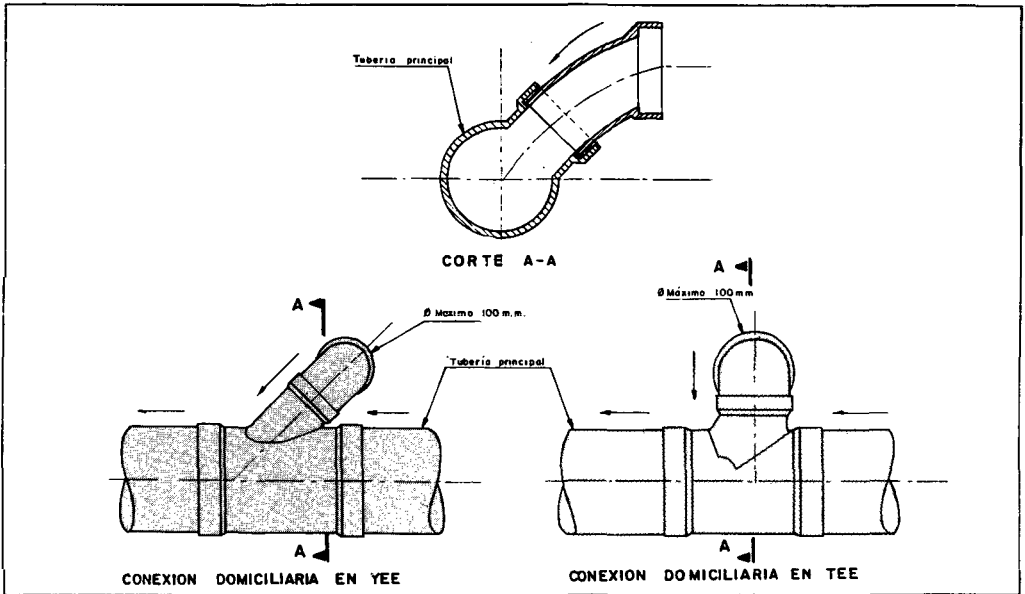


FIGURA 5.5. Conexión domiciliar tipo.

La cota de batea del punto de salida del tanque interceptor deberá estar por encima de la línea de energía del tramo (segmento de la red comprendido entre dos cajas de inspección) en el punto de conexión a la red.

5.5. RED DE COLECTORES.

5.5.1 CAUDALES DE DISEÑO.

Para el cálculo de caudales se tendrán en cuenta las aguas servidas decantadas, las de infiltración y las conexiones erradas de aguas lluvias.

5.5.1.1 Caudal máximo horario

Para determinar el caudal máximo horario (q_{mh}) se seguirá el método convencional, consistente en estimar los valores de caudales pico, con base en una relación entre el aporte de aguas residuales (Q) que a su vez depende de la dotación media de agua de consumo y el coeficiente de retorno adoptado; el número de habitantes por conexión a la red (P) y un coeficiente "M", el cual se puede determinar aplicando las relaciones propuestas por Harman, Babbit, Giffit u otros.

$$q_{mh} = \frac{Q \cdot M \cdot P}{86400} \quad (5.14)$$

En este caso, cada tramo se calculará para el caudal propio, más el acumulado de los tramos que fluyen al mismo aguas arriba.

5.5.1.2 Caudal de infiltración

En la medida de las posibilidades, la infiltración subterránea debe ser determinada directamente a través de aforos en tramos existentes en horas de flujos mínimos. Su cálculo debe estar en función además de factores tales como: naturaleza y permeabilidad del terreno, altura y nivel freático sobre la clave de la tubería, diámetro y longitud de tuberías, clase y tipo de tubería empleada, tipo, número y calidad de las uniones. Cuando no sea posible establecer dicha medida y teniendo en cuenta las características de las redes de este tipo de alcantarillado (poca profundidad, pequeño diámetro), puede adoptarse entre 0.1 y 0.2 l/s*Km., según se encuentren las redes por encima o por debajo del nivel freático respectivamente.

5.5.1.3 Conexiones erradas

Dado el control que se exige al tipo y uso de conexiones internas (tramos cortos, diámetros mínimos), la posibilidad de conducir aguas lluvias al tanque interceptor

es mínima. Igualmente sus pequeños diámetros reducen dicha posibilidad. Sin embargo, se asume como factor de seguridad, un aporte de 25 l/h.d.

5.5.2 CÁLCULO DE CAUDAL DE DISEÑO POR EL SISTEMA ASAS.

Tal como se mencionó en el numeral 5.3.5, el cálculo del caudal para el diseño de los colectores del sistema ASAS, está estrechamente ligado al cálculo del caudal para el tanque interceptor.

En efecto, el caudal de descarga por vivienda (q_t) se calcula a partir del caudal de ingreso al tanque por vivienda (q_v) definido en el literal b), del numeral 5.3.5, e incrementándose en los caudales de infiltración (q_i) y de conexiones erradas (q_e), de acuerdo con lo indicado en los numerales 5.5.1.2 y 5.5.1.3. Por lo tanto el caudal de descarga por vivienda será:

$$q_t = q_v + q_i + q_e \quad (5.15)$$

El caudal de descarga para colegios e instituciones especiales se calcula como un número equivalente de viviendas, igual al *aporte de aguas servidas de la institución, dividido entre el aporte de aguas servidas calculado para la vivienda promedio*.

Complementariamente, al cálculo de la descarga por vivienda y para el diseño de un tramo determinado, se aplica el factor de simultaneidad que permite establecer el número de viviendas que descargan al tiempo sus aguas servidas. Para el cálculo de la simultaneidad de descargas en el sistema ASAS, se adaptó la fórmula de Angelo Gallizio sobre teoría de la simultaneidad, así:⁴

$$r = 1 + \frac{1 + \text{Log}(C_r^n)}{\text{Log}(12)} \quad (5.16)$$

Donde:

C_r^n = Número de combinaciones posibles de r unidades tomadas de un total de n

Para determinar el caudal en un tramo cualquiera del colector, se establecerá el número de viviendas en el tramo, incluidas las equivalencias. Al número de viviendas establecido, corresponderá en la tabla 5.2, un coeficiente de simultaneidad C_s y un número r de viviendas que tendrán descargas simultánea.

TABLA 5.2 Coeficientes de simultaneidad.

N	C _s	R
1	100,00	0,00
2	100,00	2,00
3	71,59	2,10
4	61,71	2,50
5	55,74	2,80
6	51,66	3,10
7	48,65	3,40
8	46,32	3,70
9	44,43	4,00
10	42,87	4,30
11	41,55	4,60
12	40,42	4,90
13	39,43	5,10
14	38,55	5,40
15	37,77	5,70
16	37,07	5,90
17	36,43	6,20
18	35,85	6,50
19	35,32	6,70
20	34,83	7,00
21	34,38	7,20
22	33,95	7,50
23	33,56	7,70
24	33,19	8,00
25	32,85	8,20
26	32,52	8,50
27	32,21	8,70
28	31,92	8,90
29	31,65	9,20
30	31,39	9,40
31	31,14	9,70
32	30,90	9,90
33	30,67	10,10
34	30,46	10,40
35	30,25	10,60
36	30,05	10,80
37	29,86	11,00
38	29,67	11,30
39	29,50	11,50
40	29,33	11,70
41	29,16	12,00
42	29,01	12,20
43	28,85	12,40
44	28,70	12,60
45	28,56	12,90
46	28,42	13,10
47	28,29	13,30
48	28,16	13,50
49	28,03	13,70
50	27,91	14,00
51	27,10	13,8
52	27,67	14,4
53	27,56	14,6
54	27,45	14,8
55	27,34	15,0
56	27,24	15,3
57	27,14	15,5
58	27,04	15,7
59	26,94	15,9

N	C _s	R
60	26,85	16,1
61	26,75	16,3
62	26,66	16,5
63	26,58	16,7
64	26,49	17,0
65	26,41	17,2
66	26,32	17,4
67	26,24	17,6
68	26,16	17,8
69	26,09	18,0
70	26,01	18,2
71	25,94	18,4
72	25,86	18,6
73	25,79	18,8
74	25,72	19,0
75	25,65	19,2
76	25,59	19,4
77	25,52	19,7
78	25,45	19,9
79	25,39	20,1
80	25,33	20,3
81	25,27	20,5
82	25,20	20,7
83	25,14	20,9
84	25,09	21,1
85	25,03	21,3
86	25,18	21,7
87	25,17	21,9
88	25,16	22,1
89	25,15	22,4
90	25,15	22,6
91	25,14	22,9
92	25,13	23,1
93	25,12	23,4
94	25,11	23,6
95	25,11	23,9
96	25,10	24,1
97	25,09	24,3
98	25,08	24,6
99	25,07	24,8
100	25,07	25,1
201	24,56	49,40
202	24,55	49,60
203	24,55	49,80
204	24,54	50,10
205	24,54	50,30
206	24,54	50,60
207	24,53	50,80
208	24,53	51,00
209	24,53	51,30
210	24,52	51,50
211	24,52	51,70
212	24,52	52,00
213	24,51	52,20
214	24,51	52,50
215	24,51	52,70
216	24,50	52,90
217	24,50	53,20
218	24,50	53,40

N	C _s	R
219	24,49	53,60
220	24,49	53,90
221	24,49	54,10
222	24,48	54,30
223	24,48	54,60
224	24,47	54,80
225	24,47	55,10
226	24,47	55,30
227	24,47	55,50
228	24,46	55,80
229	24,46	56,00
230	24,46	56,30
231	24,46	56,50
232	24,45	56,70
233	24,45	57,00
234	24,45	57,20
235	24,44	57,40
236	24,44	57,70
237	24,44	57,90
238	24,43	58,10
239	24,43	58,40
240	24,43	58,60
241	24,43	58,90
242	24,42	59,10
243	24,42	59,30
244	24,42	59,60
245	24,41	59,80
246	24,41	60,00
247	24,41	60,30
248	24,41	60,50
249	24,40	60,80
250	24,40	61,00
260	24,37	63,4
270	24,34	65,7
280	24,32	68,1
290	24,29	70,4
300	24,27	72,8
310	24,25	75,2
320	24,23	77,5
330	24,20	79,9
340	24,18	82,2
350	24,16	84,6
360	24,14	86,9
370	24,12	89,2
380	24,11	91,6
390	24,09	94,0
400	24,07	96,3
410	24,05	98,6
420	24,04	101,0
430	24,02	103,3
440	24,00	105,6
450	23,99	108,0
460	23,97	110,3
470	23,96	112,6
480	23,95	115,0
490	23,93	117,3
500	23,92	119,6
510	23,90	121,9
520	23,89	124,2

N	C _s	R
530	23,88	126,6
540	23,86	128,8
550	23,85	131,2
560	23,84	133,5
570	23,83	135,8
580	23,82	138,2
590	23,80	140,4
600	23,79	142,7
610	23,78	145,1
620	23,77	147,4
630	23,76	149,7
640	23,75	152,0
650	23,74	154,3
660	23,73	156,6
670	23,72	158,9
680	23,71	161,2
690	23,70	163,5
700	23,69	165,8
710	23,68	168,1
720	23,67	170,4
730	23,66	172,7
740	23,65	175,0
750	23,64	177,3
760	23,64	179,70
770	23,63	182,00
780	23,62	184,20
790	23,61	186,50
800	23,60	188,80
810	23,59	191,10
820	23,58	193,40
830	23,58	195,70
840	23,57	198,00
850	23,56	200,30
860	23,55	202,50
870	23,55	204,90
880	23,54	207,20
890	23,53	209,40
900	23,52	211,70
910	23,52	214,00
920	23,51	216,30
930	23,50	218,50
940	23,49	220,80
950	23,49	223,20
960	23,48	225,40
970	23,47	227,70
980	23,47	230,00
990	23,46	232,30
1.000	23,45	234,50
1.100	23,39	257,30
1.200	23,33	280,00
1.300	23,28	302,60
1.400	23,24	325,40
1.500	23,19	347,90
1.600	23,15	370,40
1.700	23,11	392,90
1.800	23,07	415,30
1.900	23,04	437,80
2.000	23,01	460,20

Finalmente, el caudal de diseño para el tramo será:

$$Q_t = q_t \cdot r \quad (5.17)$$

5.5.3 HIPÓTESIS DE CÁLCULO DE LOS COLECTORES.

Las tuberías de la red se diseñarán como conducciones en las que pueden alternar el escurrimiento libre por gravedad y el flujo a presión, haciendo el análisis por separado para los tramos correspondientes.

5.5.4 CÁLCULOS HIDRÁULICOS.

Para el cálculo hidráulico de las tuberías se pueden utilizar las fórmulas de Manning, Kutter, Chezy, Bazin, Macedo, Williams y Hazen u otras apropiadas. El coeficiente de velocidad se determinará utilizando cualquiera de las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{Manning} & : C = (R^{1/6}) \cdot (n^{-1}) \\ \text{Kutter} & : C = (100 \cdot R^{1/2}) / (m + R^{1/2}) \\ \text{Bazin} & : C = (87 \cdot R^{1/2}) / (L + R^{1/2}) \end{aligned}$$

Cuando el diseñador opte por la fórmula de Hazen Williams para el cálculo de secciones a tubo lleno, deberá cuidar de aplicar los coeficientes correspondientes.

Los valores promedio del coeficiente de rugosidad para el cálculo, según la fórmula que se utilice, son los siguientes:

TABLA 5.3 Coeficientes de rugosidad.

MATERIAL	Manning (n)		
	0.014	0.36	0.25
Tubos de concreto simple, prefabricados.	0.014	0.36	0.25
Tubos de concreto reforzado, prefabricado.	0.013	0.30	0.20
Tubos de gres de resistencia normal.	0.014	0.36	0.25
Tubos de asbesto cemento.	0.012	0.24	0.16
Tubos de P.V.C.	0.009	-	-

Para determinar las velocidades reales en la tubería y la altura de la lámina de agua, se podrán utilizar los gráficos, tablas o relaciones hidráulicas para conductos circulares, disponibles para el efecto.

5.5.5 PROFUNDIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS TUBERÍAS.

La profundidad de las tuberías será preferiblemente mayor de 0.20 m. en patios; 0.40 m. en áreas peatonales y 0.85 m. en vías con tráfico de vehículos. Menores profundidades requerirán protección especial.

5.5.6 PENDIENTES DE LOS COLECTORES.

Se recomienda el aprovechamiento de la pendiente natural del terreno. Sin embargo, por tratarse de un flujo decantado, podrán admitirse sectores con pendientes nulas o contrapendientes, siempre y cuando estén ubicados dentro de un mismo tramo.

El diseñador deberá tener presente que la cota batea del punto de salida en todos los tanques interceptores conectados en el sector, se encuentre por encima de la línea de energía del tramo en el punto de conexión. En los puntos altos de la red deberán instalarse dispositivos que permitan la evacuación de aire y gases.

5.5.7 CONTROL GEOMÉTRICO.

Para prevenir cualquier posibilidad de obstrucciones, en lo posible se evitarán cambios bruscos de pendiente y reducciones en la sección de tuberías aguas abajo.

5.5.8 PASO DE OBSTÁCULOS Y DEFENSA DE LAS TUBERÍAS.

Aún cuando en estos alcantarillados, debido al tamaño y tipo de tuberías comunmente usadas, se permiten curvaturas dentro de ciertos límites, el diseñador deberá adoptar los sistemas más convenientes y económicos para salvar aquellos obstáculos mayores como puentes, quebradas, caños, edificaciones, entre otros. Además proyectará las defensas necesarias para garantizar la estabilidad e integridad de las tuberías y obras complementarias.

5.5.9 DIÁMETRO MÍNIMO.

Dadas las condiciones de flujo decantado en estos sistemas, podría aceptarse para tuberías de la red de recolección, un diámetro mínimo de 50 mm.

No obstante, teniendo en cuenta las deficientes condiciones de uso, operación y mantenimiento de los alcantarillados en nuestro medio y la escasa disponibilidad de equipos adecuados para la limpieza de las tuberías de diámetros menores, se recomienda adoptar un diámetro mínimo de 100 mm.

5.5.10 VELOCIDADES EN LAS TUBERÍAS.

La velocidad mínima corresponderá a la *gradiente mínima recomendada*, en tanto que la velocidad máxima será de 5 m/s.

5.5.11 RADIO MÍNIMO DE CURVATURA DE COLECTORES.

El radio mínimo de curvatura en colectores no inspeccionables, deberá estar de acuerdo con los desvíos permisibles en las juntas, autorizados por los fabricantes de las diferentes clases de tuberías.

5.5.12 UBICACIÓN DE TUBERÍAS.

Si las viviendas se ubican a lado y lado de la calzada, es recomendable analizar la posibilidad de colocar los colectores en las zonas de andén, a fin de disminuir los tramos con cargas vehiculares y los costos de reconstrucción de pavimentos u otras estructuras que se puedan deteriorar durante la construcción. La distancia mínima entre las tuberías del alcantarillado y las del acueducto, será de 2.0 m.

5.5.13 MATERIALES PARA TUBERÍAS.

El diseñador tendrá en cuenta para la selección de tuberías las siguientes consideraciones básicas :

- Condiciones de transporte al sitio de la obra.
- Características de las aguas residuales y de los suelos donde se ubicarán las tuberías.
- Vida útil mínima de 20 años.
- Condiciones climáticas y topográficas de la localidad.
- Costos por cada tipo de tubería, después de su instalación.

Los materiales comunmente utilizados son: Concreto simple o reforzado, gres, asbesto-cemento, P.V.C. y polietileno.

5.6 CAJAS DE INSPECCIÓN Y REGISTROS DE LIMPIEZA.

5.6.1 TIPO, UBICACIÓN Y DISTANCIAS.

La caja de inspección y el registro de limpieza pueden ser utilizados indistintamente para la inspección y mantenimiento de las tuberías. Sin embargo, este último, consistente en un segmento de tubo (con tapa removible) colocado en forma vertical (chimenea) a través de una Y, sobre los colectores (ver figura No. 11.1), es más recomendable, debido a su mayor seguridad y hermeticidad evitando así el ingreso de aguas lluvias, basuras, tierra y toda clase de elementos extraños.

En algunos casos especiales se requieren las cajas, como por ejemplo, en confluencias importantes de tuberías, en los cambios de diámetro o pendiente, en cambios de dirección con deflexión mayor de 60° y en aquellos sitios donde haya cambio de materiales de las tuberías.

De cualquier manera, la mayor distancia entre cajas de inspección o entre registros de limpieza no excederá los 150 m. para tuberías de 150 mm de diámetro o menores, y de 200 m. para tuberías mayores de 150 mm.

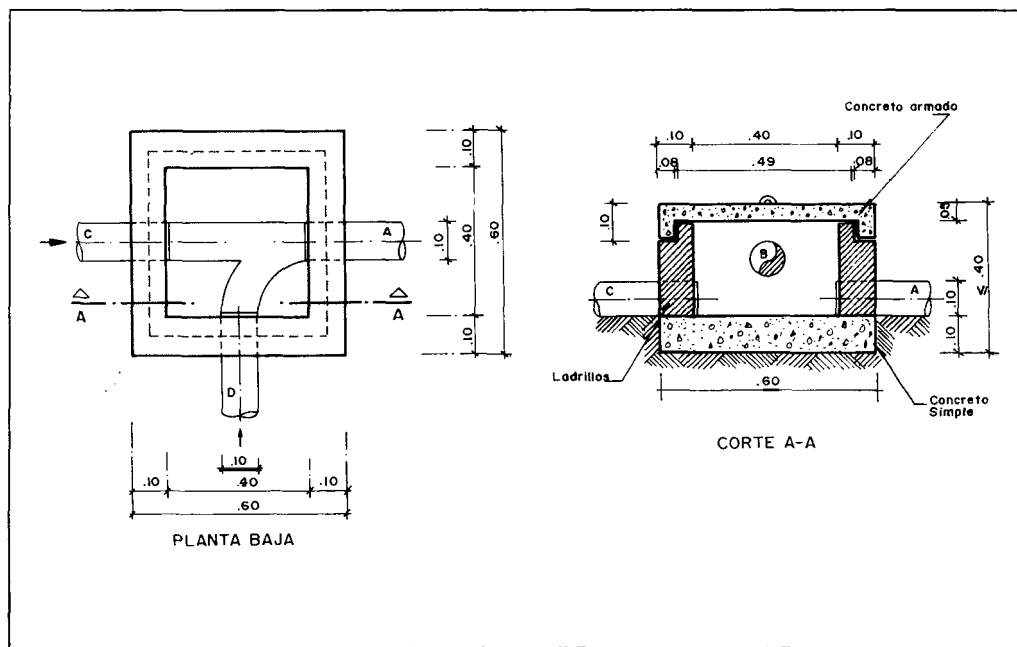


FIGURA 5. 6 Planta y corte de caja de inspección tipo.

5.7 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.

5.7.1 CÁMARAS DE CAÍDA.

Para casos especiales de pendientes altas, se proveerán cámaras de caída cuando una tubería descargue en una caja de inspección a más de 0.75 m. por encima del fondo de la misma.

5.7.2 SIFONES INVERTIDOS.

Deberán diseñarse sifones invertidos cuando haya necesidad de atravesar caños, quebradas u obstáculos similares y no sea aconsejable hacer el paso elevado debido a sus costos o los riesgos que corre la tubería. El diámetro mínimo de los sifones será el mismo que rige para la red.

5.7.3 ESTACIONES DE BOMBEO.

Cuando las condiciones topográficas del terreno no permitan la disponibilidad de una cabeza suficiente para lograr una gradiente hidráulica que garantice el flujo por gravedad en todos los sectores de la red de recolección, o entre éstos y el sitio de un posible tratamiento secundario, se requerirá el uso del bombeo.

Antes de tomar la decisión sobre la selección del sistema de alcantarillado, se debe realizar un estudio cuidadoso desde el punto de vista económico, a fin de establecer los costos de los posibles bombeos.

Las estaciones de bombeo son de diseño convencional, pudiéndose usar las bombas utilizadas típicamente para agua limpia, en lugar de bombas para aguas residuales más costosas, ya que los sólidos y otros residuos no ingresan a las tuberías.

Sin embargo, debido a la naturaleza séptica de las aguas residuales en este tipo de sistemas, la corrosión y los malos olores se constituyen en problemas importantes, motivo por el cual se deben tomar las precauciones del caso en cuanto al material de las bombas y a la protección de las estructuras de concreto involucradas en la operación.

Igualmente se tomarán las precauciones correspondientes tanto para evitar la proliferación de malos olores como para garantizar la continuidad del servicio durante eventuales fallas mecánicas de los equipos o del suministro del fluido eléctrico.

5.7.4 SISTEMAS DE TRATAMIENTO SECUNDARIO.

Dado que el tanque interceptor proporciona solamente un tratamiento primario anaerobio a las aguas residuales en cada vivienda, se requerirá un tratamiento secundario a dichas aguas, cuyo alcance estará en función de la eficiencia lograda en el tanque interceptor.

La opción más utilizada para el efecto en los países en proceso de desarrollo, son las lagunas de estabilización, para lo cual se cuenta con amplia bibliografía en cuanto a las pautas de diseño de las mismas.

5.8 ACTIVIDADES ADICIONALES.

El diseñador presentará los siguientes documentos complementarios a esta fase del proyecto:

- a) Memorias, planos y presupuestos definitivos con análisis de precios unitarios.
- b) Especificaciones técnicas de construcción, de acuerdo con las normas aplicables y/o con las sugerencias propias del consultor basadas en su experiencia en obras similares.
- c) Manuales de operación y mantenimiento para las diferentes unidades del sistema.
- d) Costos de operación y mantenimiento (análisis de requerimientos mínimos).
- e) Pliegos de condiciones para licitaciones: Comprenderán las condiciones generales, especificaciones técnicas de materiales y equipos y los formularios de las propuestas con las cantidades de materiales, mano de obra y equipos o elementos requeridos.
- f) Plan tentativo de ejecución de las obras, con base en el diseño definitivo de los diferentes componentes del proyecto. Cronogramas de actividades e inversiones.

- g) Informe sobre la viabilidad del trabajo comunitario en las etapas subsiguientes del proyecto, con base en las experiencias y resultados del trabajo adelantado durante las etapas superadas.

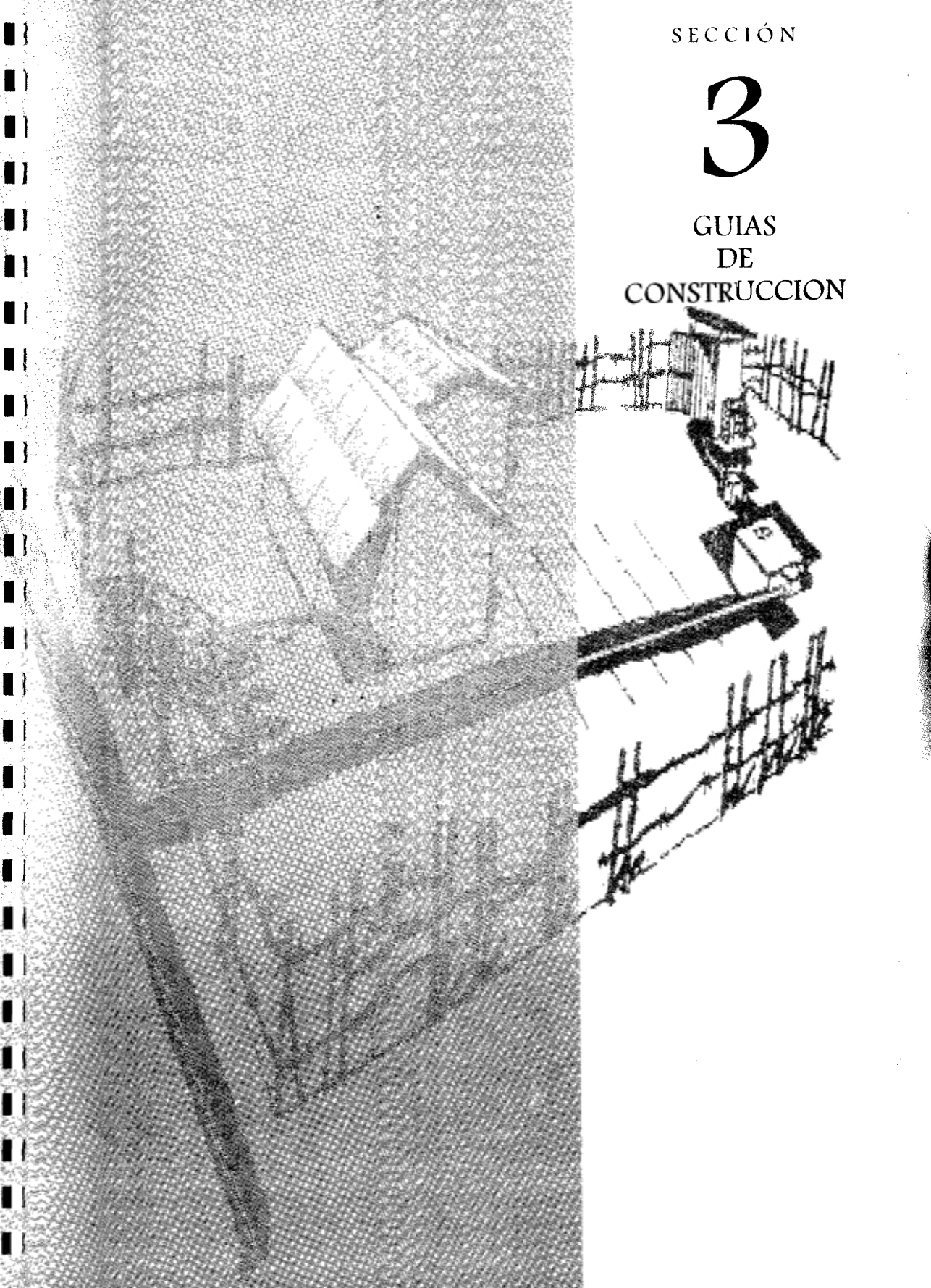
5.9 DIVULGACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS.

Una vez concluidos los diseños definitivos, deberá realizarse una reunión que integre autoridades locales, ente administrador del sistema, representantes de las organizaciones comunitarias y de los diferentes sectores en los cuales se dividió la localidad, con el fin de hacer una presentación formal de los estudios, entregar al ente administrador el archivo de las definiciones por vivienda y explicar el proceso que seguirá el proyecto en cuanto a licitación y contratación, además de presentar los lineamientos de un plan de trabajo socioeducativo comunitario acorde con las condiciones locales, que incluya aspectos relacionados con los fundamentos de la tecnología, su uso, operación y mantenimiento del sistema y educación en higiene.

SECCIÓN

3

GUIAS
DE
CONSTRUCCION



CAPÍTULO VI

ACTIVIDADES PRELIMINARES

Se entiende por actividades preliminares todas aquellas formalidades y trabajos requeridos para la iniciación de las obras por parte del constructor.

6.1 INFORME A LA COMUNIDAD.

El primer paso de esta etapa de construcción será la de concertar una reunión con las autoridades locales, el ente administrador del sistema de abastecimiento de agua, si lo hay, y los representantes de las organizaciones locales y de los diferentes sectores de la comunidad. Esta reunión será organizada por el constructor o la gerencia de proyecto, para:

- Presentar al contratista, su residente y el programa de trabajo escrito en una cartelera que quedará fija en la oficina del ente administrador del sistema de agua, o en su defecto, en las instalaciones de la administración local.
- Presentar al personal de la gerencia de obra y sus funciones.
- Informar sobre el presupuesto de la obra y los elementos incluidos en el mismo.
- Definir y resaltar la participación de la comunidad durante el desarrollo de la obra y posteriormente en su administración, operación y mantenimiento
- Resolver las inquietudes de la comunidad y formalizar su aceptación a la construcción del proyecto.

Durante el desarrollo de esta etapa, el proyecto contará con personal de las ciencias sociales que hará parte de la organización del constructor o de la gerencia de obras y coordinará las actividades relacionadas con la participación de la comunidad.

Dicho personal verificará para cada vivienda la vigencia de la información definida en las etapas previas. En caso de encontrar variaciones en la distribución interna de la vivienda o nuevas construcciones, se procederá a efectuar los ajustes respectivos.

6.2 CAMPAMENTO.

El constructor o la gerencia de proyecto adaptará en lo posible una vivienda de la localidad para usarla como campamento, almacén y oficina, con suficiente capacidad para almacenar materiales y equipo de acuerdo con el programa de trabajo.

El campamento contará con unidades sanitarias para el personal y visitantes, con las debidas provisiones para manejo y disposición de aguas servidas y de residuos sólidos.

6.3 ESPACIOS Y RUTAS.

El constructor verificará la viabilidad de las rutas de diseño de las redes del alcantarillado, comprobará la disponibilidad del espacio para las obras (especialmente dentro de las viviendas), con base en lo indicado en los planos. En caso de ser necesario redefinirá nuevas rutas y espacios, en coordinación con el interventor y de ser posible con el diseñador.

Si a juicio del constructor, los espacios y rutas definidos en el diseño para la construcción de las obras intradomiciliarias no son apropiados, éste, junto con el interventor y el trabajador social ó el representante de la comunidad, redefinirán el espacio y ruta a utilizar y la modalidad de obra que mejor se ajuste.

6.4 PERMISOS PREVIOS.

El constructor se asegurará de que la obra cuente con los permisos previstos por la ley, tales como la licencia única de la autoridad ambiental de la región, según lo previsto en el decreto No. 1753 de 1994, y el permiso de construcción del municipio.

Adicionalmente, se requerirá contar con la aceptación expresa de la comunidad, certificada a través de actas de reuniones con las organizaciones que la representen.

6.5 REPLANTEO.

El constructor efectuará el replanteo del sistema diseñado, localizando los mojones de referencia y realizando todos los levantamientos necesarios para establecer los ejes de las obras, el control de la construcción y la medición de las cantidades de obra, lo cual deberá ser verificado por el interventor. Las interferencias indicadas en los planos deberán ser verificadas por el contratista mediante inspecciones oculares, apiques o trincheras, según se requiera.

6.6 PROTECCIONES.

Se considera especialmente relevante prevenir y mitigar los impactos potenciales negativos de la obra durante la construcción. A tal efecto, el constructor organizará la circulación de vehículos en las zonas de las obras, los desvíos por cierres de vías y calzadas, la apropiada señalización de advertencia sobre peligros de la obra y todas las medidas que conformen un plan de ambiental satisfactorio durante la construcción.

6.7 DEMOLICIONES.

Todos los pisos, sardineles, andenes y pavimentos que deban ser demolidos por las obras deberán reponerse adecuadamente. El constructor deberá informarse previamente con las autoridades locales y demás grupos y personas involucradas en obras de desarrollo local, sobre posibles proyectos de pavimentación de vías y andenes u otros similares a fin de coordinar la secuencia lógica de cada obra.

6.8 DESCAPOTE Y LIMPIEZA.

Comprende la remoción en una profundidad igual a la de la capa vegetal o de 0.30 m, la que sea menor, y la posterior disposición de todos los materiales y objetos del terreno que por su naturaleza sean inconvenientes para la construcción del alcantarillado. El constructor ejecutará estos trabajos evitando en lo posible causar daño a estructuras, servicios públicos, cultivos o propiedades no previstas en los planos.

CAPÍTULO VII

ACTIVIDADES DE CARÁCTER SOCIAL Y COMUNITARIO

Durante el desarrollo de esta fase del proyecto, el personal del área social adelantará las siguientes acciones, teniendo en cuenta además los lineamientos del plan socioeducativo elaborado en la etapa de diseño:

7.1 CAPACITACIÓN.

Se debe capacitar a los profesores y alumnos de escuelas y colegios y a la comunidad en general sobre los fundamentos de la tecnología, sobre la operación y mantenimiento del sistema y sobre el adecuado uso de las instalaciones sanitarias, haciendo énfasis en los hábitos de higiene más recomendables.

Además, se debe dejar en la comunidad material educativo elaborado en forma participativa, para que pueda ser utilizado por los centros escolares y/o el ente administrador en futuros eventos de capacitación.

Con los representantes del ente administrador y de los diferentes sectores de la comunidad se deben adelantar talleres de capacitación en liderazgo, en aspectos relacionados con la Ley de Servicios Públicos Domiciliarios y en técnicas de educación y comunicación popular.

Se debe además conformar y capacitar un Comité de Veeduría Social que actúe como interlocutor entre la Gerencia del proyecto y la comunidad en las actividades de control y seguimiento del proceso. Para el efecto, el Comité debe conocer los contratos y tener algún conocimiento y criterio sobre aspectos de construcción y materiales.

7.2 LABORES DE COORDINACIÓN Y ORGANIZACIÓN.

El personal del área social deberá coordinar reuniones de análisis y discusión con el ente administrador existente, con el comité de veeduría social y con los representantes de la comunidad, sobre estratificación socioeconómica y estructura tarifaria, informando posteriormente a la comunidad los resultados de esos análisis y las decisiones adoptadas. Igualmente deberá definir el perfil del operador del sistema y determinar en qué medida se puede emplear el personal operativo de la entidad administradora del acueducto para tales labores.

La entidad que se encargará de la administración, operación y mantenimiento del sistema deberá ser la misma que administra el acueducto, si existe. En su defecto, el personal del área social propondrá la creación del ente administrador correspondiente, teniendo en cuenta lo establecido en la ley de Servicios Públicos Domiciliarios y sus decretos reglamentarios. En este último caso, es importante tener en cuenta a las personas que han venido desempeñándose como representantes de la comunidad en los diferentes sectores o comités.

CAPÍTULO VIII CONEXIONES INTERNAS

Se entiende por conexiones internas todas las obras requeridas para conducir las aguas servidas desde su punto de generación hasta el tanque interceptor de sólidos de la vivienda.

8.1 INSTALACIONES SANITARIAS.

Definidas en la forma como se indica en el numeral 5.2.1, estas instalaciones deberán cumplir las normas del Código Colombiano de Fontanería y deberán ser ejecutadas de acuerdo con las recomendaciones de cada fabricante. Los desagües de cada aparato deben proveerse con trampa de sifón, en tanto que las tuberías de desagüe tendrán diámetros y pendientes de acuerdo con el aparato servido. El conjunto deberá quedar provisto de ventilación sanitaria común o individual, según el caso.

8.2 UNIDAD SANITARIA BÁSICA.

En viviendas carentes de instalaciones sanitarias convencionales, se construirán, si así lo definen los planos de diseño, unidades sanitarias que agrupen instalaciones básicas, tales como lavamanos, ducha, sifón de piso, tasa o inodoro sanitario, lavaplatos y poceta de piso. En las figuras 8.1 a 8.4 se presentan cuatro tipos diferentes de disposición de las unidades sanitarias y tanque interceptor.

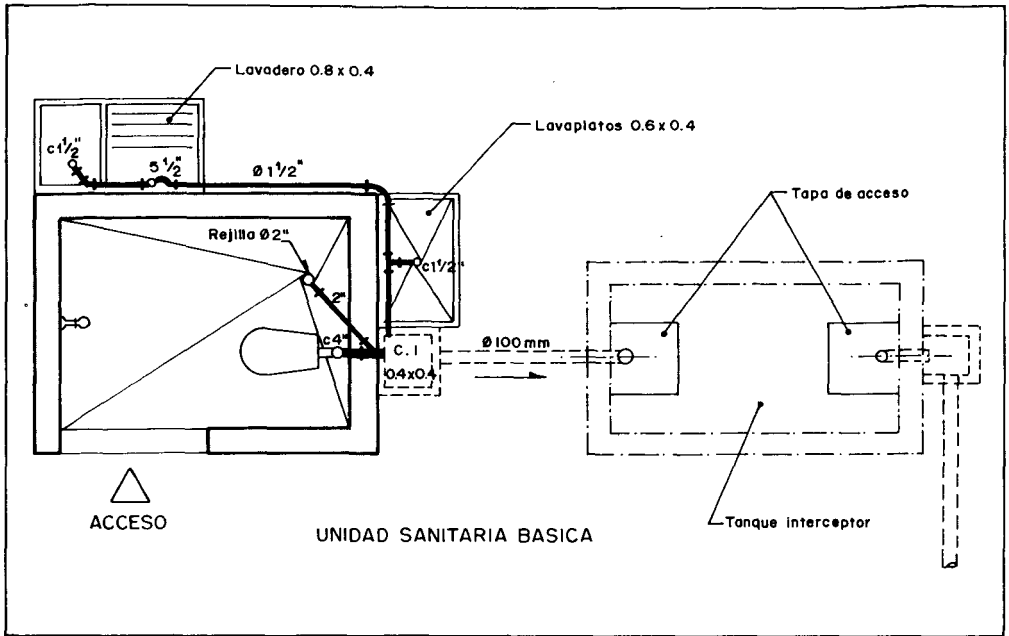


FIGURA 8.1 Disposición tipo 1 de unidad sanitaria y tanque interceptor.

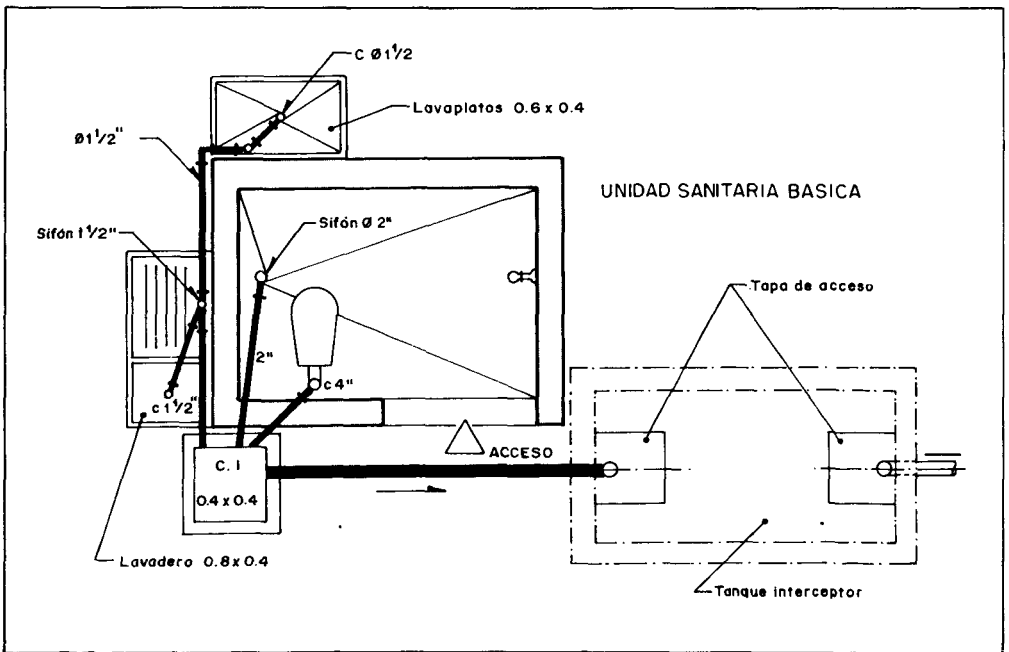


FIGURA 8.2 Disposición tipo 2 de unidad sanitaria y tanque interceptor.

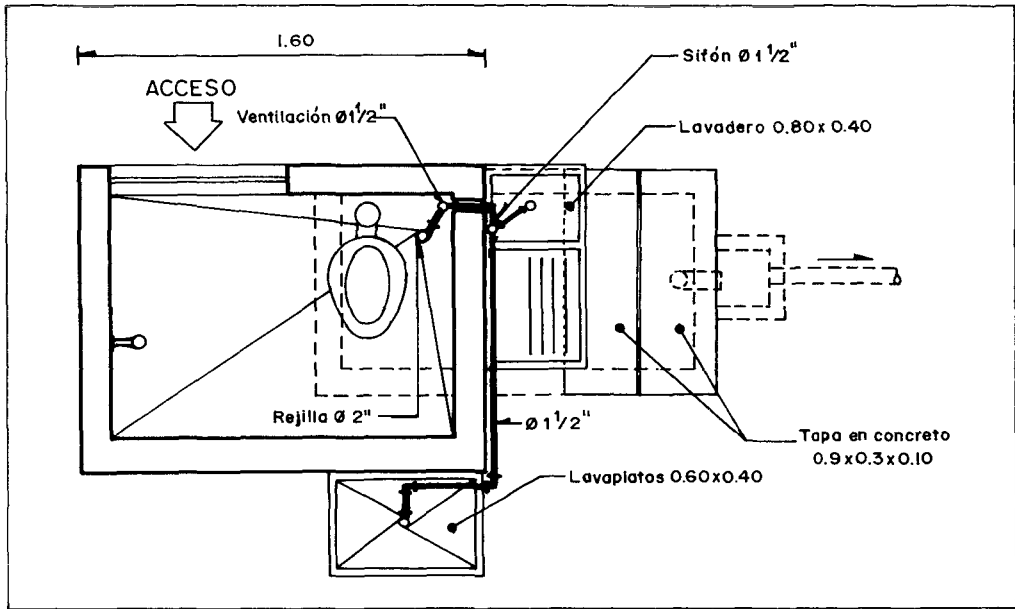


FIGURA 8.3 Disposición tipo 3 de unidad sanitaria y tanque interceptor.

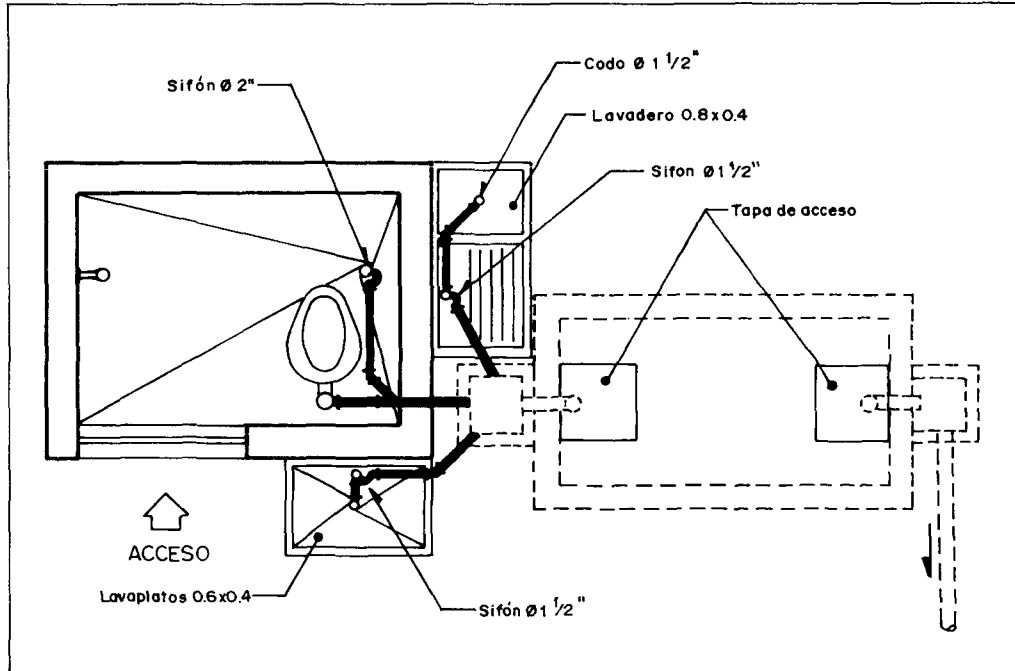


FIGURA 8.4 Disposición tipo 4 de unidad sanitaria y tanque interceptor.

8.3 RED INTERIOR DE RECOLECCIÓN.

Para las viviendas que cuenten con instalaciones sanitarias convencionales, los desagües, sifones, pocetas, lavamanos, tasas ó inodoros y lavaplatos se conectarán a una red interior de recolección. El diámetro mínimo de esta red, una vez reciba un inodoro, será de 100 mm. El alineamiento de la red será recto, sin quiebres, excepto mediante cajas de inspección, las cuales tendrán una dimensión interna mínima de 0.30 x 0.30 m y una profundidad no menor de 0.15 m a la clave de la tubería más alta.

Cuando el diseño considere unidades sanitarias compactas ubicadas sobre el tanque interceptor (Figura 8.3), la red de recolección se limita a la tubería que recoge los flujos de todos los artefactos, ingresando al tanque en forma vertical.

8.4 MATERIALES.

Las instalaciones sanitarias se construirán utilizando tuberías accesorios y aparatos de buena calidad que aseguren una vida útil por encima de 20 años y que cumplan con las normas de calidad de materiales establecidos por ICONTEC o la ASTM. Se recomienda la utilización de aparatos de bajo consumo de agua (tasas sanitarias, inodoros de pequeña cisterna y duchas con restricción de caudal, entre otros), materiales de alta resistencia al ataque por las aguas servidas y el suelo. Las redes interiores de aguas servidas podrán construirse en cemento, asbesto cemento, gres vitrificada, P.V.C., polietileno y otros plásticos, según la disponibilidad local y su costo. Preferiblemente se utilizarán tuberías del tipo de unión flexible.

CAPÍTULO IX TANQUE INTERCEPTOR

9.1 UBICACIÓN.

El tanque interceptor se construirá en el sitio indicado en los planos de diseño. Sin embargo, en caso de que en fecha posterior al diseño se presenten modificaciones en la vivienda, que afecten la localización originalmente prevista, el constructor, en consenso con el propietario de la vivienda y con la gerencia del proyecto, acordará la nueva ubicación del tanque, con base en las recomendaciones del numeral 5.3.6.

9.2 PRECAUCIONES CONSTRUCTIVAS.

Se recomienda tomar las siguientes medidas de precaución:

Las superficies internas del tanque, por encima del nivel de agua, deberán protegerse con materiales anticorrosivos.

- Cualquiera que sea el material utilizado, se tomarán medidas adecuadas para evitar la infiltración o exfiltración de agua.
- En terrenos inundables o de alto nivel freático se recomienda la construcción de zarpas ó anillos de flotación en la base para contrarrestar el efecto de subpresión en el tanque.
- El tanque interceptor deberá instalarse a nivel y descansar sobre suelo inalterado para evitar asentamientos. Si se sobrexcava, deberá rellenarse con material seleccionado hasta el nivel requerido a fin de proveer un asiento adecuado.

9.3 TANQUES EXISTENTES.

El constructor integrará al proyecto los tanques existentes que puedan ser utilizados, incluyendo trampas de grasas.

CAPÍTULO X RED DE COLECTORES

10.1 EXCAVACIONES.

El constructor ejecutará las excavaciones como se indica en los planos de diseño, mediante métodos manuales o mecánicos, según se haya previsto.

Antes de iniciar la excavación se revisará conjuntamente con la interventoría, los puntos topográficos y de nivel indicados por el diseñador y se precisará el sitio por donde pasan las redes existentes para proteger adecuadamente aquellas que van a dejarse en su lugar.

La excavación de zanjas en vías públicas no podrá ejecutarse mientras no se hayan obtenido los permisos correspondientes y colocado las señales pertinentes de peligro. En las excavaciones que presenten peligro de derrumbarse debe colocarse un entibado que garantice la seguridad del personal que trabaja dentro de la zanja.

Las paredes de la zanja se excavarán y mantendrán verticales, excavadas uniformemente de modo que el espacio entre las paredes y la tubería sea igual. En la tabla siguiente se indica el ancho mínimo recomendable para las zanjas.

TABLA 10.1 Ancho mínimo recomendable para las zanjas.

Profundidad (m) \ Diámetro (mm)	Hasta	0.75	1.00	1.25	1.50	2.00	2.50
	0.50						
100	0.30	0.50	0.70	0.70	0.70	0.70	0.75
150	0.40	0.60	0.75	0.75	0.75	0.75	0.80
200	0.50	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.85

10.2 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS.

Esta especificación tiene por objeto GUÍAr al constructor en el cuidado que debe seguir para suministrar e instalar las tuberías prefabricadas.

10.2.1 CALIDAD DE MATERIALES.

La calidad de los materiales utilizados, la fabricación misma de las tuberías, la inspección, las pruebas y la aceptación o rechazo de las mismas, se regirán por la norma ICONTEC correspondiente.

10.2.2 MANEJO DE TUBERÍAS.

Cuando el contrato de construcción incluya el suministro de tuberías, el contratista será responsable de todos los deterioros o daños que se produzcan en las mismas, como consecuencia de los cargues, descargues y transportes, tanto desde el sitio de producción hasta la obra, como dentro de ésta.

Las tuberías y todos los accesorios serán cargados, transportados, descargados, almacenados y manejados en forma cuidadosa y utilizando separadores de madera o similares entre los tubos y entre éstos y el piso del sitio de almacenamiento. Adicionalmente se deberán emplear ganchos de izaje con superficie lo suficientemente ancha para no dañar los bordes de los tubos.

Las tuberías deberán almacenarse en tal forma que permanezcan cubiertas, en seco y nunca en contacto directo con el suelo. No se permitirá al constructor abrir huecos en los tubos para facilitar el izaje.

10.2.3 CONSTRUCCIÓN DE LA CIMENTACIÓN DE LA TUBERÍA.

En general las zanjas deberán estar secas y limpias antes de iniciar la colocación de materiales de base y atraque de las tuberías.

El fondo de las zanjas se excavará hasta la elevaciones especificadas en los planos o por la interventoría. No se permitirá que la superficie inferior de la tubería quede asentada directamente sobre suelo rocoso.

Cuando las tuberías se cimienten sobre concretos por exigencia de los planos o porque, a juicio de la interventoría, las condiciones locales modifiquen las hipótesis de carga de la tubería se construirá primero una capa de base del espesor especificado en los planos, se lo dejará fraguar lo suficiente para resistir sin deformarse o fracturarse, se instalará la tubería y luego se colocará cuidadosamente una capa de concreto formando una cañuela de dimensiones apropiadas, ajustadas al diámetro del tubo y con una altura máxima igual a $\frac{1}{4}$ del diámetro interior de la tubería.

10.2.4 INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS.

Todos los tubos deben colocarse sin interrupciones en sentido contrario al flujo, con las campanas y las uniones hembras o collares, en la dirección de aguas arriba. La tubería debe colocarse sobre una cimentación estable, siguiendo exactamente los alineamientos y las rasantes prescritos y debe quedar soportada en toda la longitud del tubo. Para la instalación de tubería deben tenerse en cuenta siempre las instrucciones del fabricante. Se excavarán siempre cajas apropiadas para alojar todas las campanas de las tuberías que posean este tipo de unión.

El empate de los tubos puede hacerse, si es del caso, utilizando palas o gatos, pero lo importante será que el tubo esté suspendido en el momento de la operación de empalme para que la unión sea suave sin dañar los sellos, espigos y campanas.

Los anillos de caucho y los extremos de los tubos deben lubricarse con jabón sebo o el producto recomendado por el fabricante. Antes de la colocación del relleno de mortero, todo el espacio anular y la superficie del tubo que quede alrededor de él deben limpiarse cuidadosamente para eliminar el polvo, la tierra, la arena, los fragmentos de roca o piedra, el agua y cualquier otra sustancia extraña.

No se permitirá tránsito por encima de los tubos una vez que las uniones hayan quedado hechas.

En todos los sitios en donde una porción de los tubos o de las conexiones domiciliarias quede localizada a una distancia menor de 2 m de un árbol (distancia medida horizontalmente desde el centro del tubo hasta el centro del árbol) cuya remoción no esté prevista, las juntas deben quedar incrustadas en un bloque de mortero compuesto de 1 parte en volumen de cemento y 2 partes en volumen de arena.

Este bloque debe extenderse a lo largo del tubo en una longitud no menor de 0.15 m de distancia del centro de la junta, en ambos sentidos, y su espesor, en la parte superior y alrededor de la campana, el collar o el diámetro mayor del tubo, será por lo menos de 0.10 m.

El interior de los tubos debe conservarse siempre libre de tierra, mortero y otros materiales extraños a medida que el trabajo progresa y se dejará perfectamente limpio en el momento de la terminación.

El último tubo bajado y que va a unirse con el resto del colector ya atracado, debe colocarse a una distancia máxima de 0.30 m del último tubo colocado con el objeto de permitir la adecuada preparación de la junta y de evitar los daños que se podrían causar a la base por exceso de movimientos de los tubos.

Si la tubería que está instalándose es de unión flexible, se recomienda no dejar ningún tramo al descubierto o mal anclado durante lapsos muy largos que puedan originar deformaciones permanentes en los empaques de las uniones y la consecuente presencia de fugas.

De igual manera, el constructor deberá cuidar que la tubería que ha de ser instalada posea las características físicas adecuadas (e.i., que no este deformada o vitrificada) y en caso contrario deberá rechazarla.

Antes de colocar cada tubo, el anterior debe estar debidamente atracado, mediante un relleno con material seleccionado compactado que se extiende desde la base ya construida hasta la mitad del diámetro exterior del tubo.

10.2.5 UNIONES DE LA TUBERÍA.

10.2.5.1. Tuberías de gres o de concreto reforzado y sin refuerzo

Las uniones para estas clases de tuberías deberán ser de espigo y campana con sello elástico anular. Los espacios anulares interior y exterior de las uniones deben llenarse con mortero, tacándolo con varillas de acero apropiadas. El relleno exterior se hará colocando previamente una banda de fibra de fique alrededor de la junta.

Cuando el tipo de junta previsto para la tubería sea de espigo y campana sin sello elástico anular, la unión se ejecutará teniendo en cuenta las siguientes indicaciones:

- La campana debe lavarse cuidadosamente, limpiarse con un cepillo húmedo y cubrirse con una capa de mortero en su mitad inferior.
- Luego se procederá a hacer una excavación superficial por debajo de la junta, para rellenarla con mortero, dentro de la cual deben quedar apoyados los extremos de la tubería adyacente cuando se coloquen.
- El espigo del tubo adyacente se colocará en seguida, después de limpiarlo con un cepillo húmedo y cubrir con mortero la periferia de la mitad superior.
- Este espigo deberá insertarse en seguida en la campana del tubo colocado anteriormente, empujándolo hacia adentro hasta que el mortero fluya hacia las superficies interiores y exteriores.
- La superficie exterior de la junta debe rematarse con una capa de mortero que forme una superficie inclinada con pendiente 1:1.
- En zanjas con agua, o húmedas, o en aquellos casos en que la interventoría así lo determine, o cuando los planos lo exijan, se usarán juntas de mortero con yute o estopa. Para la formación de este tipo de junta, el extremo de espigo debe ajustarse cuidando que no descansa sobre la parte inferior de la campana en donde queda introducido, sino que permanezca concéntrico en ésta.
- Una vez que los tubos estén en su posición correcta se introducirá un cordón de yute o estopa, y se compactará en forma sólida contra la base interior de la campana, hasta un espesor aproximado de 20 mm.
- El resto del espacio se rellenará con mortero como se indicó anteriormente.

10.2.5.2. Tuberías de Asbesto - cemento y P.V.C.

Las uniones para estas clases de tuberías deberá ejecutarlas el contratista de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes y lo ordenado por la interventoría.

Las juntas en las uniones de las tuberías con los accesorios de cambio de dirección o pendiente deberán realizarse con materiales adecuados que eviten filtraciones.

En general, para cajillas o accesorios de paso, el constructor verificará la correcta disposición de la entrada y salida de la tubería, su forma interior y su total hermeticidad al momento de ser dado al servicio.

Para facilitar las actividades de limpieza o inspección durante las labores de mantenimiento, el constructor deberá asegurar la instalación de accesorios de inspección como se indique en los planos.

10.3 RELLENOS.

10.3.1 RELLENO DE LA ZANJA.

Una vez concluida la instalación de la tubería y siempre que este trabajo cuente con la aceptación de la interventoría, el contratista procederá a construir los rellenos que se indiquen en los planos.

10.3.2 MATERIALES PARA RELLENO.

Para el relleno podrá utilizarse material proveniente de la excavación, siempre que a juicio de la interventoría y previos análisis de laboratorio, presente propiedades físicas y mecánicas para lograr una compactación que garantice la resistencia adecuada y el mínimo asentamiento.

Si se van a utilizar materiales obtenidos por fuera del área de la obra, (o de préstamo) el contratista presentará los resultados de los ensayos necesarios con base en los cuales la interventoría podrá autorizar su utilización.

Se rechazan como materiales de relleno: la materia orgánica, arcillas, material granular mayor de 100 mm (4"), escombros, basuras y los suelos con límite líquido mayor de 50 y humedad natural que por su exceso no permita obtener el mínimo porcentaje de compactación especificado.

El constructor tomará por su cuenta y riesgo las medidas necesarias, para evitar que se aumente el contenido de humedad de los materiales para relleno por causa de la lluvia. Tal protección podrá hacerse por medio de cunetas interceptoras, cubriendo con telas impermeables, compactando el material en depósito, si está suelto, o por cualquier otro método aprobado por el interventor.

La última capa de relleno se colocará cumpliendo las densidades ya especificadas o aquellas indicadas por el interventor, de acuerdo con la destinación que se le haya dado.

El relleno de las zanjas sólo podrá iniciarse cuando la interventoría lo haya autorizado y una vez hayan sido revisadas las tuberías, canalizaciones y demás estructuras a cubrir.

10.3.3 COMPACTACIÓN DE RELLENO.

Para la primera parte, hasta 0.30 m por encima del tubo, se utilizarán pisones manuales. La compactación se hará en capas de 0.10 m subiendo el relleno simultáneamente a ambos lados del tubo, con el fin de evitar esfuerzos laterales.

Cuando a juicio del constructor, el material de relleno no posea las características mínimas para la compactación, éste podrá solicitar al interventor aprobación para ejecutar en forma inmediata el programa que el diseñador haya previsto para protección de la tubería (e.i., cunetas, placas de paso, otros).

El constructor ejecutará las obras previstas en los cruces de las calles o en aquellas zonas expuestas al paso de ganado y vehículos, conforme a los diseños correspondientes (Ver 5.5.5), una vez que la interventoría haya dado su visto bueno a la compactación del material de relleno y se hayan realizado las pruebas hidráulicas a las tuberías.

CAPÍTULO XI ELEMENTOS ACCESORIOS DE LA RED

Entre los elementos accesorios a la red de alcantarillado de flujo decantado se tienen:

11.1 CAJAS DE INSPECCIÓN.

Las cajas de inspección se utilizan en los siguientes casos:

- a) En los puntos de reunión de tuberías de las redes
- b) En los cambios de dirección y de pendiente de las redes, y
- c) En los cambios de diámetro de las tuberías.

Por razones estructurales, debe construirse, al fondo de la zanja, una base de 0.03 a 0.05 m de espesor en concreto simple (i.e., proporciones 1:4:8), antes de hacer la caja de inspección (ver figura 5.6).

Es conveniente que las placas de fondo y tapas, previstas en las cajas de inspección, sean hechos de concreto armado premoldeados. Cuando esos elementos se hagan con albañilería o con concreto simple, debe hacerse el revestimiento de las paredes con mortero de cemento y arena, en una proporción de 1:4 y con un espesor no menor de 10 mm.

Las uniones de los ladrillos de arcilla deben estar constituidas por mortero de cemento y arena (Preferiblemente lavada o semilavada), en proporción de 1:4.

Se recomienda verificar los diferenciales de cota entre la batea de entrada y salida de la tubería en estas cajas al igual que la forma del fondo de tal manera que se reduzca el efecto erosivo del agua en la caja por efectos de la energía inadecuadamente disipada. El constructor deberá aplicar, adicionalmente al mortero de revestimiento, sustancias impermeabilizantes y protectoras de los efectos corrosivos de posible ocurrencia en las cajas. De igual manera atenderá las recomendaciones del diseñador respecto a la ubicación de las cajas en la parte más cercana al acceso de las casas para evitar el riesgo de deterioro por efecto del paso vehicular o animal.

Las tapas de estas cajas estarán a nivel del suelo. El interventor deberá tomar atenta nota de la ubicación de estas cajas, las cuales deberán figurar claramente en los planos récord, a fin de evitar futuros daños por desconocimiento de su ubicación.

11.2 REGISTROS DE LIMPIEZA.

11.2.1 EN LAS CABECERAS DE REDES.

Se recomiendan registros simplificados, que pueden realizarse de dos formas:

- a) Uniéndose dos codos de 45° directamente, uno se conectará a la red, y el otro se conectará el extremo de la tubería que va a aflorar a la superficie.
- b) Una vez asentada la red, se instala un codo de 45°. Su extremo libre se conecta a una tubería intermedia, la cual, a su vez, se conectará a otro codo de 45°. De éste, partirá otra tubería que va a aflorar a la superficie.

Los dos tipos de dispositivos presentados también deben incluir una pieza de protección y una tapa hermética removible que, de preferencia, se colocarán al nivel de la superficie del acabado final de la vía (o calle). Para evitar la penetración de insectos, material sólido, agua pluvial o residual, la tapa se debe colocar con mortero de cemento, en una proporción de 1:10.

11.2.2 EN TRAMOS A TUBO LLENO.

Los registros de limpieza podrán instalarse en forma similar a la indicada para las cabeceras de redes, excepto que el codo de 45 del extremo inferior se reemplaza por una Ye.

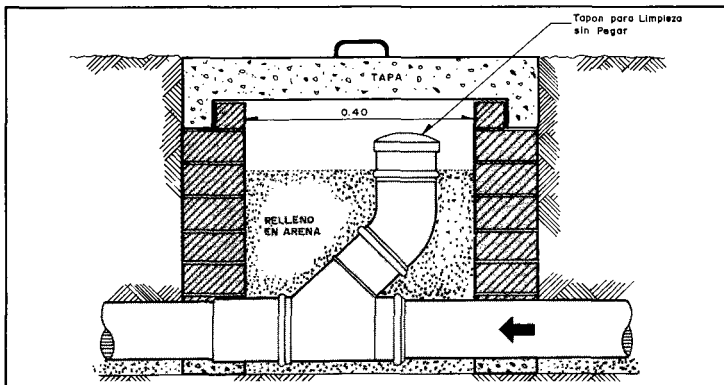


FIGURA 11.1 Esquema general de un registro de limpieza.

CAPÍTULO XII PRUEBAS RECOMENDADAS

12.1 EN TANQUES INTERCEPTORES.

El constructor deberá, además de verificar que los detalles constructivos respondan a lo indicado en los planos (e.i. piso correctamente nivelado, posición y medidas correctas de accesorios de entrada y salida, de tapas de inspección, etc.), realizar pruebas de permeabilidad por muestreo en un 5% de los tanques interceptores, consistentes en

- a) Llenar de agua el tanque hasta la altura de operación.
- b) Al cabo de dos horas volver a llenar el tanque hasta la altura de operación para reponer el agua absorbida por la estructura.
- c) Inspeccionar el nivel de agua después de 24 horas como mínimo. Si la diferencia de nivel es mayor de 15 mm., el tanque deberá ser revisado ante la eventualidad de posibles fugas, teniendo en cuenta que el efecto de la evaporación puede manifestarse con la disminución del nivel del agua entre 5 y 8 mm.

Cuando uno o más tanques interceptores no pasen la prueba de permeabilidad, el intrentor podrá exigir la prueba en la totalidad de los tanques construidos.

12.2 EN LA RED PRINCIPAL.

Las pruebas a realizar se limitarán a verificar filtraciones a lo largo del tramo seleccionado, vertiendo en la caja aguas arriba del tramo, el caudal que garantice una altura de la lámina de agua mayor o igual a la mitad del diámetro de la tubería en prueba.

La prueba se realizará durante una hora mínimo y se dispondrá del equipo necesario que garantice la cantidad de agua requerida para mantener un caudal constante durante el tiempo de la misma. Si cualquiera de las uniones muestra filtración en cantidad apreciable, se desmontará la unión y se reemplazará. Si la cantidad de filtración indica accesorios defectuosos o tubos rotos, éstos deberán ser cambiados por el constructor.

Las pruebas de filtración se harán por muestreo en por lo menos, el 5% de la longitud total de la red, antes de ejecutar el relleno. Si hay evidencia de filtraciones por mano de obra defectuosa, y/o por deficiencias en los accesorios y/o en la tubería, en forma tal que hagan la prueba insatisfactoria, la interventoría podrá disponer que se realicen pruebas adicionales, en parte o en la totalidad de la red.

Las cajas de inspección podrán ser probadas antes de ser conectadas físicamente a la red, aplicando el procedimiento recomendado para tanques interceptores.

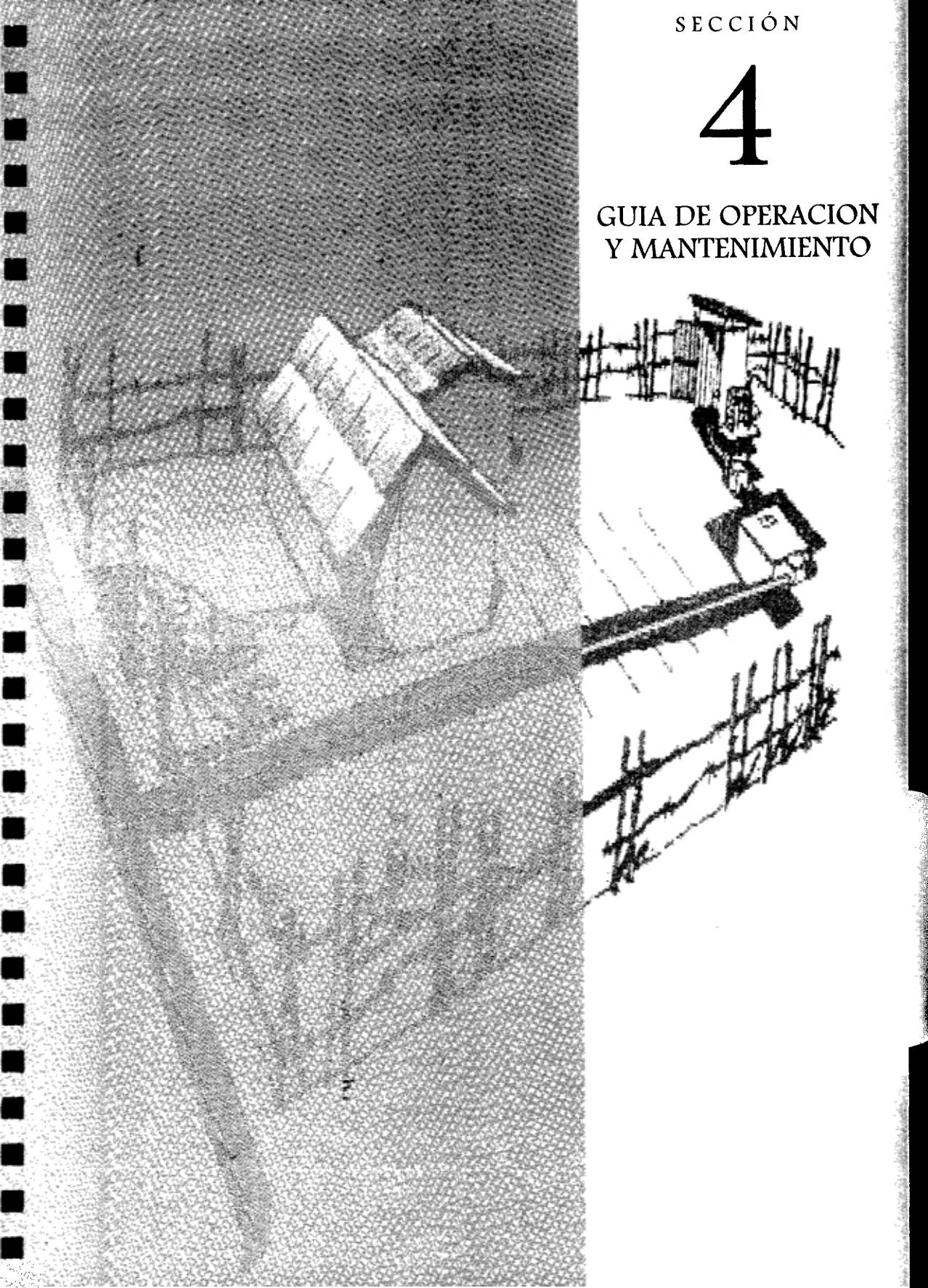
12.3 A LOS DEMÁS COMPONENTES ACCESORIOS DEL SISTEMA.

Las pruebas a los demás componentes (e.i., unidades sanitarias, estructuras de medición, lagunas de oxidación, estaciones de bombeo y otras) se deberán realizar según las recomendaciones expresas del diseñador o fabricante antes de ser dadas al servicio.

SECCIÓN

4

GUIA DE OPERACION
Y MANTENIMIENTO



CAPÍTULO XIII

CONSIDERACIONES GENERALES

Esta guía tiene por objeto orientar a las entidades y/o personas que tendrán a su cargo la operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado de flujo decantado, sobre los procedimientos y rutinas mínimas a seguir, una vez puesto en marcha el sistema correspondiente.

Se refiere el documento a cada uno de los componentes de la obra, desde las instalaciones sanitarias de la vivienda, hasta las descargas finales, procurando inducir procedimientos simples que no exijan maquinaria y/o equipos sofisticados, teniendo como base la vinculación de la comunidad al conocimiento y manejo de las diferentes partes del sistema.

Debe interpretarse el documento como una ayuda para lograr la permanencia en el tiempo de un servicio que cumpla con el objetivo de darle a la comunidad adecuadas condiciones de saneamiento, parte fundamental para garantizar la salud de la población.

Para las actividades relacionadas con la organización o ajuste del ente administrador, es recomendable que el personal de las ciencias sociales que ha venido trabajando en los aspectos comunitarios, participe en las tareas de desarrollo institucional correspondientes.

Tales tareas deberán incluir, como mínimo, capacitación del personal en administración, operación y mantenimiento del alcantarillado, definición o ajuste de la estructura tarifaria que garantice la sostenibilidad del sistema y campañas de información y educación dirigidas a la comunidad.

CAPÍTULO XIV

INSTALACIONES SANITARIAS DE LAS VIVIENDAS

En este capítulo se incluyen orientaciones sobre el adecuado uso de la unidad sanitaria o instalaciones equivalentes de cada vivienda, respetando al máximo las costumbres y prácticas culturales de la comunidad, sin detrimento de las mínimas normas higiénicas y de manejo de las instalaciones, de manera tal que garanticen el buen funcionamiento del sistema en general.

14.1 USO Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES SANITARIAS.

Aunque las instalaciones sanitarias de cada vivienda (inodoro o taza sanitaria, ducha, lavamanos, lavadero de ropa y lavaplatos, entre otros.), no son materia de operación y mantenimiento por parte de la administración de los servicios de acueducto y alcantarillado, sí es conveniente que los funcionarios de la empresa transmitan permanentemente a los usuarios las precauciones que deben tener para evitar que el uso inadecuado de dichas instalaciones pueda causar daños, obstrucciones u otro tipo de problemas, no solamente a sus propios implementos, sino al sistema en general.

Las principales precauciones para evitar este tipo de problemas, inducidas básicamente a través de programas de educación sanitaria en la comunidad, se refieren a abstenerse de arrojar trapos, basuras, papeles diferentes al higiénico u otro tipo de implementos o desperdicios en los inodoros.

En las demás instalaciones el usuario deberá remover periódicamente los desperdicios de alimentos, cabellos y otros elementos atrapados en las rejillas, que puedan alterar el funcionamiento de las conexiones internas. Igual procedimiento se utilizará para revisar y lavar los sifones de dichas conexiones.

Por otra parte, cuando se presenten obstrucciones, tanto el usuario como el ente administrador, deberán evitar el uso de sustancias ácidas o básicas, explosivas,

inflamables, cáusticas, tóxicas, desinfectantes o de naturaleza tal que afecte el normal funcionamiento del sistema de alcantarillado.

No se permitirá conducir al alcantarillado, aguas lluvias provenientes de patios, techos u otras conexiones, ni excesos de tierra, pantano, piedras o elementos similares.

14.2 CONSUMO DE AGUA Y PAGO DEL SERVICIO.

Dado que el sistema se diseña con un determinado caudal, basado en un consumo racional de agua, la administración del servicio deber velar porque ese consumo se mantenga en los niveles previstos, lo cual puede lograrse a través del adecuado manejo de la medición del agua suministrada, de las tarifas correspondientes y de una intensa campaña de educación sanitaria sobre el uso de la misma.

Adicionalmente, se debe procurar la implementación de una estrategia que busque disminuir, tanto el consumo de agua mediante tanques de volumen reducido y restrictores de flujo para duchas y llaves, entre otros, como la carga contaminante mediante el mejoramiento de hábitos en el manejo de desperdicios y el uso racional de detergentes.

CAPÍTULO XV TANQUE INTERCEPTOR

Se refiere este capítulo a los cuidados y controles que deben tenerse con respecto a las condiciones físicas y de funcionamiento del tanque, al manejo de los flujos que se conducen al mismo y al momento oportuno de remover los lodos y natas retenidas.

15.1 INOCULACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO.

Desde el momento de la construcción hasta cuando va a iniciarse el servicio del sistema, el tanque deberá estar parcialmente lleno de agua (más o menos 3/4 partes), tapado y aislado de la luz. Una vez hayan finalizado las obras físicas de instalación de redes, construcción de tanques y demás estructuras del sistema, y antes de ser dado al servicio, se procederá a la inoculación, vertiendo en el tanque 2 Kg. de estiércol de caballo o vaca (una palada) diluidos en agua, por cada 100 litros de volumen de digestión del tanque.

El volumen de digestión será igual al área superficial del tanque interceptor multiplicada por la altura entre el nivel del agua y la parte inferior del ramal de la tee de entrada. El arranque deberá hacerse unas 3 o 4 semanas antes de entrar en funcionamiento el sistema.

Si por cualquier circunstancia, un tanque interceptor debe ser vaciado para realizar en el mismo cualquier trabajo, se procederá en idéntica forma a la indicada anteriormente para su inoculación, antes de ser dado nuevamente al servicio.

Antes de la puesta en servicio se harán revisiones al tanque para verificar su estanqueidad. La infiltración puede aumentar significativamente el volumen de agua que sale del tanque a los colectores, reduciendo la capacidad de retención de sólidos, y la exfiltración puede hacer descender el nivel del líquido en el tanque, permitiendo que una capa de natas ingrese al dispositivo de salida.

15.2 PRODUCCIÓN DE GASES Y OLORES.

Debe evitarse la proliferación de gases y olores producidos en el tanque, manteniendo en condiciones adecuadas de funcionamiento el sistema de ventilación y los dispositivos de entrada y salida del agua. Se deberán adelantar campañas educativas sobre la necesidad de conservar en buen estado las tuberías de ventilación instaladas en el sistema.

15.3 MANTENIMIENTO.

La actividad más importante en el mantenimiento de los alcantarillados de flujo decantado, corresponde a la remoción de lodos del tanque interceptor.

15.3.1 INSPECCIÓN DE LODOS Y NATAS.

Además del control periódico del estado físico y de funcionamiento del tanque, el mantenimiento de este componente debe incluir una inspección anual de los niveles de lodos y material flotante o natas, con el fin de determinar el momento apropiado de remover dichos residuos del tanque.

Esta tarea debe estar a cargo del ente administrador del sistema, el cual deberá contar con los implementos necesarios para cumplir esa labor y dispondrá del terreno suficiente para el secado de lodos, en caso de ser necesario

15.3.2 PERÍODO Y PRECAUCIONES PARA EL VACIADO DEL TANQUE.

El período de vaciado de los tanques interceptores se determinará finalmente después de varias inspecciones de los lodos y natas retenidos en los mismos y de la determinación de las medidas indicadas más adelante.

Con base en esas inspecciones y medidas se definirá un programa de vaciado, con las excepciones que algunos casos especiales indiquen, o inclusive analizando la posibilidad de proponer modificaciones en las dimensiones de los tanques, en aquellos casos en que las inspecciones indiquen períodos de vaciado muy cortos (menos de un año).

Si la parte superior del lodo está a 300 mm o menos de la parte inferior del dispositivo de salida y la parte inferior de las natas a 75 mm o menos de dicho dispositivos, deberá procederse al vaciado del tanque (Ver figura 15.1).

La distancia entre los lodos y el dispositivo de salida se puede medir así :

- Se toma una vara de longitud superior a la profundidad del tanque, a la cual se enrolla tela, toalla o estopa clara.
- Se introduce la vara girándola hasta que toque el fondo del tanque. Después de un minuto, la vara se retirará cuidadosamente, observándose una mancha negra bien definida que indica la profundidad del lodo.

La distancia entre la parte inferior de la capa de nata y la parte inferior del dispositivo de salida se puede medir así :

- A una vara similar a la de la prueba anterior, se le acondiciona en el extremo inferior un cuadrado de madera de 75 mm de lado.
- Se introduce en el tanque hasta perforar la nata, lo cual se detecta ante el cambio de resistencia.
- En ese momento se hace una marca en la vara con un punto de referencia.
- Con la misma vara se localiza la parte inferior del dispositivo de salida y se marca de nuevo la vara.
- La distancia entre las dos marcas nos indica la distancia buscada.

Los tanques interceptores no deberán lavarse ni se les deberá adicionar desinfectantes u otras sustancias químicas después del vaciado. Se debe dejar un pequeño residuo de lodo para efectos de inoculación.

Antes de vaciar el tanque, éste debe dejarse ventilar hasta que los gases se hayan desalojado, a fin de evitar riesgos de explosión o asfixia. Nunca se deben usar fósforos o antorchas para entrar al tanque. El vaciado debe realizarse en compañía de otra persona.

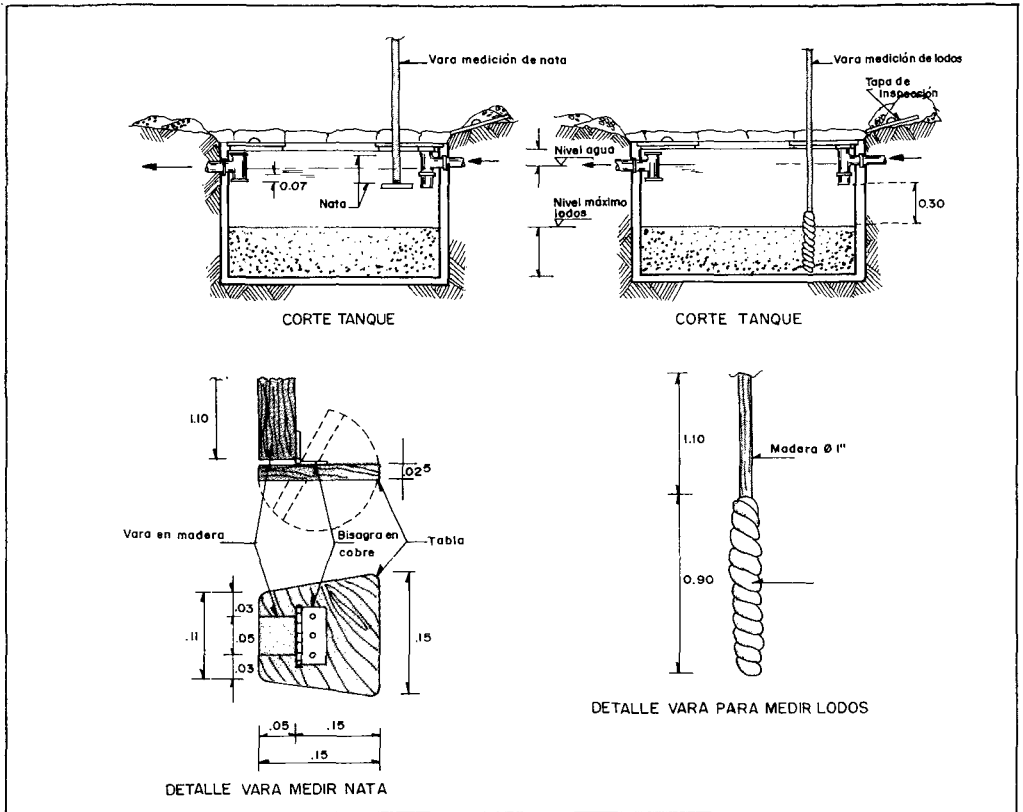


FIGURA 15.1 Medición de lodos y natas en el tanque interceptor

15.3.3 VACIADO Y MANEJO DE LODOS.

El vaciado de lodos puede realizarse en forma manual con la ayuda de baldes y una vara para su manejo, pero éste método presenta riesgos para la salud de los operarios y molestias para la comunidad.

Es más recomendable el uso de bombas con mangueras de succión y de impulsión, el uso de canecas con sus implementos de seguridad y una manguera de jardín para lavado del equipo una vez concluida la operación.

Las canecas se pueden transportar en vehículos de tracción animal (si es del caso) o mecánica. Los lodos pueden disponerse en sitios especiales para secado o en zanjas de 0.60 m. de profundidad para ser enterrados. No se deberán depositar en corrientes o depósitos de agua.

15.4 CONTROL A CONEXIONES FRAUDULENTAS.

Debido a que el sistema se diseña estrictamente como sanitario, y además sin arrastre de sólidos, se deberá ejercer un estricto control para evitar las conexiones de las aguas lluvias, tanto las provenientes de patios o techos, como las de las calles.

Igualmente se controlarán y evitarán las conexiones directas de las viviendas a la red, es decir, aquellas que no hayan pasado por el tanque interceptor, evitando la llegada de sólidos a las tuberías de los colectores.

Se deberá además evitar la conexión directa a la red, de aguas industriales, efluentes de mataderos, porquerizas, gallineros, lavado de café, entre otros.

CAPÍTULO XVI

REDES DE RECOLECCIÓN Y OBRAS ACCESORIAS

En este capítulo se relacionan las precauciones que deben tenerse, para mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento y buen estado físico, las tuberías de las redes y demás obras accesorias del sistema.

16.1 MANTENIMIENTO DE TUBERÍAS.

Esta actividad se reduce en la mayor parte del tiempo a la limpieza hidráulica de las tuberías para la remoción de sólidos que eventualmente ingresen a la red.

El ente administrador del sistema deberá realizar inspecciones periódicas de la tubería como mínimo cada 6 meses. Si dicha inspección indica problemas especiales, se procederá a corregir las causas que los producen.

La limpieza de la tubería debe iniciarse por los tramos superiores y continuar sucesivamente con los tramos aguas abajo, utilizando los registros y las cajas de inspección instalados para el efecto, a través de los cuales se suministra agua en cantidad suficiente por medio de una bomba o de una instalación del acueducto, con cantidad y carga suficiente para producir una velocidad mínima de 0.6 m/s, pero tomando precauciones para no producir contraflujos por sobrecarga de las tuberías.

16.2 OBSTRUCCIONES Y ACUMULACIÓN DE SÓLIDOS.

En caso de obstrucciones, la limpieza se hará con agua o con implementos mecánicos desde el registro o caja más próximo aguas arriba de la interrupción.

De ser necesario se tomarán las medidas pertinentes para suspender el flujo por el tramo afectado, desviando dicho flujo desde la caja de inspección más próxima aguas arriba, hasta la más próxima aguas abajo del mismo.

La desviación se realizará preferiblemente utilizando mangueras o conductos cerrados similares, pudiendo requerirse bombeos a través de éstos, pero en todo caso tomando las debidas precauciones para minimizar las molestias a los usuarios, mientras dure la operación.

16.3 LIMPIEZA DE OTROS COMPONENTES DEL SISTEMA.

Las cajas de inspección y registros de limpieza deberán mantenerse libres de basuras, tierra o escombros de cualquier índole, a fin de evitar obstrucciones en los mismos y garantizar su uso sin limitaciones en los casos requeridos.

Igual tratamiento debe recibir el resto de instalaciones complementarias tales como estaciones de bombeo, cámaras de caída, sifones invertidos, estructuras de entrega y sistemas de tratamiento, aplicando lo indicado en los manuales de operación y mantenimiento existentes para los mismos, en la literatura disponible.

16.4 CONTROL DE CARGAS, APLASTAMIENTO Y ROTURAS.

La administración del sistema, con la colaboración de la comunidad, velará por la seguridad de las instalaciones, previniendo riesgos en relación con cargas pesadas de vehículos o cualquier otro elemento que pueda causar aplastamiento a tanques, tuberías, cajas u otros componentes del sistema.

16.5 INGRESO DE ELEMENTOS EXTRAÑOS AL SISTEMA.

Para controlar el ingreso de las aguas lluvias o exceso de infiltraciones u otros flujos no previstos, es conveniente el monitoreo de caudales a la entrada al sistema de tratamiento de las aguas residuales, a fin de ejercer los correctivos a que haya lugar en caso de aumentos excesivos del caudal.

SECCION

5

EJEMPLOS DE DISEÑO



CAPÍTULO XVII

DISEÑO DE UN TANQUE INTERCEPTOR

Datos básicos:

Población por tanque interceptor*	P	6 Habitantes
Aporte de aguas residual	Q	120 l/hab/día
Tiempo de limpieza	N	6 años
Tasa de acumulación de lodos	T_l	25 l/hab/año

* Suponiendo que el diagnóstico social arroja que la mejor opción es diseñar un tanque interceptor para cada vivienda.

Según las recomendaciones de la guía, se diseñará un tanque de base rectangular y una altura total h. El volumen del tanque se calcula de la siguiente manera:

Aplicando la Ec. (5.1), el tiempo de detención hidráulica (t_d), será:

$$t_d = 1,5 - 0,3 \cdot \log(6 \cdot 120)$$
$$t_d = 0,643 \text{ días}$$

De la Ec. (5.2), el volumen requerido para sedimentación (V_{rs}), será

$$V_{rs} = 6 \cdot 120 \cdot 0,643 / 1000$$
$$V_{rs} = 0,463 \text{ m}^3$$

Y de la Ec. (5.4), el volumen de lodos (V_l), será:

$$V_l = 25 \cdot 6 \cdot 6 / 1000$$
$$V_l = 0,900 \text{ m}^3$$

De la Ec. (5.6) el volumen requerido para natas (V_n) será:

$$V_n = 3,51 \cdot 6 \cdot 6 / 1000$$
$$V_n = 0,126 \text{ m}^3$$

Aplicando las Ec. (5.3), (5.5) y (5.7), la altura (h) del tanque sin borde libre, estará dada por:

$$h = \frac{V_i + V_{rs} + V_n}{A}$$

Donde

$$h = \frac{0,463 + 0,900 + 0,126}{A}$$

$$h = \frac{1,489}{A} \quad (1)$$

De las relaciones definidas en 5.3.3, se adoptan para este ejemplo:

$$\ell = 1.5h \quad (2)$$

$$a = \ell / 1,8 \quad (3)$$

Reemplazando y reduciendo, se obtiene:

$$A = 1,25h^2$$

Substituyendo esta última expresión en (1), obtenemos:

$$h = 1,06 \quad (4)$$

Aplicando (4) en (2) y (3), encontramos que

$$\ell = 1.5(1,06) = 1,59 \text{ m}$$

$$a = 1,59 / 1,8 = 0,88 \text{ m}$$

$$A = 1,404 \text{ m}^2$$

Aplicando la Ec. 5.3, la altura requerida de sedimentación h_{rs} sería:

$$h_{rs} = V_{rs}/A = 0,330 \text{ m}$$

No obstante, h_{rs} debe ser como mínimo 0,375 m por lo que se adopta este valor.

Entonces la altura h será $1,06 + (0,375 - 0,330) = 1,105 \text{ m}$.

Adicionando 100 mm al valor de h, según lo definido en 5.3.2, obtenemos la altura total del tanque, que para efectos constructivos se puede aproximar a 1,20 m.

En consecuencia las medidas interiores finales del tanque serán:

$h = 1,20 \text{ m}$
$l = 1,60 \text{ m}$
$a = 0,90 \text{ m}$

Las cuales también satisfacen las relaciones sugeridas en 5.3.3.

La longitud del niple que deberá colocarse a la tee de salida = 75 mm.

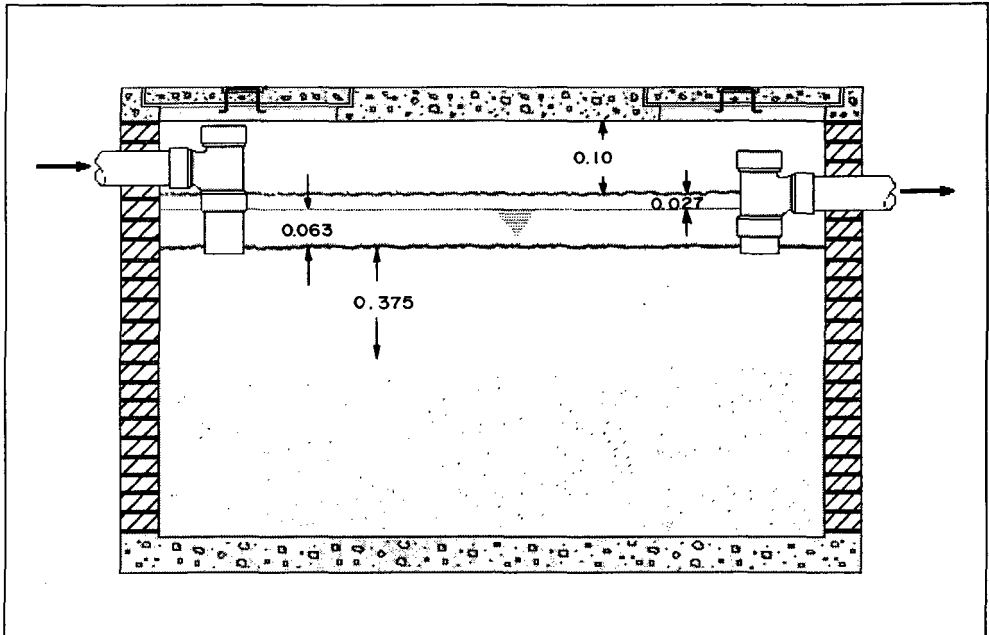


FIGURA 17.1 Esquema del tanque interceptor del ejemplo de diseño.

CAPÍTULO XVIII DISEÑO DE UN COLECTOR

De la localidad asumida como ejemplo para el diseño del tanque interceptor, se adoptan nueve (9) tramos para diseñar los colectores correspondientes, los cuales están comprendidos entre diez (10) cajas de inspección, con las cotas, longitudes y demás características que se indican en el cuadro de cálculos hidráulicos que se presenta en la tabla 18.1. Para el diseño se adopta el diámetro mínimo de 4", de acuerdo a las recomendaciones dadas por la guía.

Para efecto de acumulación de caudales, se asume que a las cajas de inspección descargarán, además de las viviendas actuales, otras viviendas futuras, así:

Caja 1	10 viviendas y	40 metros de colectores.
Caja 2	5 viviendas y	25 metros de colectores.
Caja 3	5 viviendas y	15 metros de colectores.
Caja 4	5 viviendas y	30 metros de colectores.
Caja 5	20 viviendas y	60 metros de colectores.
Caja 6	15 viviendas y	22 metros de colectores.
Caja 7	10 viviendas y	10 metros de colectores.
Caja 8	20 viviendas y	8 metros de colectores.
Caja 9	2 viviendas y	27 metros de colectores.

Aplicando la Ec. (5-14), el caudal máximo horario (q_{mh}) sería:

$$q_{mh} = \frac{120 \cdot M \cdot 6}{86400}$$

Luego, q_{mh} será:

$$q_{mh} = \frac{120 \cdot 3,8 \cdot 6}{86400} = 0,032 \text{ l/s}^* \text{ vivienda}$$

El caudal de aguas residuales domésticas para el tramo 1-2 será $0,032 \cdot 2 = 0,064$. Columna 9 del cuadro de cálculo.

El caudal de infiltración para el tramo 1-2, aplicando $0,2 \text{ l/s} \cdot \text{Km}$ según lo expuesto en 5.5.1.2 y con una longitud de 15 m, será

$$q_i = 0,2 \cdot 0,015 = 0,003 \text{ l/s , y}$$

El caudal por conexiones erradas, aplicando $25 \text{ l/h} \cdot \text{día}$ de acuerdo con 5.5.1.3, seis habitantes por vivienda y dos viviendas del tramo, será:

$$q_e = \frac{25 \cdot 6}{86400} \cdot 2 = 0,003 \text{ l/s}$$

Aplicando un procedimiento similar, se calculan los demás tramos y los caudales por conexiones erradas y de infiltración para las conexiones futuras. A partir de estos resultados y aplicando la fórmula de Manning para conductos circulares, se determina la velocidad real en la tubería, la altura de la lámina de agua, los valores de velocidad a tubo lleno y la cota de la línea de energía. El diámetro para los diferentes tramos será el que figura en la columna 14 de la tabla 18.1.

En el tramo 4-5 donde se ha supuesto la existencia de un sifón, es necesario calcular la cota máxima que podrá alcanzar el líquido dentro de la tubería aguas abajo de la caja No. 4, justo antes de ingresar a la caja No. 5. Esta no podrá ser mayor que la cota clave a la salida de la caja No. 4.

En esta sección comprendida entre esa cota máxima y la caja No. 5 y que operará a tubo lleno, los tanques interceptores de las ocho viviendas conectados a la red, están por encima de la línea de energía.

Cota clave a la salida de la caja No. 4	112,0 metros
Cota clave a la salida de la caja No. 5	110,5 metros
Longitud del tramo	60 metros
Diámetro mínimo	4"
Caudal de diseño del tramo	1,563 Lt/seg.

$$V = 1,563 / 1000 \cdot 0,0081 = 0,1928 \text{ m/seg.}$$

$$S=0,00084 \text{ m/m}$$

$$\text{Cota líquido} = 110,55$$

Que comparada con la cota clave a la salida de la caja No. 4 (112 m) es menor y por consiguiente el tramo calculado con tubería de 4" de diámetro, satisface las condiciones hidráulicas esperadas.

Para el tramo 7-8, tenemos:

Cota clave a la salida de la caja No. 7	108,0 metros
Cota clave a la salida de la caja No. 5	107,5 metros
Longitud del tramo	15 metros
Diámetro mínimo	4"
Caudal de diseño del tramo	3,448 Lt/seg.

$$V=3,448/1000*0,0081 = 0,4257 \text{ m/seg.}$$

$$S=0,0641 \text{ m/m}$$

$$\text{Cota líquido} = 108,46$$

Esto quiere decir que antes que el líquido fluya dentro de la caja No. 8, la No. 7 se inundará hasta una altura de 0,46 m.

Para solucionar esta situación es necesario aumentar el diámetro de la tubería del tramo, así:

Diámetro mínimo	6"
Caudal de diseño del tramo	3,448 Lt/seg.

$$V=3,448/1000*0,01824 = 0,1887 \text{ m/seg.}$$

$$S=0,047 \%$$

$$\text{Cota líquido} = 107,51$$

Que comparada con la cota clave a la salida de la caja No. 7 (108 m) es menor y por consiguiente el tramo calculado con tubería de 6" de diámetro, satisface las condiciones hidráulicas esperadas.

TABLA 18.1. Cálculos hidráulicos para el ejemplo de diseño de un colector.

Caja No.	Tramo		No. de viviendas Actuales	No. de viviendas Futuras	Longitud de colectores Actuales	Longitud de colectores Futuros*	Pendiente media del terreno	Caudales del tramo (l/s)			Caudal de conexiones futuras	Caudal de diseño (l/s)	Diámetro tubería (pulg.)	Caudal a tubo lleno	Velocidad a tubo lleno (m/s)	Velocidad real (m/s)	Cota clave a la salida de la caja	Cota línea energía
	De	A						Negras	Infiltración	Erradas								
1	1	2	2	10	15	40	3.3%	0.064	0.003	0.003	0.3454	0.416	4	9.84	1.21	0.48	118	118.006
2	2	3	10	5	30	25	13.7%	0.320	0.006	0.017	0.1737	0.933	4	19.92	2.46	1.05	117.5	117.528
3	3	4	0	5	7.5	15	18.7%	0.000	0.002	0.000	0.1717	1.106	4	23.28	2.87	1.22	113.4	113.438
4	4	5	8	5	60	30	2.5%	0.256	0.012	0.014	0.1747	1.563	4	8.52	1.05	0.66	112	112.011
5	5	6	6	20	35	60	7.1%	0.192	0.007	0.010	0.6867	2.459	4	14.40	1.78	1.09	110.5	110.531
6	6	7	0	15	5	22	1.0%	0.000	0.001	0.000	0.5104	2.970	4	5.44	0.67	0.59	108	108.009
7	7	8	4	10	15	10	3.0%	0.128	0.003	0.007	0.3394	3.448	6	27.49	1.51	0.85	107.9	107.967
8	8	9	10	20	10	8	25.0%	0.320	0.002	0.017	0.6763	4.463	4	26.94	3.32	2.11	107.5	107.614
9	9	10	2	2	15	27	33.3%	0.064	0.003	0.003	0.0729	4.607	4	31.11	3.84	2.29	105	105.133
10	10	11															100	100.000

Coefficiente de rugosidad (n) = 0.013

* Se asumen según el desarrollo previsto de la localidad

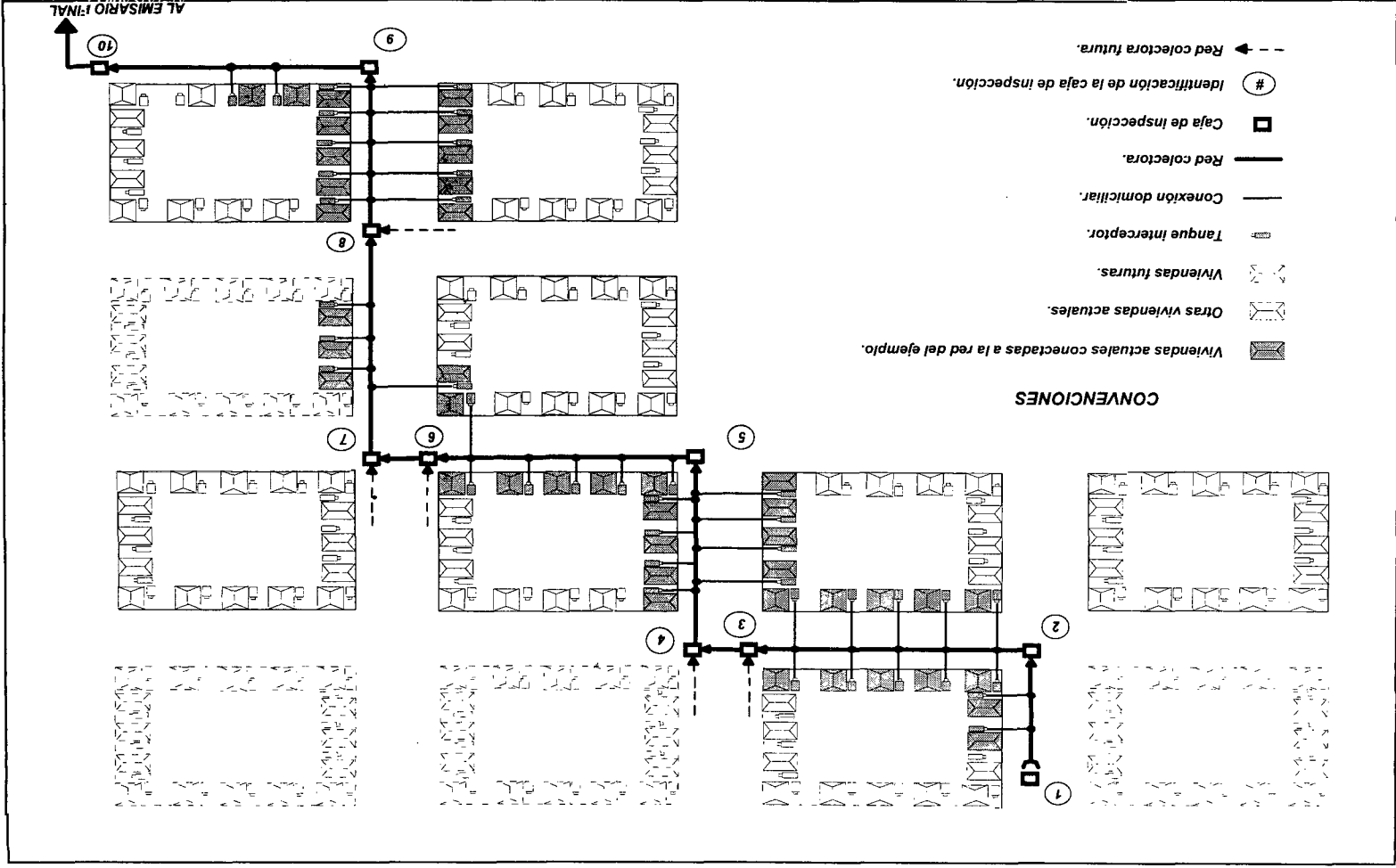


FIGURA 18.1 Planta general para el ejemplo de diseño.

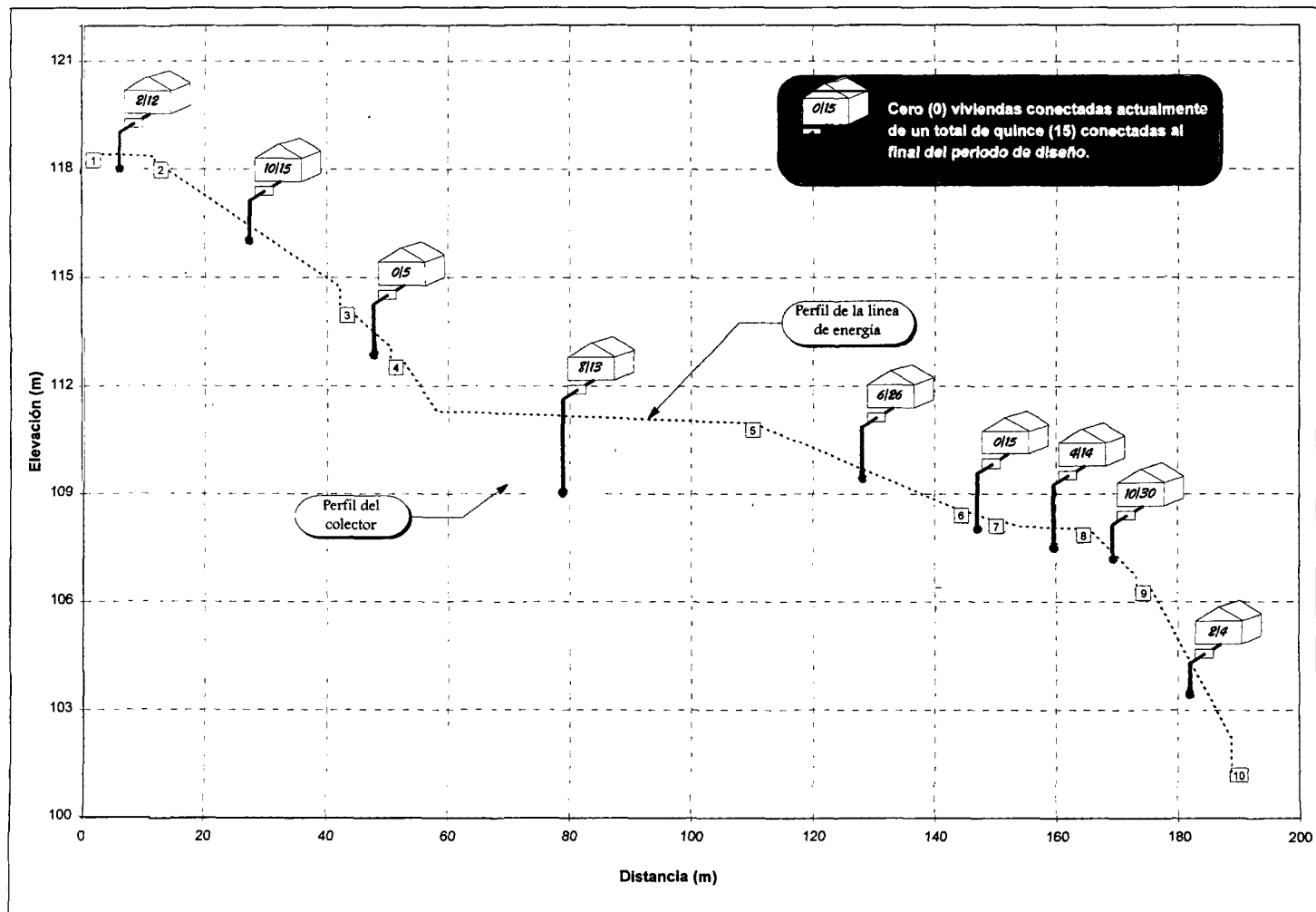
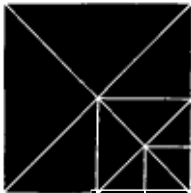


FIGURA 18.1. Perfil del colector para el ejemplo de diseño.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 C.M.Fair y J:C Geyer, Water Supply and Waste Engineering, Jhon Wiley, New York, 1.954.
- 2 José Henrique Rizo Pombo, Documento técnico de soporte, Alcantarillado Sin Arrastre de Sólidos-ASAS, Cartagena, 1.995.
- 3 S.R. Weibel y otros, Studies on Household Sewage Disposal Systems, Public Health Service, Cincinnati, 1.949.
- 4 "Instalaciones Sanitarias" Hoepli - Edit. Científico - Medica, Barcelona 1964.
- 5 Richard J. Otis y D. Duncan Mara, Diseño de alcantarillados de pequeño diámetro, Nota técnica No. 14, PNUD - Banco Mundial, 1.985.
- 6 PNUD- Ministerio de Desarrollo Urbano e Medio Ambiente, Redes de esgotos simplificados, Manual técnico No. 1, 1.986.
- 7 Centre Regional de Ayuda Técnica A.I.D., Manual de fosas sépticas, 1.975.
- 8 Ministerio de Salud Pública - División de Saneamiento Ambiental, Tanque séptico - Normas de construcción y funcionamiento, Bogotá Colombia, 1.962.
- 9 Empresas Públicas de Medellín, Normas para diseño y construcción de alcantarillados.
- 10 José María Azevedo Nieto, Técnicas simplificadas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, 1.985.
- 11 Insfopal, Normas para el diseño de alcantarillados, 1.970.
- 12 Alvaro Caicedo, Diseño de alcantarillado sanitario Sin Arrastre de Sólidos - Sector Este municipio de Mitú (Vaupés). Informe final, 1.991.

- 13 Carinsa, Diseño del "ASAS" y del tratamiento complementario de Granada Sincé (Sucre), 1.992.
- 14 Carinsa, Diseño del "ASAS" y del tratamiento complementario de San Zenón (Magdalena), 1.992.
- 15 José Henrique Rizo Pombo, Desarrollo y divulgación de una tecnología apropiada para el municipio Colombiano: Sistema de Alcantarillado Sin Arrastre de Sólidos, Seminario 1.993.
- 16 José Henrique Rizo Pombo, Tecnologías apropiadas en sistemas de Alcantarillados Sin Arrastre de Sólidos "ASAS", 1.992.
- 17 José Manuel Restrepo, Método general de diseño del Sistema Anaeróbico Múltiple Mixto (SAMM) para el tratamiento de aguas residuales orgánicas, 1.991.



MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
VICEMINISTERIO DE VIVIENDA, DESARROLLO URBANO Y AGUA POTABLE
DIRECCION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO



FINDETER
Financiera de Desarrollo Territorial S.A.



PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO



GOBIERNO DE HOLANDA
EMBAJADA REAL DE LOS PAISES BAJOS

República de Colombia
CORPES
CONSEJO REGIONAL
DE PLANIFICACION DE
LA COSTA ATLANTICA

