ANALISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADOS (CONVENCIONAL Y NO CONVENCIONAL) DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

JOSE ANTONIO GARRIDO CARDENAS

UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SINCELEJO, COLOMBIA
2008

ANALISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE ALCANTARILLADOS (CONVENCIONAL Y NO CONVENCIONAL) DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

JOSE ANTONIO GARRIDO CARDENAS

Monografía para optar al titulo de
Ingeniero Civil

Director
DOMINGO RAFAEL GUERRA ZAPA
Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SINCELEJO, COLOMBIA
2008

NOTA DE ACEPTACIÓN

La nota aprobatoria del trabajo de grado fue: _____ ( )

_____

_____

Director del trabajo de grado

_____

Firma del jurado 1

_____

Firma del Jurado 2

_____

Firma del Jurado 3

Dedico este trabajo a DIOS, por hacer su obra en mí, llevarme en sus brazos y darme fuerzas para no desfallecer en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis padres Alfira Cárdenas, Antonio Garrido, y Arnaldo Cárdenas, por ser gestores de mi vida, que con su amor me han enseñado el verdadero valor de la vida, con sus sabios consejos han hecho de mí una persona de bien y con su apoyo incondicional contribuyeron al alcance de esta meta.

A mis hermanas María José y Eliana María, a quienes quiero mucho y quienes siempre han deseado lo mejor para mí y creyeron en este logro, transmitiéndome fuerza y amor.

A mis familiares y amigos, que siempre creyeron en mí.

Gracias

José Antonio

AGRADECIMIENTOS

A mi director de trabajo de grado, ingeniero DOMINGO RAFAEL GUERRA ZAPA, por su valiosa contribución en el alcance de esta meta.

A la Universidad de Sucre por ser el templo del saber que me brindó la oportunidad de crecer como persona y como profesional.

A todos los docentes que tuvieron paciencia para impartirme sus conocimientos y transmitirme sus experiencias en pro de mi formación universitaria.

Al ingeniero y amigo ALBERTO ELIECER SARMIENTO REVOLLO por su valioso aporte en el enriquecimiento de mis conocimientos profesionales, dentro y fuera de la institución educativa y por depositar su confianza en mí.

Al ingeniero VÍCTOR RAÚL LOPERA RENDÓN, quien participó en este proceso como jurado, por su tiempo y compartir algo de su experiencia, que sirvió para complementar este trabajo.

A mis amigos incondicionales EDINSON MARQUEZ, RAFAEL CHAMORRO, JUAN CARLOS MARTÍNEZ, ROBERTO CONTRERAS, ORLANDO CASTILLA y ANIBAL JOSÉ GOMEZ ARRIETA, quienes siempre estuvieron ahí para colaborarme y brindarme apoyo durante este proceso.

A todas aquellas personas que de una u otra forma me apoyaron y creyeron en mí.

ÚNICAMENTE EL AUTOR ES RESPONSABLE DE LAS IDEAS EXPUESTAS EN EL SIGUIENTE TRABAJO.

ARTICULO 12, RESOLUCIÓN 023 DEL 2000.
UNIVERSIDAD DE SUCRE

TABLA DE CONTENIDOS

Pág.

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

1 MARCO CONCEPTUAL 12

1.1 DEFINICIONES 12

1.2 ALCANTARILLADOS NO CONVENCIONALES 15

1.2.1 GENERALIDADES 15

1.2.2 ALCANTARILLADO DECANTADO 16

1.2.2.1 Componentes del sistema 17
1.2.2.2 Condiciones para su instalación 27
1.2.2.3 Parámetros de diseño 28
1.2.2.4 Ventajas y desventajas 29

1.2.3 ALCANTARILLADO CONDOMINIAL 31

1.2.3.1 Metodología de implantación 34
1.2.3.2 Componentes del sistema 37
1.2.3.3 Parámetros de diseño 42
1.2.3.4 Ventajas y desventajas 43

1.2.4 ALCANTARILLADO SIMPLIFICADO 45

1.2.4.1 Componentes del sistema 45
1.2.4.2 Parámetros de diseño 58
1.2.4.3 Ventajas y desventajas 58

1.3 ALCANTARILLADO CONVENCIONAL 59

1.3.1 Componentes del sistema 61

1.3.1.1 Conexión domiciliaria 61
1.3.1.2 Tuberías 61
1.3.1.3 Cámaras de inspección 63

1.3.2 Parámetros de diseño 65

1.3.3 Ventajas y desventajas 66

CAPITULO II

2 ANALISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO 68

2.1 CUADRO COMPARATIVO 69

2.2 ANÁLISIS DE COSTOS 72

2.2.1 Alcantarillado decantado 72
2.2.2 Alcantarillado condominial 73
2.2.3 Alcantarillado simplificado 74

2.3 SISTEMAS NO CONVENCIONALES EN LA REGIÓN 75

2.3.1 Alcantarillado sin arrastre de sólidos en Granada Sucre 75

BIBLIOGRAFIA 80

INTRODUCCION

Una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en los países de América Latina es la baja cobertura de los servicios de disposición de aguas servidas y excretas; solo 49% de la población cuenta con servicio de alcantarillado, el 38% dispone sus excretas por medio de letrinas y el 13% (60 millones de latinoamericanos) practica el fecalismo al aire libre. [1]

Según informes de la **Organización Panamericana de la Salud (OPS)** y **de la Organización Mundial de la Salud (OMS)** el saneamiento ambiental puede reducir la incidencia de enfermedades infecciosas entre el 20 y el 80% a través de la inhibición de la generación de enfermedades y la interrupción de su transmisión. La siguiente tabla nos muestra las reducciones de morbilidad previstas.

Reducciones potenciales de la morbilidad por diferentes enfermedades como consecuencia de mejoras del suministro de agua y del saneamiento.

Enfermedades	Reducción de morbilidad prevista (%)
Cólera, fiebre tifoidea, leptospirosis, sarna, dracunliasis	80-100
Tracoma, conjuntivitis, frambesía, esquistosomiasis	60-70
Tularemia, paratíficas, disentería bacilar, disentería amebiana, gastroenteritis, enfermedades transmitidas por piojos, enfermedades diarreicas, ascariasis, infecciones cutáneas	40-50

Fuente: OMS (1986)

[1] http://www.cepis.org.pe/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt055.html

Esas enfermedades pueden ser transmitidas por el agua a través de organismos patógenos, relacionados con la higiene; es decir, transmitidos por vía fecal-oral, por contacto de la piel y también relacionados con la disposición de excretas.

Cerca del 40% de los colombianos carecen de saneamiento básico. Son, casi todos, los de menores recursos alojados en los cerca de nueve mil centros poblados del país y en las áreas marginales urbanas de ciudades y municipios mayores.

La falta de sistemas de alcantarillado puede aumentar el índice de mortalidad de las personas, especialmente de niños. Esto se debe, entre otras causas, al deficiente tratamiento del agua para consumo y a la gran cantidad de bacterias y hongos contenidos en las aguas residuales que no se tratan de manera adecuada. La historia indica que el alcantarillado no se introdujo cómo aumento de la comodidad o para una mejor forma de vida. Se impuso cómo consecuencia de las epidemias de cólera y otras enfermedades, producidas por la mala evacuación de las aguas residuales o de los efluentes líquidos de las viviendas.

Uno de los principales objetivos de esta monografía es de conocer las diferentes formas de recolección de aguas residuales a través de los diferentes sistemas de alcantarillados, así como también la importancia que tiene la aplicación de nuevas tecnologías.

Los sistemas de alcantarillado se clasifican en dos: disposición "in situ", como letrinas, pozos sépticos y tasas sanitarias; y los de recolección y transporte, que a su vez se dividen en convencionales y no convencionales.
Anteriormente sólo existían los sistemas "in situ", especialmente en las zonas rurales debido, entre otras cosas, a su bajo costo y facilidad de instalación, y

los alcantarillados convencionales utilizados en las ciudades. Con el tiempo los dos sistemas presentaron problemas; en el caso de los "in situ" que llevan gran cantidad de agua residual, los pozos sépticos se llenan y rebozan, causando un alto índice de contaminación. En la letrina los virus y bacterias se propagan rápidamente por el lugar, arriesgando la salud de las personas, y los convencionales que por su alto costo de construcción se vuelve inasequible para zonas periféricas de baja densidad demográfica, asentamientos rurales donde las personas son de bajos recursos.

CAPITULO I

1 MARCO CONCEPTUAL

1.1 DEFINICIONES

Las siguientes definiciones son una adaptación de las presentadas en el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico
“RAS 2000” titulo D, OPS y CEPIS

Sistema de alcantarillado: Conducto de servicio público cerrado, destinado a recolectar y transportar aguas residuales que fluyen por gravedad libremente bajo condiciones normales.

Sistema de alcantarillado sanitario simplificado (RAS): Sistema de alcantarillado sanitario destinado a transportar y recolectar aguas residuales, utilizando redes de escasa profundidad que parten de las instalaciones sanitarias del lote y que son diseñadas bajo el criterio de simplificación y minimización de materiales y criterios constructivos.

Sistema de alcantarillado sanitario de pequeño diámetro: Sistema de alcantarillado sanitario destinado a transportar y recolectar aguas residuales previamente sedimentadas en un tanque interceptor, el cual es dispuesto entre la conexión domiciliaria y las redes de alcantarillado.

Sistema de alcantarillado sanitario condominial: Sistema de alcantarillado sanitario destinado a recolectar y transportar aguas residuales utilizando el ramal condominial como unidad básica de conexión.

Ramal condominial: Tubería que recolecta aguas residuales de un conjunto de edificaciones que descarga a la red pública en un punto.

Red pública: Conjunto de colectores que reciben las aguas residuales de ramales condominiales o conexiones domiciliarias.

Aguas residuales: Desecho líquido constituido por aguas domésticas e industriales y aguas de infiltración**.**

Aguas domésticas: Desecho líquido resultante de los hábitos higiénicos del hombre en actividades domésticas.

Caudal por infiltración (Qi): Agua proveniente del subsuelo, indeseable para el sistema separado y que puede penetrar en las alcantarillas.

Cuenca de contribución: Conjunto de áreas contribuyentes, cuyas aguas residuales fluyen hacia un punto único de concentración.

Instalación sanitaria domiciliaria: Conjunto de tuberías de agua potable, Alcantarillado, accesorios y artefactos que se encuentran dentro de los límites de la propiedad.

Conexión domiciliaria: Es el colector de propiedad particular que conduce el agua residual de una edificación hasta la red colectora.

Colector: Es una tubería que funcionando como conducto libre, recibe la contribución de aguas residuales en cualquier punto a lo largo de su longitud.

Profundidad del colector: Diferencia de nivel, entre la superficie de la rasante de la vía y la cota clave del colector.

Cota clave del colector: Nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería o colector con la rasante.

Cámara de inspección o pozo de visita: Cámara visitable a través de una abertura existente en su parte superior, destinada a permitir la reunión de dos o más colectores. Además, tiene la finalidad de permitir la inspección y el mantenimiento de los colectores.

Red de alcantarillado sanitario: Conjunto de colectores secundarios, principales, interceptores, emisarios, cámaras de inspección, terminales de limpieza y tubos de inspección y limpieza.

Tramo de colector: Longitud de colector comprendida entre dos cámaras de Inspección o tubos de inspección y limpieza sucesivos.

Área tributaria: Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado.

Coeficiente de retorno o a aporte (C): Relación entre el volumen de agua residual que llega a las alcantarillas y el volumen de agua abastecida.

Caudal de diseño: Caudal máximo horario de contribución de aguas residuales, más los caudales adicionales por infiltración, se calcula para la etapa inicial y final de periodo de diseño.

1.2 ALCANTARILLADOS NO CONVENCIONALES

1.2.1 GENERALIDADES

Actualmente se presenta una nueva propuesta para cambiar la situación de salud y mortalidad en países en desarrollo, hacer saneamiento con sistemas no convencionales. Una opción que tiene ventajas como menores costos y mayor facilidad de instalación, por lo tanto mayor posibilidad para las zonas rurales y marginales de tener alcantarillado.

Los alcantarillados no convencionales tienen un diseño hidráulico que se ha llevado a un punto óptimo en términos de funcionamiento del sistema; se trabaja con diámetros más pequeños y menos accesorios.

El nombre de no convencional se debe a que se utiliza una tecnología de material plástico que necesita cámaras de limpieza no tan grandes, con lo cual se disminuyen costos. Además el colector puede ir a menos profundidad y se obtiene así una mayor efectividad. Tienen menores costos de excavación contrario a los sistemas de saneamiento convencionales que se utilizan en las grandes urbes.

Los sistemas no convencionales buscan ante todo, adaptar la infraestructura y tecnología a las condiciones de la zona en que se aplicará. Su tecnología se ha puesto en práctica en lugares como Nigeria, Estados Unidos, África, Australia y Brasil.

En Colombia existen pocos sitios con el sistema, entre los que se cuentan Bogotá, Cartagena, San Zenón Magdalena, el corregimiento de Granada en Sucre, Tiquisio en Bolívar, y Cali en Valle del cauca entre otras.

En Colombia los sistemas no convencionales son una propuesta nueva que busca dar cobertura a todas las regiones del país, principalmente aquellas que no tienen suficientes recursos económicos "Es necesario tener claro que el fin último de estas tecnologías es mejorar las condiciones de salud de la población, pues generalmente los estratos menos favorecidos de la sociedad son quienes están más sometidos a contraer enfermedades porque no tienen servicios públicos adecuados.

1.2.2 ALCANTARILLADO DECANTADO

Hacen parte de este tipo de alcantarillados el sistema de Redes de Alcantarillado Decantadas - RAD o Alcantarillado Sin Arrastre de Sólidos – ASAS.

En el sistema de redes para aguas residuales decantadas, estas se decantan o sedimentan antes de ser conducidas a las redes con el fin de retener la parte sólida; la parte liquida fluye hacia los colectores.

El proceso de sedimentación de sólidos se realiza en tanques sépticos o tanques interceptores de una sola cámara y pueden recibir las aguas residuales de una o varias viviendas. A diferencia del alcantarillado convencional por gravedad que es diseñado como canal abierto, el alcantarillado de pequeño diámetro puede ser diseñado con tramos cuya línea de gradiente hidráulica se encuentra por encima del trazo de la tubería. De esta manera, el flujo dentro de la tubería de alcantarillado de pequeño diámetro puede ser alternado con tramos trabajando como canal y otros a presión. Durante el desarrollo del proyecto, deberá efectuarse un análisis por separado de los tramos que tengan condiciones de flujo y gradientes más o menos homogéneas.

En los puntos críticos, el alcantarillado debe ser diseñado con un perfil hidráulico por debajo de las salidas de los tanques interceptores para evitar el represamiento en los tanques interceptores y el ingreso de las aguas residuales hacia el interior de las viviendas.

1.2.2.1 Componentes del sistema

Las redes de alcantarillado decantado constan de las siguientes partes

- Conexión domiciliaria
- Tanque interceptor
- Colectores
- Registros de limpieza e inspección y cajas de visita

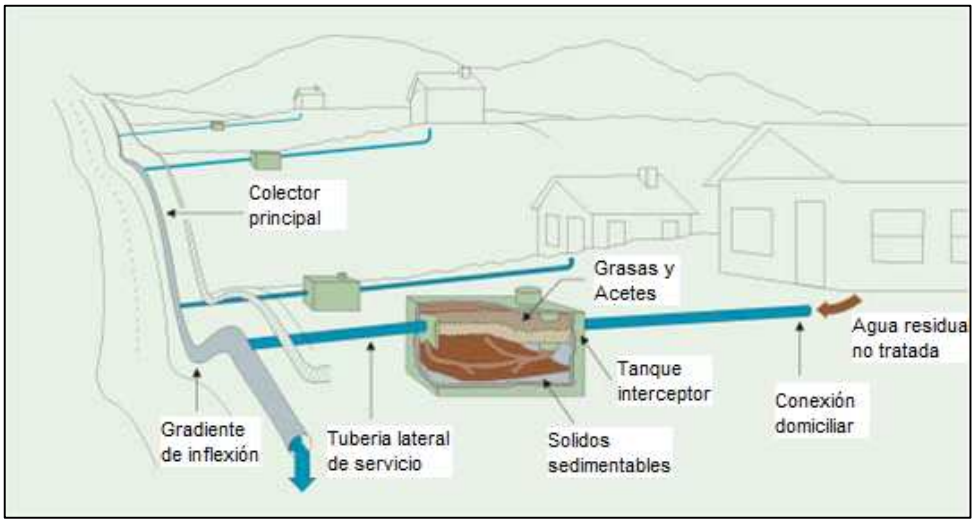


Fig. 1 Sistema de Alcantarillado Decantado

a) Conexión domiciliar:

Comprende todos los accesorios, tubos de desagüe, aparatos y equipos requeridos para la evacuación de las aguas servidas dentro de una vivienda, tales como lavamanos, sifones de duchas, lavaplatos, lavaderos, inodoros,

tasas sanitarias, tuberías cortas y cajas de inspección; que desaguan al tanque interceptor; por donde entran al sistema todos los desechos domésticos; deben excluirse las aguas lluvias.

b) Tanque interceptor

Es el tanque al cual se descargan las aguas residuales de la vivienda, es un tanque hermético, enterrado, con una toma de entrada y una de salida con deflectores. Está diseñado para retener el flujo del líquido de 12 a 24 horas y para remover del caudal líquido tanto los sólidos flotantes como los sedimentables. También proporciona un considerable volumen de espacio para el almacenamiento de los sólidos, los cuales se extraen periódicamente a través de una puerta de acceso. Comúnmente se utiliza como tanque interceptor un tanque séptico de una sola cámara. El tanque interceptor se diseña para cumplir cuatro funciones: ver Figura 2 y 3

1. Sedimentación: La función principal del tanque es remover los sólidos en suspensión de las aguas residuales. Se debe diseñar para dar condiciones de aquietamiento por un lapso suficiente para permitir que los sólidos sedimentables se depositen en el fondo y los sólidos flotantes lleguen a la superficie.

2. Almacenamiento: Para evitar la necesidad de remover los sólidos con demasiada frecuencia, se debe diseñar el tanque para almacenar el lodo y la espuma por el periodo de tres años.

3. Digestión: Se produce debido al almacenamiento prolongado de los sólidos en el tanque, las bacterias realizan la degradación de los sólidos orgánicos en condiciones anaerobias, originando la reducción del volumen de lodos y generando gases anoxicos y de mal olor.

4. Atenuación del flujo: Los tanques interceptores proveen un almacenamiento igualador limitado que reduce el flujo máximo. Se han registrado casos donde el caudal se ha visto reducido de 11 l/hora a menos de 4 l/hora. La atenuación aumenta a medida que aumenta el área superficial liquida del tanque.

Fig.2 Tanque interceptor (vista exterior) (foto tomada en granada sucre)

SEGÚN EL RAS 2000 LA NORMATIVIDAD PARA LOS TANQUES SÉPTICOS ESTA ESTABLECIDA EN EL TITULO E.3.4

E.3.4 TANQUE SÉPTICO.

Son tanques generalmente subterráneos, sellados, diseñados y construidos para el saneamiento rural. Deben llevar un sistema de pos tratamiento. Se recomiendan solamente para:

- Áreas desprovistas de redes públicas de alcantarillados.
- Alternativa de tratamiento de aguas residuales en áreas que cuentan con redes de alcantarillado locales.

- Retención previa de los sólidos sedimentables, cuando la red de alcantarillado presenta diámetros reducidos.

No está permitido que les entre:

- Aguas lluvias ni desechos capaces de causar interferencia negativa en cualquier fase del proceso de tratamiento.
- Los efluentes a tanques sépticos no deben ser dispuestos directamente en un cuerpo de agua superficial. Deben ser tratados adicionalmente para mejorar la calidad del vertimiento.

E.3.4.1 Tipos.

Se permiten los siguientes tipos de pozos sépticos:

- Tanques convencionales de dos compartimentos.
- Equipados con un filtro anaerobio.
- Según el material: de concreto o de fibra de vidrio o de otros materiales apropiados.
- Según la geometría: rectangulares o cilíndricos

E.3.4.2 Localización.

Deben conservarse las siguientes distancias mínimas:

- 1.50 m distantes de construcciones, límites de terrenos, sumideros y campos de infiltración.
- 3.0 m distantes de árboles y cualquier punto de redes públicas de abastecimiento de agua.
- 15.0 m distantes de pozos subterráneos y cuerpos de agua de cualquier naturaleza.

E.3.4.3 Dimensionamiento.

E.3.4.3.1 Volumen útil.

El diseñador debe seleccionar una metodología de diseño que garantice el correcto funcionamiento del Sistema teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Rendimiento del proceso de tratamiento.
- Almacenamiento de lodos.
- Amortiguamiento de caudales pico.

E.3.4.3.2 Geometría.

Los tanques pueden ser cilíndricos o prismáticos rectangulares. Los cilíndricos se utilizan cuando se quiere minimizar el área útil aumentando la profundidad, y los prismáticos rectangulares en los casos en que se requiera mayor área horizontal o mayor profundidad.

E.3.4.3.3 Medidas internas mínimas recomendadas.

- Profundidad útil. debe estar entre los valores mínimos y máximos dados en la Tabla E.3.3

- Diámetro interno mínimo de 1.10 m, el largo interno mínimo de 0.80 m y la relación ancho / largo mínima para tanques prismáticos rectangulares de 2 : 1 y máxima de 4 : 1

Tabla E.3.3

Volumen útil (m³)	Prof. útil mínima (m)	Prof. Útil máxima (m)
Hasta 6	1.2	2.2
De 6 a 10	1.5	2.5
Mas de 10	1.8	2.8

E.3.4.3.4 Número de cámaras.

Se recomiendan cámaras múltiples, en serie para tanques de volúmenes pequeños a medianos, que sirvan hasta 30 personas. Para otros tipos de tanques, se recomienda lo siguiente: ver Fig.4

- Tanques cilíndricos: tres cámaras en serie.
- Tanques prismáticos rectangulares: dos cámaras en serie

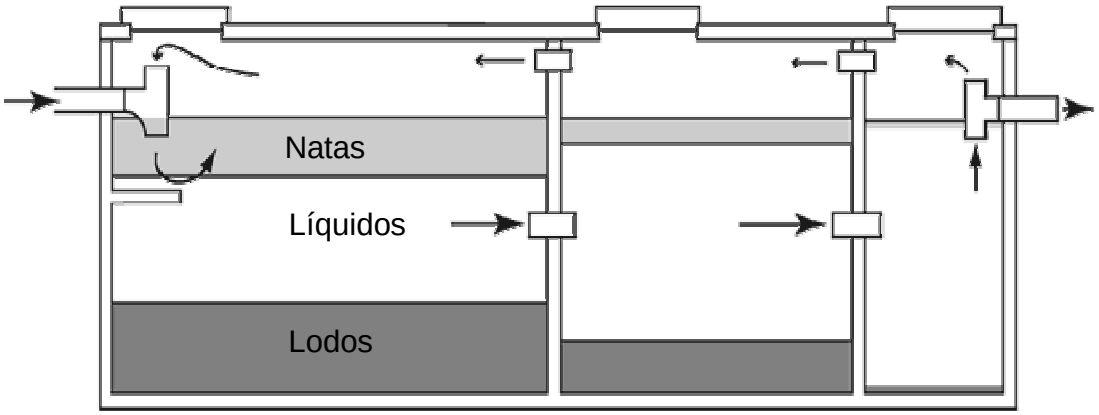


Fig.4 Tanque prismático de tres cámaras

E.3.4.4 Operación y mantenimiento.

Los lodos y las espumas acumuladas deben ser removidos en intervalos equivalentes al periodo de limpieza del proyecto (Ver tabla E.7.3)

TABLA E.7.3

Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos

Intervalos de limpieza (años)	Valores de K por intervalo temperatura ambiente (t) en ºC		
	$t \leq 10$	$10 \leq t \leq 20$	$t \geq 20$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Estos intervalos se pueden ampliar o disminuir, siempre que estas alteraciones sean justificadas y no afecten los rendimientos de operación ni se presenten olores indeseables. Debe realizarse una remoción periódica de lodos por personal capacitado que disponga del equipo adecuado para garantizar que no haya contacto entre el lodo y las personas. Antes de cualquier operación en el interior del tanque, la cubierta debe mantenerse abierta durante un tiempo suficiente (>15 min.) para la remoción de gases tóxicos o explosivos. En ningún caso los lodos removidos, pueden arrojarse a cuerpos de agua, en zonas aisladas, los lodos pueden disponerse en lechos de secado, los lodos secos pueden disponerse en rellenos sanitarios o en campos agrícolas; cuando estos últimos no estén dedicados al cultivo de hortalizas, frutas o legumbres que se consumen crudas.

c) Colectores

Los colectores son tubos de cloruro de polivinilo (PVC) de pequeño diámetro, que se entierran a una profundidad suficiente para recolectar las

aguas sedimentadas. A diferencia de los colectores convencionales, estos no se colocan necesariamente sobre un gradiente uniforme con alineamiento recto entre los registros de limpieza e inspección. Como no transportan sólidos, permite la existencia de tramos de la tubería que funcionan adecuadamente, aun bajo presión, con pendientes positivas o negativas, siempre que la presión en las tuberías no provoque el reflujo de los desagües hacia las fosas sépticas conectadas al tramo. No es necesario considerar la pendiente y velocidad mínimas y máximas porque el liquido esta libre de sólidos; por lo tanto, las tuberías pueden seguir la topografía del terreno, aprovechando al máximo la energía resultante de la diferencia de cotas entre aguas arriba y aguas abajo.

Los colectores podrán trazarse por las zonas verdes o peatonales y los patios, para disminuir los riesgos por cargas vivas debidas al tráfico vehicular, con lo cual se disminuyen las excavaciones. La profundidad de la tubería debe ser la mínima necesaria para prevenir el daño que podría ocurrir por las cargas por movilización de tierra y de vehículos, y por la congelación. (Ver Figura 5).

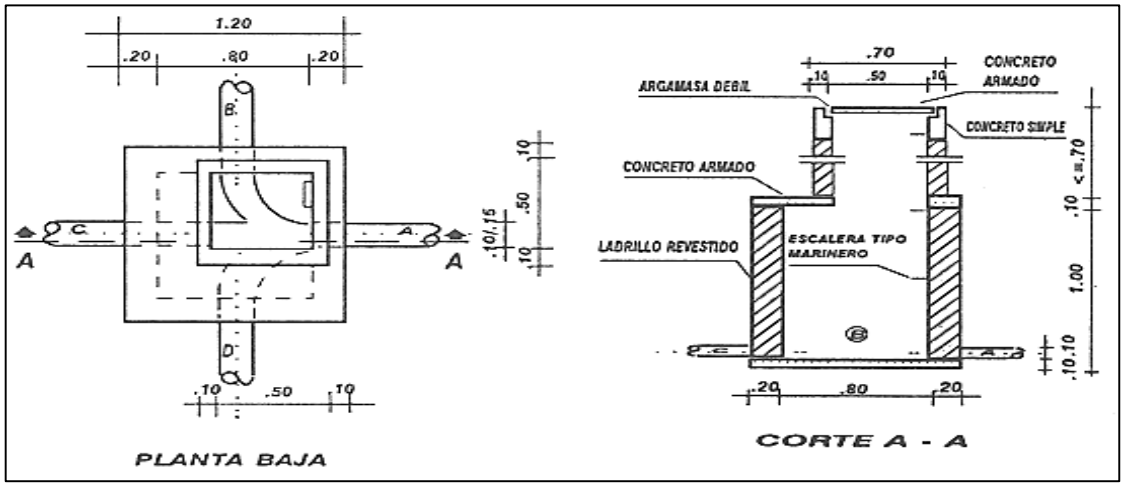
Fig.5 Colectores por los andenes (fotos tomadas en granada sucre)

EL RAS EN EL TITULO D.3.2.6 Reglamenta que el diámetro interno real mínimo permitido en las redes de recolección y evacuación de aguas residuales que utilicen alcantarillados tipo condominial o de flujo decantado para todos los niveles de complejidad del sistema podrá reducirse a 100 mm (4 pulg).

d) Registros de limpieza e inspección y cajas de visita

Los registros de limpieza e inspección y las cajas de visita permiten el acceso a los colectores para su inspección y mantenimiento. En muchas circunstancias se prefieren los registros de limpieza antes que las cajas de visita porque cuestan menos y pueden sellarse herméticamente; se evita así la mayor parte de la infiltración y arena que comúnmente ingresan a través de las paredes y tapas de las cajas de visita. Las cajas de visita se recomiendan en los encuentros principales de los colectores, en cambios muy bruscos de dirección, o en sitios donde es difícil construir un registro, por tener muy profunda la tubería. Ver Figuras 6, 7,8 y 9

Figura 6. Caja de visita



Los registros de inspección y limpieza deben estar dispuestos en las cabeceras de la red, en el cruce de dos o mas colectores, en cambios muy bruscos de dirección, en los puntos altos para evitar la acumulación de gases y en tramos rectos cada 200 m. Ver figuras 2 y 3.

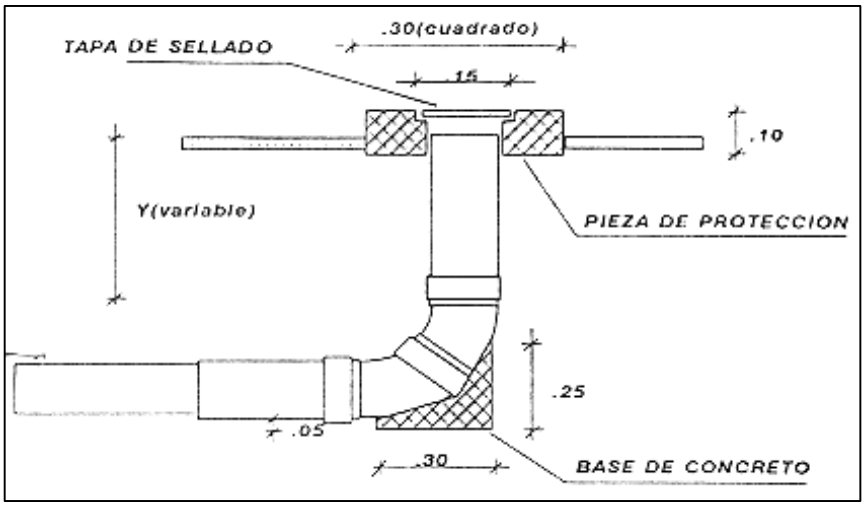


Figura 7. Registro de inspección y limpieza

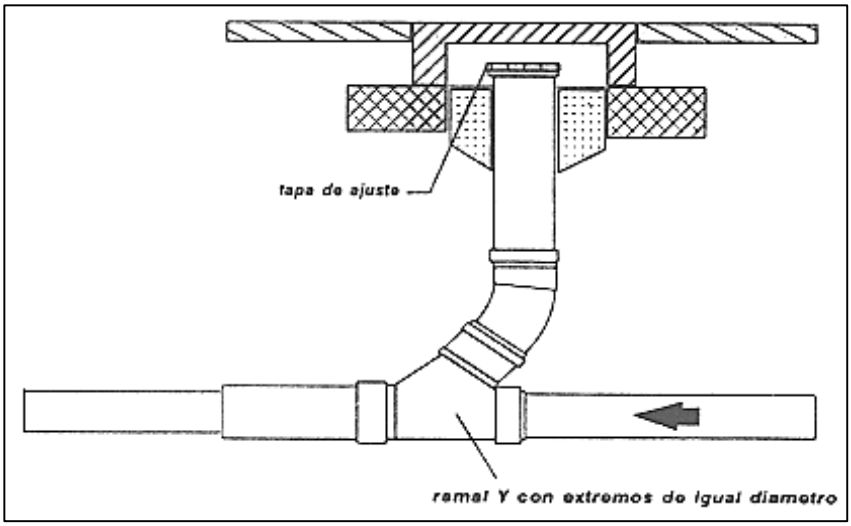


Figura 8. Registro de inspección y limpieza

Fig.9 Registro de inspección y limpieza

1.2.2.2 Condiciones para su instalación

El alcantarillado de redes decantadas es un sistema que se adapta mejor a pequeñas comunidades, zonas periféricas de baja densidad demográfica, nivel freático alto, poblados costeros, para grupos aislados de viviendas y asentamientos rurales.

Los conceptos básicos y parámetros en que se fundamentan los diseños de alcantarillados alternativos de flujo decantado, lo 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 aguas 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.

1.2.2.3 Parámetros de diseño

- **Velocidad mínima permisible:**

  En las redes de alcantarillado de pequeño diámetro, no es necesario mantener una velocidad mínima de autolimpieza, ya que estas se diseñan para recolectar solamente la fase líquida del agua residual. Sin embargo, las velocidades a lo largo de las tuberías deben ser mayores que la velocidad mínima requerida para transportar mezclas de aire o gases con líquidos en tuberías descendientes después de las curvas.

  $$V \geq 1.36 \sqrt{9.8 D \operatorname{Sen} Ø} \geq 0.20 m/s$$

  Donde:

  V = Velocidad en la red (m/s)

  D = Diámetro de la tubería.

  Ø = Angulo de inflexión de la red.

- **Velocidad máxima permisible:** 5m/s

- **Profundidad hidráulica:** $0.2D < h/D < 0.8D$ donde:
  h: nivel de agua de la tubería
  D: diámetro del tubo
- **Fuerza tractiva mínima:** $1N/m^2$
- **Pendiente mínima:**
  De acuerdo a la velocidad mínima
- **Pendiente máxima permisible:**
  De acuerdo a la velocidad máxima
- **Diámetro mínimo permisible:**
  En los sistemas de pequeño diámetro las tuberías pueden ser de 75 mm (3") mayores, pero el tamaño mínimo recomendado de la tubería es 100 mm (4").

1.2.2.4 Ventajas y desventajas

Las ventajas principales que se obtienen al emplear este sistema son las siguientes:

a) Requerimiento reducido de agua para el transporte de la pequeña cantidad de sólidos provenientes del tanque séptico. Así, a diferencia de los alcantarillados convencionales, los alcantarillados de pequeño diámetro pueden emplearse sin temor a los atoros donde el consumo doméstico de agua es bajo o donde se necesitan largos tramos planos con pocas conexiones.

b) Costos de excavación reducidos, ya que al removerse los sólidos molestos, no es necesario que las redes se diseñen para mantener una velocidad de flujo mínima para su autolimpieza. Por eso, en vez de instalarlos en una línea recta con gradiente uniforme, se les puede colocar en una alineación curvilínea con gradiente variable o de

inflexión. Esto reduce los costos de excavación, ya que el alcantarillado puede seguir la topografía natural de manera más aproximada que los alcantarillados convencionales y evitar la mayoría de las obstrucciones en su camino.

c) Costos de materiales reducidos, en vista que los caudales de diseño del alcantarillado de pequeño diámetro son menores que los caudales de diseño del alcantarillado convencional, gracias a la acción igualadora y compensadora del tanque interceptor, el tamaño de las redes no convencionales se verán reducidas. Además, se pueden reemplazar los costosos pozos de inspección con registros o puntos de limpieza más simples y de menor costo.

d) Requerimientos de tratamiento reducidos, ya que en las plantas de tratamiento no se necesita efectuar el tamizado, la remoción de arena ni la sedimentación primaria, ya que estos procesos unitarios se realizan en los tanques interceptores.

e) El sistema es muy simple, fácilmente comprendido por la población. Emplea tuberías comunes tendidas sobre tramos superficiales. Los costos de construcción son mínimos, aproximadamente un tercio del alcantarillado simplificado y una quinta parte del costo del sistema convencional. Además de esta ventaja, el sistema proporciona el tratamiento primario de cuya construcción y operación se encargan los usuarios.

La principal desventaja del sistema esta en:

a) El mantenimiento del tanque séptico que requiere evacuación y disposición periódica de los sólidos allí acumulados. Por este motivo, las redes de alcantarillado decantado deben construirse solamente

cuando exista una organización que garantice el mantenimiento. Esta organización debe efectuar un estricto control para evitar las conexiones ilegales a las que les podría faltar el tanque interceptor o tener conexiones erradas que posibilitarían la introducción de sólidos o aguas lluvias que causarían serios problemas de operación y mantenimiento.

b) No puede manejar agua residual de tipo comercial que tenga alto contenido de arenisca o sólidos sedimentables. Los restaurantes pueden ser conectados si están equipados con trampa de grasas eficientes.

c) Los olores que se producen cuando el sulfuro de hidrógeno del efluente del tanque séptico escapa a la atmósfera, también cuando los sistemas de ventilación de la vivienda son inadecuados. Un diseño apropiado de ingeniería puede controlar los problemas de olor.

1.2.3 ALCANTARILLADO CONDOMINIAL

En el comienzo de la década de los ochenta (1980) tuvo inicio la propuesta de un nuevo modelo brasileño destinado a resolver los problemas de saneamiento en Brasil, el Alcantarillado Condominial, cuyo autor fue el Ingeniero José Carlos Rodríguez de Melo. Por medio de este modelo, son atendidos hoy en Brasil cerca de más de tres millones de habitantes entre millonarios de las ricas manzanas de la Capital, Brasilia, y los habitantes de conjuntos habitacionales de clase media y de las favelas (áreas urbanas marginales).

Entre los alcantarillados no convencionales esta el que se aplican en régimen de condominio. La principal innovación es lo que se convencionó llamar con

una cierta impropiedad, el *alcantarillado condominial*, la cual enfatiza apenas uno de sus aspectos más revolucionarios, que es la conexión domiciliaria condominial. Cada manzana es considerada como si fuera la proyección horizontal de un edificio. Como no hay edificio sin cobertura total de agua potable y alcantarillado (o solución individual para sus desechos líquidos), los habitantes de las manzanas también tendrían los mismos derechos. [2]

Las redes en régimen de condominio se proyectan por los solares o patios de las viviendas, con el fin de disminuir al máximo la longitud de las redes internas, (dentro de la vivienda) y externas. Ver Figura 10

Los llamados sistemas condominiales o en régimen de condominio son el resultado de una concepción de saneamiento que mezcla participación comunitaria con tecnologías apropiadas, para producir soluciones que combinen economía y eficiencia, buscando crear condiciones para la universalidad del acceso a los servicios de alcantarillado sanitario.

[2] http://www.disaster-info.net/col-ops/saludambiente/Medellin99.htm

SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL

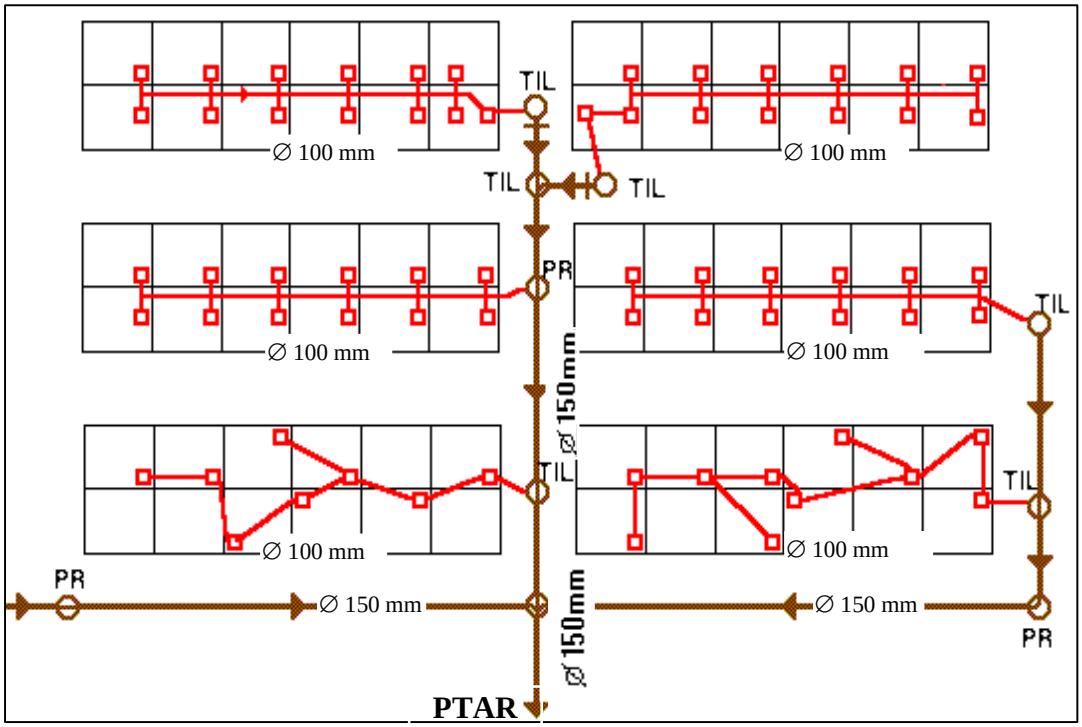


Fig.10 Sistema Condominial

PR	POZO DE REGISTRO
TIL	TUBO DE INSPECCION Y LIMPIEZA
CP	CAJA DE PASO
	ALCANTARILLADO CONDOMINIAL (∅ 100 mm)
	RED COLECTORA (≥ ∅ 150 mm)
PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

1.2.3.1 Metodología de implantación

La metodología de implantación del alcantarillado condominial puede ser resumida de acuerdo al presentado por el Ing. Pery Nazareth (1998) en su excelente trabajo sobre el uso de esos sistemas en la Capital de Brasil.

La aplicación del nuevo modelo requiere la realización de un trabajo de movilización que tiene la finalidad crear condiciones para la participación de la comunidad, lo cual tiene como instrumento principal la reunión condominial, en torno de la cual se desarrolla todo el proceso de implantación del sistema condominial.

De esa forma, la metodología de implantación del alcantarillado condominial obedece a varias etapas, que preceden a su construcción.

- Caracterización del área - Identificación de la realidad local
- Reuniones de los condominios - Presentación de las Ideas básicas
- Término de adhesión - Documento de aceptación
- Proyectos de ramales condominiales - Elaboración de bosquejo y notas de servicio

a) Caracterización del área

Tiene como finalidad el conocimiento de la realidad local, en sus aspectos físicos y sociales, para la definición de los elementos que serán utilizados en el proceso de la movilización de la comunidad.

Integran esta etapa el contacto con los líderes locales e instituciones actuantes en el área, objetivando la divulgación del programa y articulación

de acciones, identificación de materiales y servicios urbanos disponibles y conocimiento de la realidad socioeconómica local.

b) <u>Reuniones de los condominios</u>

Las reuniones con los condominios tienen el objetivo de presentar las ideas básicas y reglas del programa del alcantarillado condominial, definir las alternativas de solución del problema local e incorporar la población a eso programa a través de la formación de condominios.

Los condominios son la unidad de atendimiento del sistema condominial y corresponden a las manzanas urbanas compuestas por lotes con áreas aproximadas entre 120 a 150m^2 en los barrios populares. Ver Figura 11

Fig.11 Reunión de los habitantes de los condominios

Las reuniones de la comunidad ocurren en cada manzana de acuerdo a una serie de requisitos básicos, enumerados a seguir.

- Situación del saneamiento en el área y presentación del programa condominial.
- Fundamentos y funcionamiento del sistema condominial.
- Opciones físicas del atendimiento:
- Ramal de fondo de lote, pasando en las áreas libres disponibles en la parte de atrás de los terrenos, con participación del condominio en el mantenimiento del ramal;
- Ramal de jardín, pasando por el jardín, en la parte del frente del lote, con participación del condominio en el mantenimiento del ramal;
- Ramal de las aceras, localizado en las aceras, con responsabilidad integral de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado por el mantenimiento del ramal.
- Nociones de educación sanitaria.
- Costos (tarifas, pagos de conexión y formas de pago).
- Discusión con los moradores sobre la mejor alternativa para el atendimiento a ellos.
- Elección del representante, responsable por la coordinación del procedimiento de elección de la opción de atendimiento en la cuadra.
- Orientación relativa al procedimiento de adhesión formal del condominio al sistema y para la elección de la opción de atendimiento deseada.

c) <u>Término de adhesión</u>

El proceso de adhesión de una o varias manzanas o mismo un conjunto habitacional al programa es oficializado por medio de la entrega de un documento llamado "Término de Adhesión", donde, en forma de abajo firmado, los habitantes definen el tipo de ramal de su preferencia y la forma como desean efectuar los pagos de la tasa de conexión.

d) <u>Proyectos de ramales condominiales</u>

Los proyectos son compuestos de "bosquejo" y notas de servicio (apuntamientos topográficos para la ejecución de la obra), elaborados en base a levantamientos simplificados de campo y en detalles suficientes para la construcción de los ramales condominiales. Son elaborados en seguida a la entrega del "Término de Adhesión", lo cual define la opción del condominio.

1.2.3.2 Componentes del sistema

- **Tuberías**
- **Cámaras de inspección**
- **Conexiones domiciliarias**

a) Tuberías

- **Redes públicas**

En el sistema condominial las redes principales son tangentes a las manzanas y un conjunto de viviendas se conecta a la red mediante un único punto de conexión. La red pública es el conjunto de tuberías que reciben las

aguas residuales de ramales condominiales o conexiones domiciliarias y sólo se aproxima a la manzana para recibir el ramal condominial, en vez de rodearla, como en el sistema convencional. Esta red puede ser diseñada bajo los criterios del sistema convencional y/o simplificado.

El trazado de las redes públicas se realizará a partir de los puntos de cota más elevada (arranque) hacia el punto de cota más baja (descarga) y siguiendo el drenaje natural del terreno. El proyectista deberá analizar las alternativas de trazado para obtener la menor extensión de red y conectar todas las manzanas. En la figura 4 a manera de ejemplo, se presentan dos opciones. La red pública puede ser ubicada en el centro de calle o avenida. Sin embargo, de preferencia será ubicada en las áreas más protegidas del tránsito vehicular, utilizando, siempre que sea posible, las aceras, los parques y los jardines existentes. La opción de trazado seleccionada se indica en los planos, (Ver Figura 12).

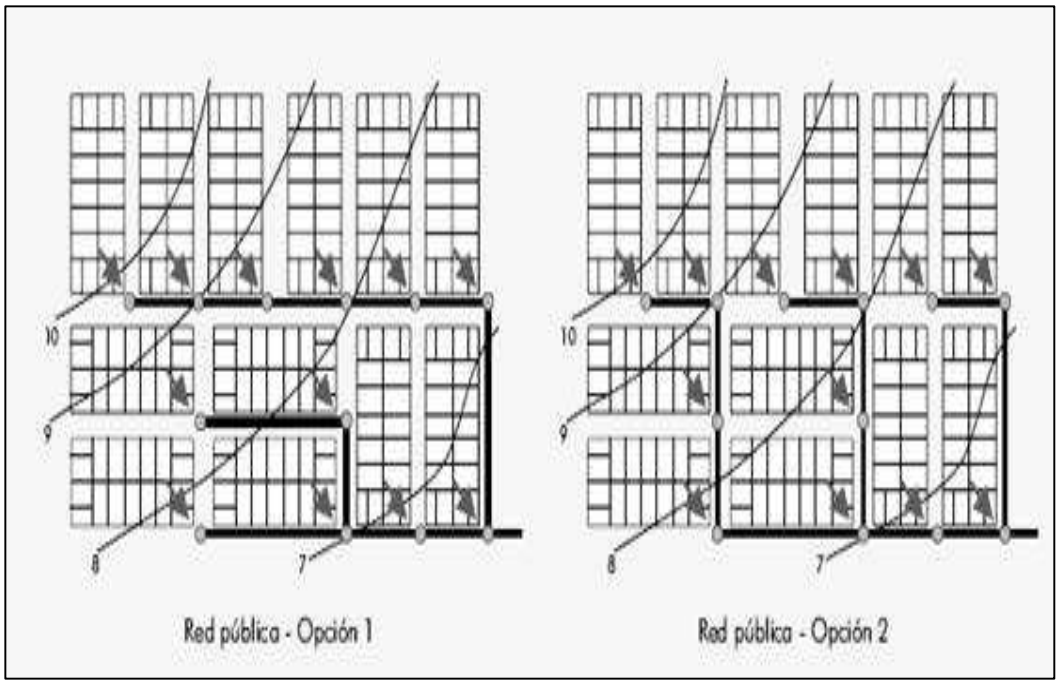


Fig.12 Trazado de red pública de alcantarillado condominial

- **Ramales condominiales**

El ramal condominial recoge las aguas residuales de un conjunto de viviendas conectadas en un punto de la red principal. El grupo de viviendas o lotes que se conectan a la red de alcantarillado en un único punto de la red principal conforma un condominio. Según el drenaje natural del terreno, el proyectista definirá la ubicación más probable del ramal condominial que atenderá cada manzana, conectando todas las edificaciones hasta un punto de la red pública. Según la topografía y el trazado urbano, una manzana podrá tener más de un ramal condominial. En el sistema condominial existen cuatro alternativas de trazado de los ramales. La escogencia de la alternativa, de acuerdo a la factibilidad técnica, corresponde a los usuarios, Considerando que cada alternativa tiene un costo y el usuario asume la responsabilidad de pagarlo. Las alternativas de trazado de ramales condominiales son las siguientes: ver Figura 13

- Ramal por el fondo de los lotes.
- Ramal por el frente de los lotes.
- Ramal por las aceras.
- Ramal mixto.

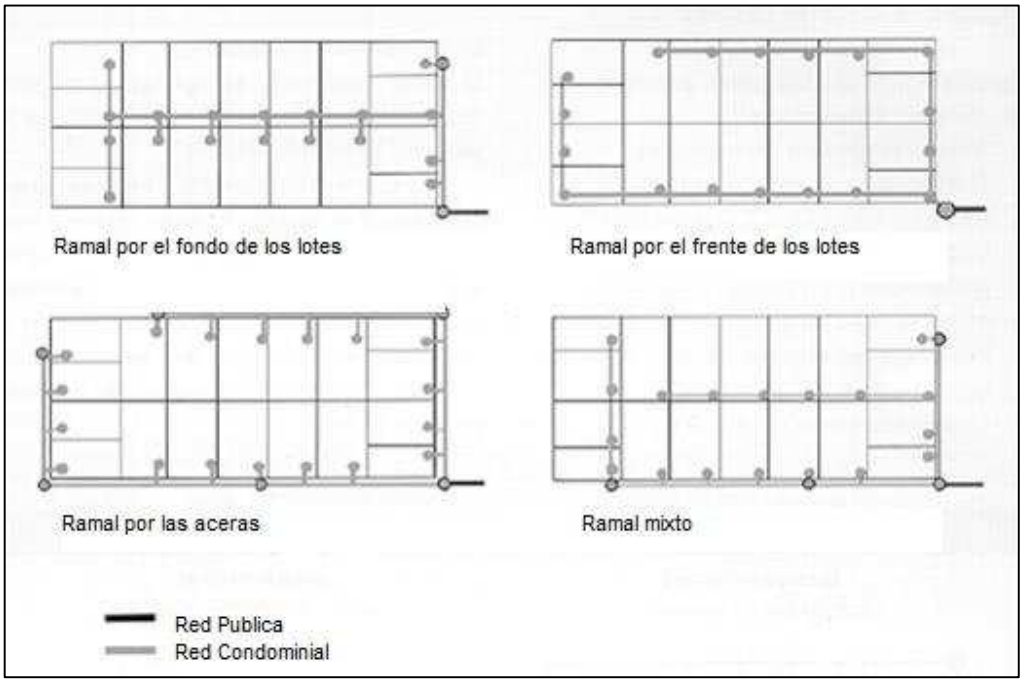


Fig.13 Alternativas de trazado de redes condominiales

- **Profundidad de los colectores**

La profundidad mínima de instalación de una tubería será definida en función del recubrimiento mínimo de las tuberías de acuerdo a la tabla 2 y la posibilidad de permitir la correcta conexión de las conexiones domiciliarias a la red publica de alcantarillado.

Tabla 2

Ubicación del colector	Profundidad mínima (m)
En los lotes	0.20 – 0.30
En las áreas verdes y veredas	0.45 – 0.65
Red principal por la calzada de la vía pública	0.85 – 1.00

b) Cámaras de inspección

En el diseño de un sistema condominial, el proyectista debe prever un elemento de inspección en cada una de las siguientes situaciones:

- En el inicio de todo colector.
- En la conexión de la instalación intradomiciliaria en el ramal condominial.
- En cualquier punto donde la tubería cambia de diámetro, dirección o pendiente.
- En cualquier punto donde haya empalme de colectores.

c) Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias pueden ser dentro y fuera del lote:

- Conexión dentro del lote. Si el ramal condominial se encuentra dentro del lote, la conexión de la vivienda se realizará mediante una “caja de inspección” (ver Figura 14). La caja de inspección deberá ser instalada durante la construcción del ramal condominial, una en cada lote o vivienda. El usuario será responsable de la conexión de sus instalaciones intradomiciliarias, una vez que el sistema se encuentre concluido y próximo al inicio de funcionamiento.

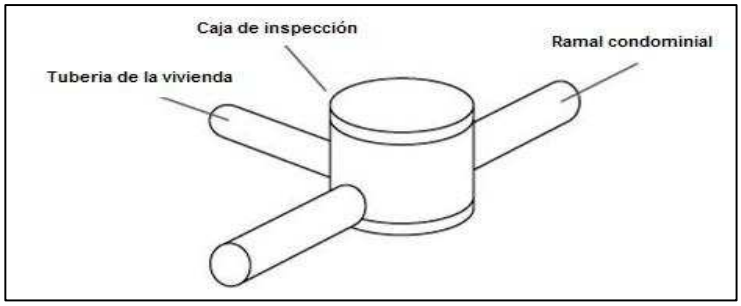


Fig.14 conexión domiciliaria interna

- Conexión fuera del lote. Si el ramal condominial se encuentra fuera del lote (acera), la conexión de la vivienda se realizará mediante un accesorio de PVC tipo “T”, “Y” o una “Silleta”. El accesorio de PVC será conectado mediante una tubería corta a la caja de inspección que estará ubicada dentro del lote, en una zona más protegida y próxima al límite público (véase figura 15).

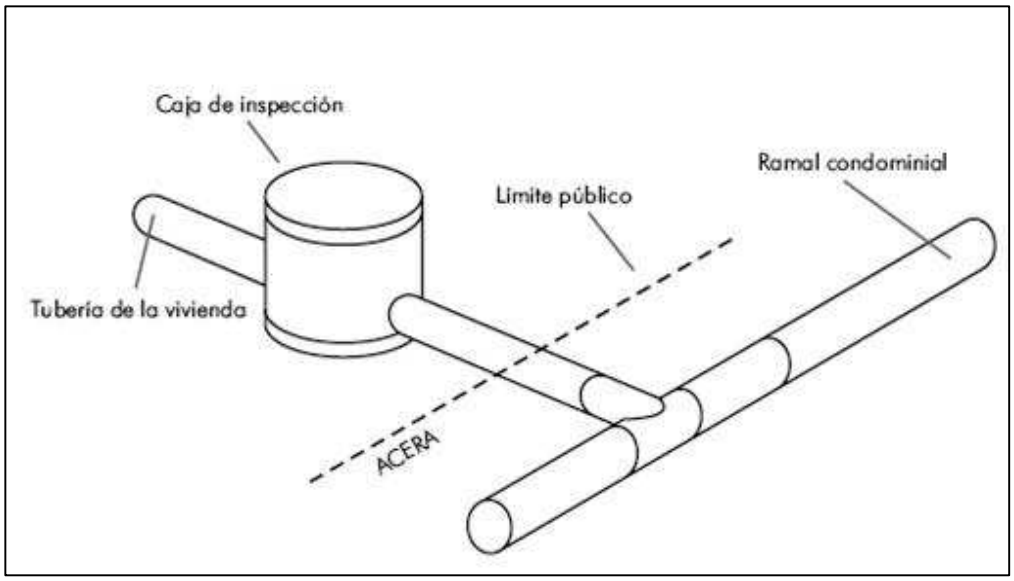


Fig.15 Conexiones domiciliarias fuera del lote.

1.2.3.3 Parámetros de diseño

- **Velocidad mínima permisible:** 0.4 m/s
- **Velocidad máxima permisible:** 5m/s
- **Profundidad hidráulica:** 0.2D < h / D < 0.8D
- **Fuerza tractiva mínima:** 1N/m^2
- **Pendiente mínima:**

La pendiente mínima de las redes simplificadas y condominiales, deberá calcularse para una tensión tractiva media mínima de 1 Pa y para un coeficiente de Manning de 0,013, la relación aproximada que satisface esta condición esta dada por :

$S\ min = 0.0055\ Q_i^{-0.47}$

Donde

S min = m/m pendiente mínima

Q_i = flujo máximo de diseño

- **Pendiente máxima permisible:**

  De acuerdo a la velocidad máxima

- **Diámetro mínimo permisible:**

  El diámetro mínimo a emplear en las redes condominiales será 100 mm, de las experiencias de Brasil y Bolivia no se ha reportado problemas mayores usando tuberías de este diámetro.

1.2.3.4 Ventajas y desventajas

Las principales ventajas del sistema son:

- Costo menor de excavación - pequeñas profundidades de las alcantarillas condominiales
- Costo menor del material del alcantarillado condominial - extensión menor.
- Costo menor de los pozos de registro - pequeña cantidad de pozos de registro convencionales.
- Gran cantidad de cajas de paso en reemplazo a los pozos de registro tradicionales.
- Costo menor de las conexiones domiciliarias – pequeñas profundidades y extensión muy reducida de estas conexiones.

- Facilidad de ejecución de las conexiones domiciliarias aún para las casas vecinas pared con pared.
- Utilización de materiales regionales en la construcción del alcantarillado condominial y conexiones domiciliarias.
- Mayor empleo de mano de obra poco calificada.
- Facilidad para desatorar el alcantarillado condominial y conexiones domiciliarias a través de equipo sencillo y de fácil manoseo.
- Mayor facilidad en la definición de aportes de inversiones - nacional, departamental, municipal y local.

Las principales desventajas del alcantarillado condominial son:

- Exigencia de trabajos preliminares y permanentes - educación sanitaria y asistencia social para el involucramiento de la comunidad en el proceso constructivo, de operación y de mantenimiento de su alcantarillado condominial.(En la realidad eso no lo debemos incluir como desventaja y si como obligación del Gobierno).
- Posibilidad de surgimiento de algunas dificultades teniendo en cuenta:

    - Derecho de paso.
    - Servidumbre.
    - Expropiación.
    - Ampliación de áreas construidas, etc.

1.2.4 ALCANTARILLADO SIMPLIFICADO

Este sistema se originó en Brasil a fines de la década de los años 70, como una alternativa frente al sistema de alcantarillado convencional. Su desarrollo comienza después del reconocimiento que la causa principal del costo elevado del alcantarillado convencional eran las exigentes normas de diseño, y que estas normas estaban impidiendo la expansión de la cobertura del servicio de alcantarillado a comunidades urbanas de bajos ingresos. Esto motivó la revisión de las normas de diseño y el posterior surgimiento de criterios técnicos más apropiados con los cuales se redujeron los costos de construcción.

Las redes de alcantarillado simplificado (RAS) están formadas por un conjunto de tuberías y accesorios que tienen la finalidad de colectar y transportar los desagües, bajo condiciones técnicas y sanitarias adecuadas, y a un costo accesible a las poblaciones de bajos ingresos, que normalmente son las beneficiarias del sistema Las RAS, se diseñan bajo los mismos criterios hidráulicos que las redes convencionales, sólo se diferencian de ellas en la simplificación y minimización del uso de materiales y de los criterios constructivos.

1.2.4.1 Componentes del sistema.

Es bastante similar al del sistema convencional, está constituido por una caja de conexión (o inspección) circular o cuadrada de 0,60 m de longitud, la cual va colocada en la vereda entre la casa y la línea de servicio (ver Figura 16a). En algunos casos esta caja podría ser sustituida por un registro de limpieza más sencillo (ver Figura 16b).

En zonas de alto riesgo de obstrucción, mercados y restaurantes por ejemplo, se colocaran cajas deflectoras entre la vivienda y la caja de inspección para evitar el ingreso de basura y otros sólidos de gran tamaño que podrían obstruir la alcantarilla. Las dimensiones de esta caja es de 0,60 m x 0,60 m x 0,80 m, será construida de concreto y deberá colocarse un deflector a 0,60 m de la zona de ingreso (ver Figura16a).

La línea de acometida deberá tener una pendiente mínima de 15 por mil y en todos los casos es recomendable efectuar la unión de esta con la tubería de servicio a través de un accesorio o codo, efectuando la perforación en la clave del tubo, garantizando, de esta manera, la entrada de las aguas residuales domiciliarias por la parte superior y manteniendo invariable la sección hidráulica.

Alternativamente, el empalme de la acometida con el colector de servicio podría realizarse mediante una derivación en “Y” y una curva de 45°, tal como lo muestra la Figura 16c.

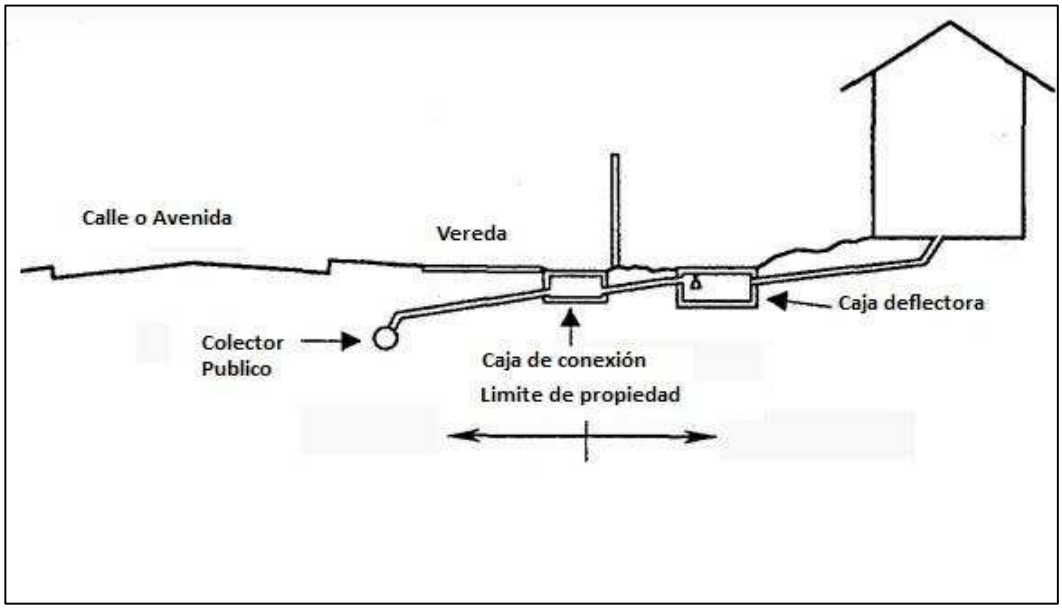


Fig.16 a. Conexión domiciliaria simplificada

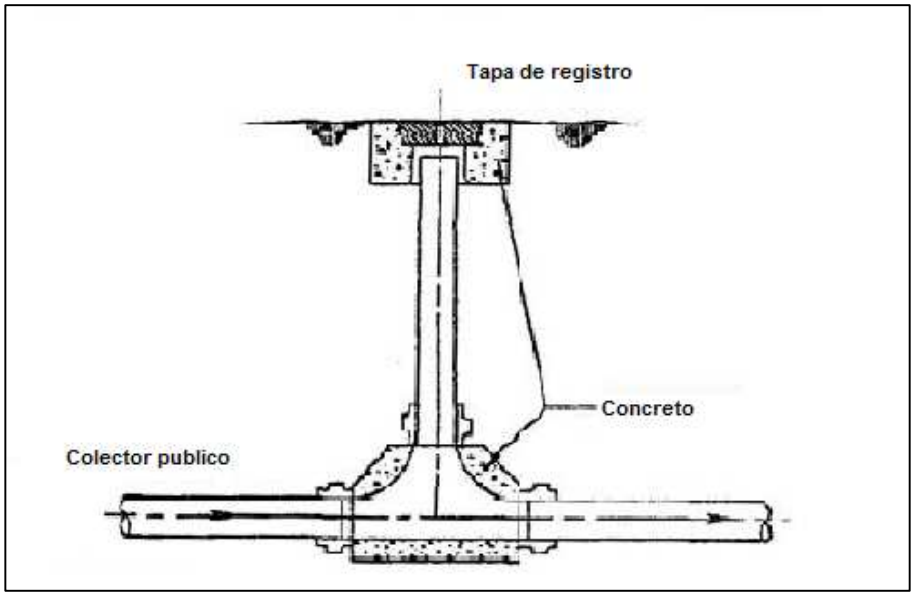


Fig.16b Registro de inspección

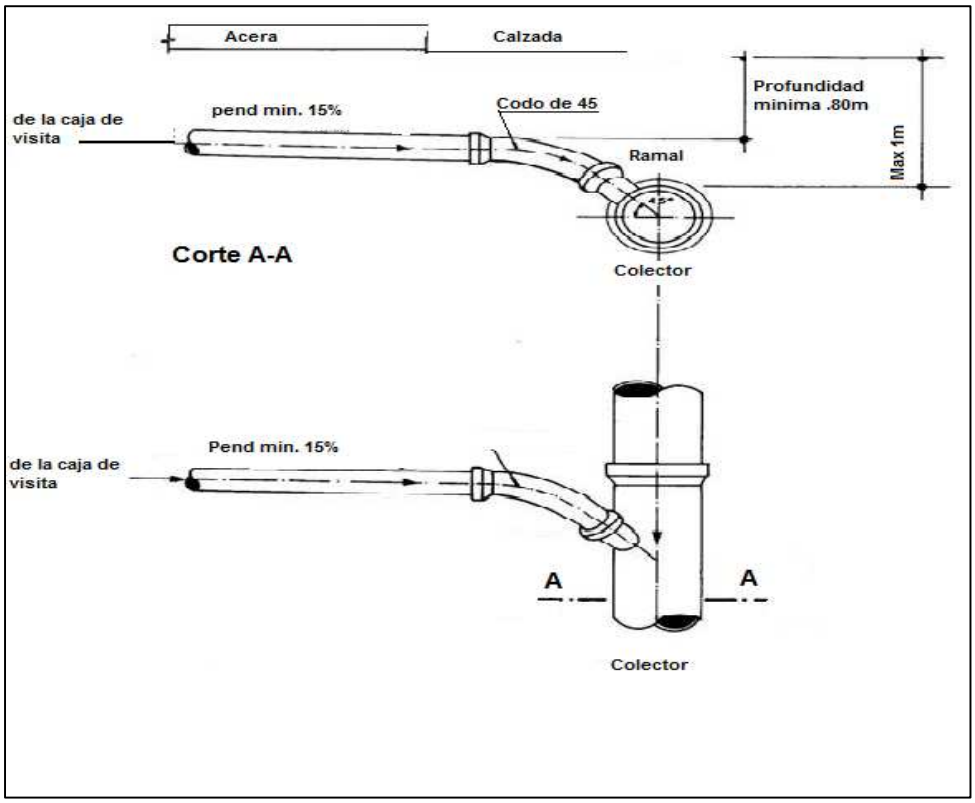


Fig.16c Empalme entre acometida y colector de alcantarillado

a) Tuberías.

- Ubicación:

Para evitar excavaciones profundas, grandes colectores o interceptores e inmensas estaciones de bombeo, se debe considerar de manera prioritaria la subdivisión de la red total en dos o más pequeños sistemas separados. Aunque el trazado de redes es también parte importante del diseño de sistemas convencionales, la optimización de longitud de tuberías y la subdivisión de redes toma aun mayor importancia en los proyectos de sistemas simplificados.

Donde sea factible, el área del proyecto debe ser definido por subcuencas de drenaje independientes, cada una conduciendo las aguas residuales hasta el punto de conexión con una red convencional o hacia su propia planta de tratamiento. De esta manera, se evita concentrar las aguas residuales en grandes cuencas de saneamiento y concebir sistemas complejos de elevada inversión inicial y de altos costos de operación. Además, para minimizar la excavación y el costo de restauración del pavimento, las redes serán, hasta donde sea posible, localizadas fuera de las zonas de tráfico pesado, generalmente bajo las veredas (en ambos lados de la calle, si es necesario) en lugar de ser tendidas por el centro de la calle. No es recomendable la ubicación de colectores en calles muy estrechas donde se dificulte el acceso para el mantenimiento.

Si las redes son trazadas por las calzadas, se ubicaran entre el medio de la calle y el costado de la calzada; a partir de un punto, ubicado como mínimo a 1,30 m. del límite de propiedad y hacia el centro de la calzada.

El trazado debe considerar el obtener el mayor número posible de tramos de cabecera (caudal de aguas arriba igual a cero), con lo cual se incrementará el número de tramos de mínima profundidad, suficiente para instalar redes de desagüe en los lotes del tramo. De este modo, se debe procurar siempre que sea posible, trazados tipo “espina de pez” (véase figura 17) al contrario de los trazados “serpenteados”, (véase figura 18).

- Profundidad y recubrimiento mínimos

Al punto de partida de los colectores pequeños la profundidad mínima debe ser suficiente para:

- permitir todas las conexiones a los hogares y
- tener un recubrimiento sobre la corona de la tubería que la proteja contra daños estructurales de cargas externas.

En el sistema simplificado, las profundidades mínimas de las alcantarillas serán determinadas por el recubrimiento mínimo de las tuberías de acuerdo al Tabla 4.

Tabla 4. Recubrimiento mínimo de las redes simplificadas.

Ubicación del colector	Profundidad mínima(m)
En las áreas verdes y veredas.	0.45-0.65
Red principal por la calzada de la vía publica.	0.85-1.00

Considerando este criterio se obtienen las profundidades de colectores recomendadas en la figura 19a.

La elevación de las viviendas no es un criterio que se considere para fijar el nivel de las soleras de las tuberías. Si las viviendas alrededor del colector principal, están a una elevación mas baja que hace imposible la conexión por

gravedad, es responsabilidad del propietario de encontrar otra forma de hacer la conexión. En algunos casos cuando la topografía lo permite, la conexión domiciliaria de una vivienda puede extenderse, a través de la propiedad de los vecinos (siempre y cuando este lo permite y le proporcione un derecho de paso) y descargar a una caja común, solucionando de esta manera el problema de la elevación (véase figura 19b).

El RAS 2000 En el articulo D.3.2.6 reglamenta que las redes de recolección y evacuación de aguas residuales, para sistemas simplificados. El diámetro interno real mínimo permitido es de 150 mm (6plg), requiriéndose una justificación detallada por parte del diseñador. Cuando se pretende evacuar las aguas residuales de 10 viviendas en adelante, es recomendable utilizar como diámetro mínimo 200 mm (8 pulg).

- **Elementos de inspección.**

En el alcantarillado simplificado se usan los siguientes elementos de inspección:

a) Cámaras de inspección

Los buzones simplificados son similares a los convencionales, pero con menor diámetro, la longitud de estos ha sido reducido de 1,20 a 1,50 m, que normalmente tiene el buzón convencional a 0,60 a 0,90 m. (véase figura 20a). El criterio del diseño de los buzones convencionales, de que ingrese personal para mantenimiento, ha sido eliminado debido a la poca profundidad de las redes simplificadas y la disponibilidad de modernos sistemas de limpieza. Para pequeñas alcantarillas donde la infiltración es nula, podrían ser construidos con tuberías de concreto prefabricadas o anillos de concreto con loza en el fondo. Cuando la red de alcantarillado es tendida por las calzadas, en tuberías con profundidades mayor a 1,20 m se deben instalar

buzones convencionales, un modelo recomendado y usado en países como Brasil y Bolivia es el buzón con cámara de inspección (de 1,20 ó 1,50 de diámetro) y chimenea de acceso de 0,60 m de diámetro (véase figura 20b).

Los criterios de ubicación de los buzones simplificados son similares a los empleados en el sistema convencional.

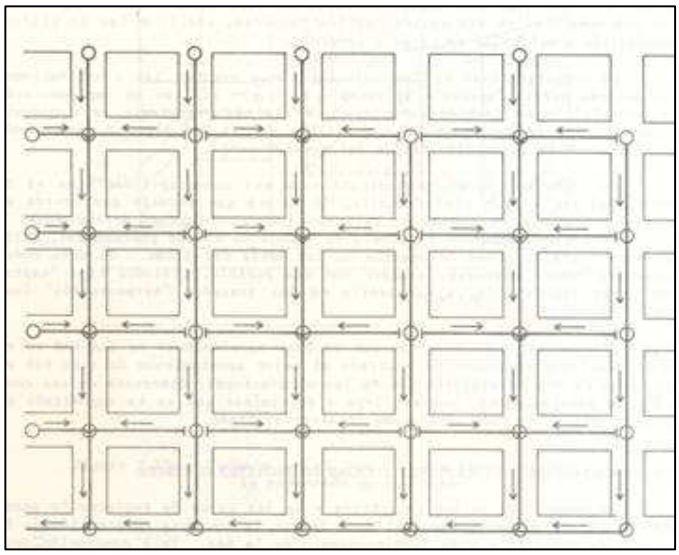


Fig.17 Trazado en forma de “espina de pez” de una RAS

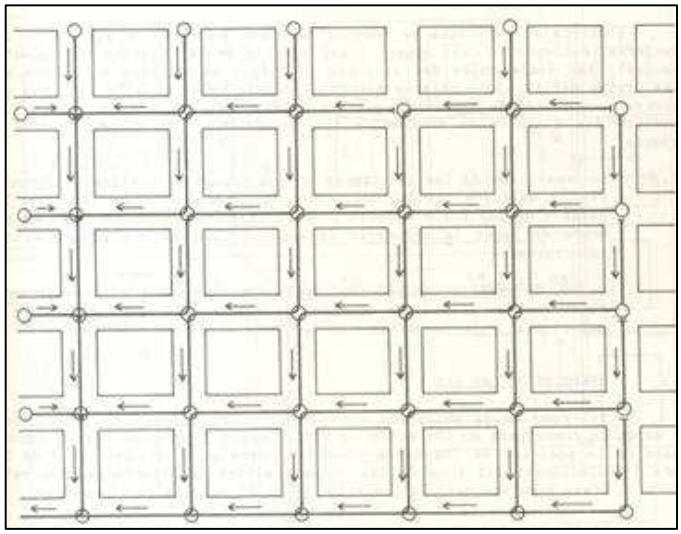
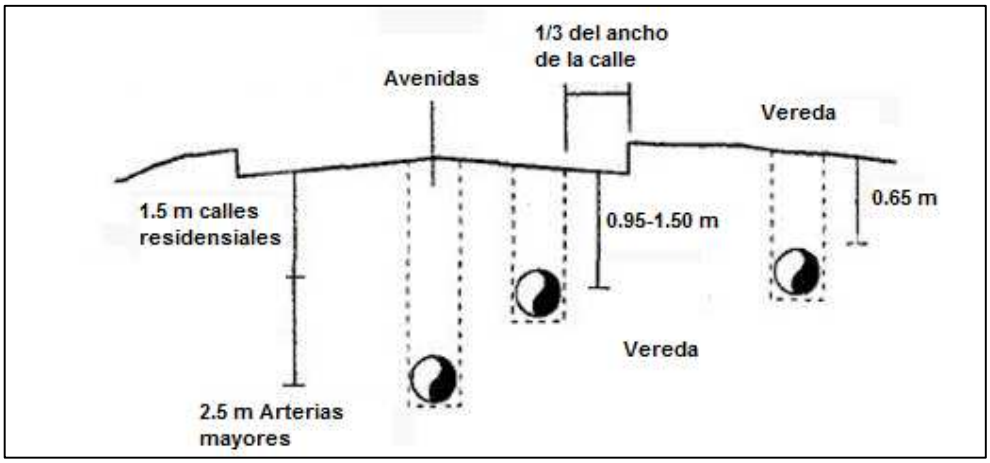


Fig.18 Trazado en forma de serpenteada de una RAS



3

Fig.19a. Mínima profundidad de alcantarillas.

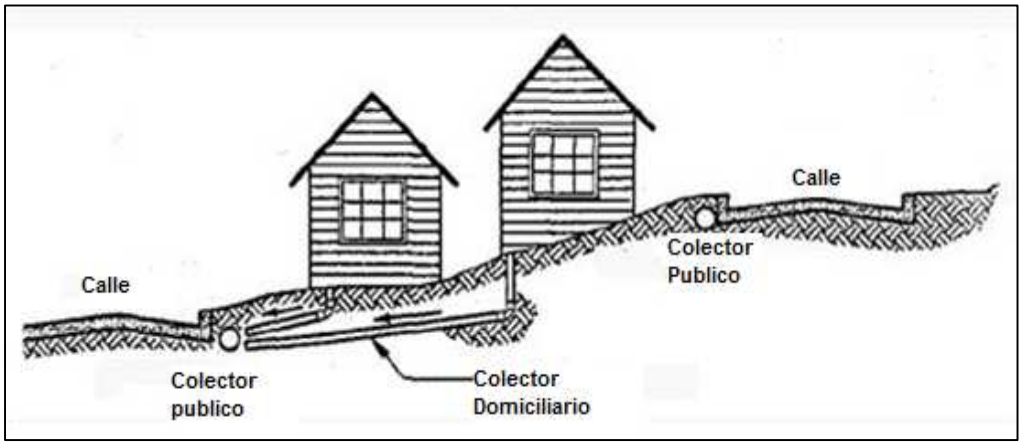
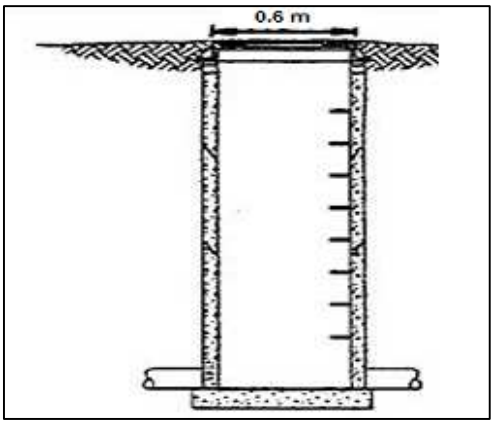


Fig.19b. Conexión a través de bloques.



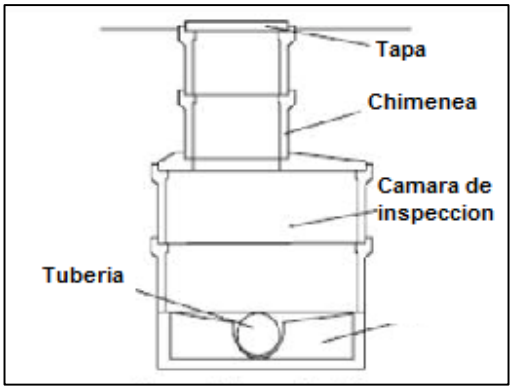


Fig.20a. Buzón simplificado.

Fig.20b Buzón con cámara y chimenea

- **Dispositivos simplificados de inspección.**

Debido a que el costo de las Cámaras de Inspección tiene una incidencia importante y muy elevada en la construcción del sistema de alcantarillado, es recomendable asumir simplificaciones en la red que están condicionadas a la disponibilidad de un equipo de mantenimiento y limpieza adecuado, sea éste mecánico o en especial de tipo hidráulico (succión-presión). Este sistema simplificado, además de reducir los costos por unidad de inspección y limpieza, permite incrementar la longitud de inspección, lo que a su vez incide en la reducción de los costos de la red de alcantarillado. El empleo de estos dispositivos ya ha sido incluido en las normas de alcantarillado de países como Brasil y Bolivia. Los accesorios simplificados de la red son los que se mencionan a continuación:

a) **Terminal de Limpieza (TL).** En los casos de redes ubicadas en las aceras, calles sin salida o vías y calles secundarias de tráfico liviano, las cámaras de arranque del alcantarillado pueden ser sustituidas por terminales de limpieza. Este terminal deberá ser construido utilizando dos Curvas de 45° (véase figura 21).

b) **Tubos de inspección y limpieza (TIL).** Pueden ser empleados en reemplazo de un buzón de inspección en los cambios de dirección, pendiente, material y diámetro, en profundidades menores a 3 m. Son elementos generalmente prefabricados (véase figura 22).

c) **Cajas de paso en cambios de dirección (CP).** En casos de calles curvas, las Cámaras de Inspección situadas anteriormente en los puntos de cambio de dirección, con hasta 45° de def lexión, pueden ser eliminadas y sustituidas por cajas de paso sin inspección. La sustitución de Cámaras de Inspección por cajas de paso, debe ser

evitada en tramos donde la pendiente de los colectores fuese inferior a 0,007 m/m (0,7 %) para tubos de 6" (150 mm) y de 0,005 m/m (0,5 %) para tubos de 8" (200 mm) (véase figura 23).

d) **Cajas de paso en cambios de pendiente.** En los casos de cambio de pendientes, y siempre que el colector no tenga una altura de tapada mayor de 3,0 m de profundidad, la Cámara de Inspección puede ser sustituida por una caja de paso.

e) **Cajas de paso en cambios de diámetro.** En los casos de cambio de diámetro en un tramo de colector, la Cámara de Inspección puede ser sustituida por una caja de paso sin inspección. Esta solución sólo puede ser adoptada para colectores con profundidad menor a 3,0 m, (véase figura 24).

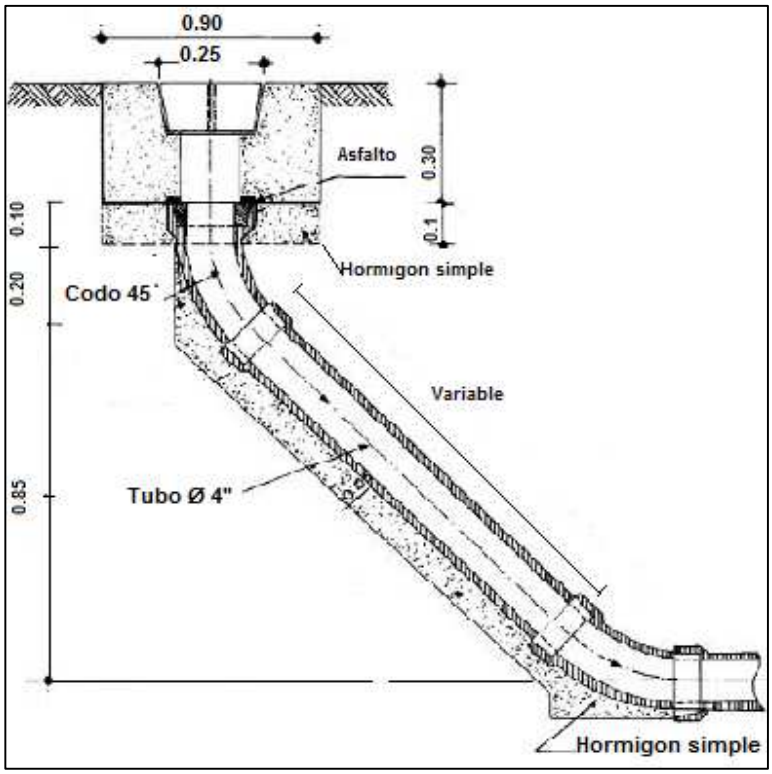


Fig.21 Terminal de limpieza (TL) con codos de 45º.

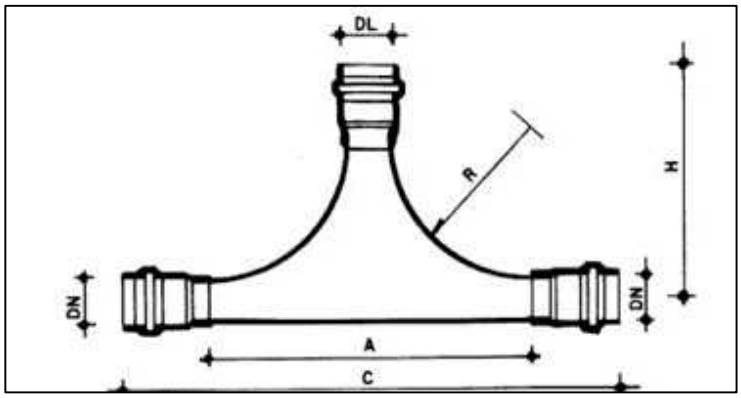


Fig.22 a Tubos de inspección y limpieza (TIL).

DN	DL	A(mm)	C(mm)	H(mm)	R(mm)
100	100	705	915	513	300
125	125	720	956	542	300
150	150	753	1039	600	300
200	250	753	1101	639	300
250	150	753	1183	686	300
300	150	753	1263	749	300

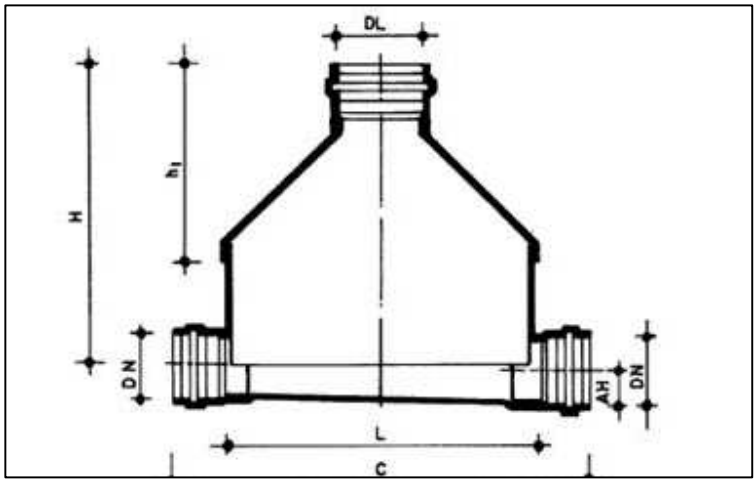
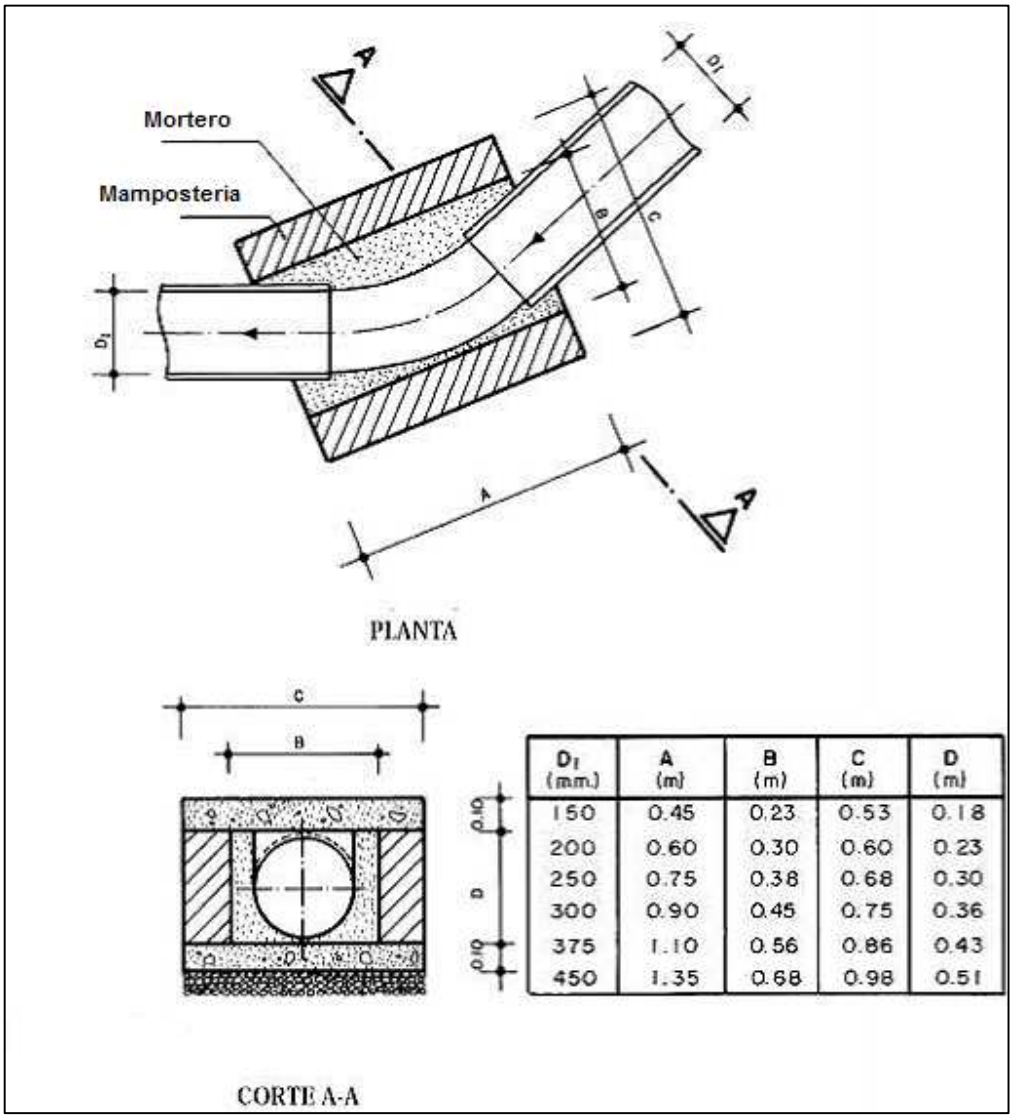


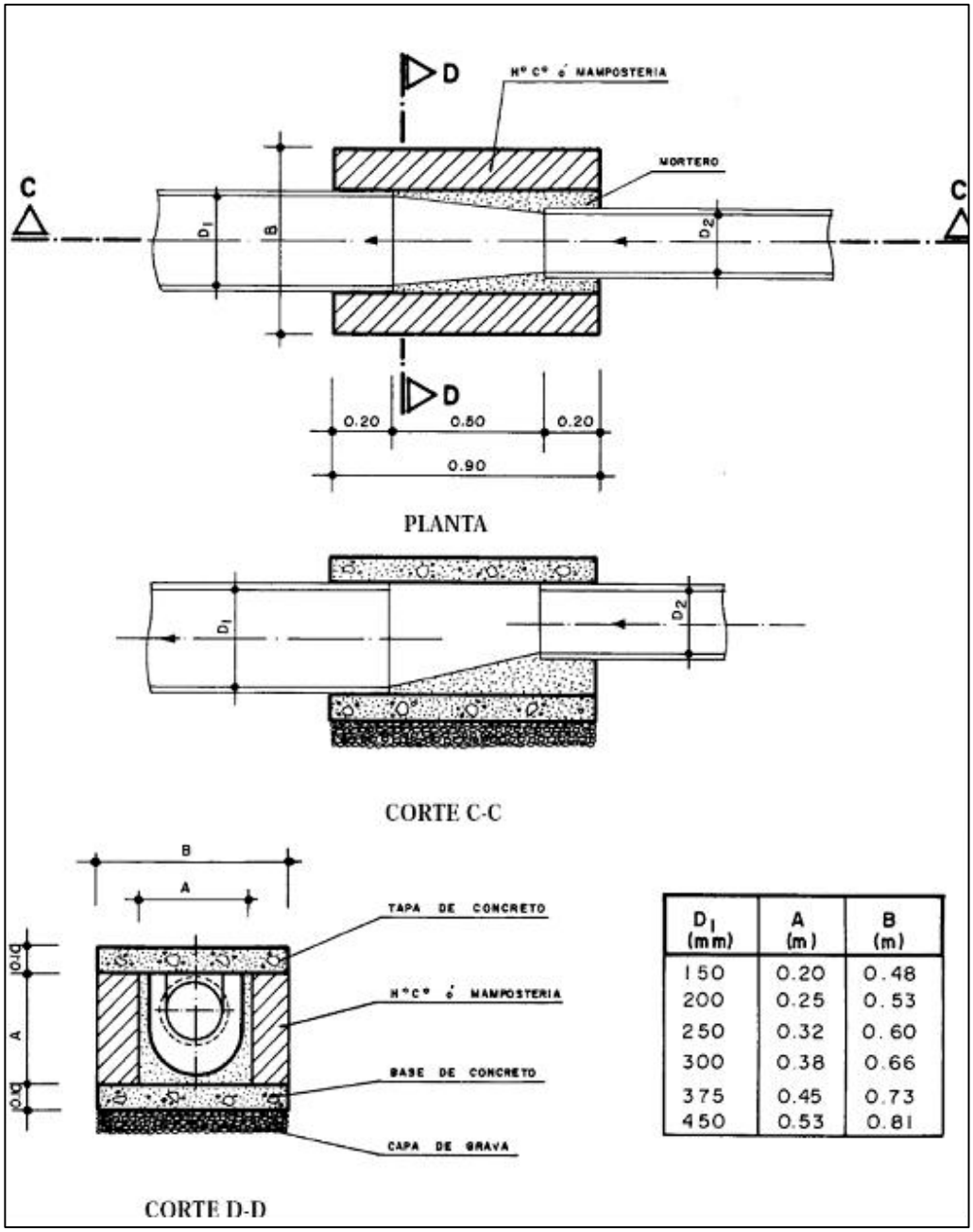
Fig.22 b Tubo de inspección y limpieza (TIL)

DN	DL	L	H	h1	AH	C
125	200	700	778	453	37	880
150	200	700	778	453	25	920
200	200	700	778	453	18	955
250	200	700	778	453	13	1025
300	200	700	778	453	9	1065



D_1 (mm.)	A (m)	B (m)	C (m)	D (m)
150	0.45	0.23	0.53	0.18
200	0.60	0.30	0.60	0.23
250	0.75	0.38	0.68	0.30
300	0.90	0.45	0.75	0.36
375	1.10	0.56	0.86	0.43
450	1.35	0.68	0.98	0.51

FIg.23 Caja de paso para cambio de dirección.



D_1 (mm)	A (m)	B (m)
150	0.20	0.48
200	0.25	0.53
250	0.32	0.60
300	0.38	0.66
375	0.45	0.73
450	0.53	0.81

Fig.24 Caja de paso para cambio de diámetro.

1.2.4.2 Parámetros de diseño

- **Velocidad mínima permisible:** 0.4 m/s
- **Velocidad máxima:** 5 m/s
- **Profundidad hidráulica:** $0.2D < h / D < 0.8D$

  Donde:

  h: nivel de agua de la tubería

  D: diámetro del tubo
- **Fuerza tractiva mínima :** $1N/m^2$
- **Pendiente mínima:**

  La pendiente mínima de las redes simplificadas y condominiales, deberá calcularse para una tensión tractiva mínima de $1N/m^2$ y para un coeficiente de Manning de 0,013, la relación aproximada que satisface esta condición es:

  $S\ min = 0.0055\ Q_i^{-0.47}$

  Donde

  S min = m/m pendiente mínima

  Q_i = flujo máximo de diseño
- **Pendiente máxima permisible:**

  La pendiente máxima admisible será calculada para la velocidad máxima permisible.

1.2.4.3 Ventajas y desventajas

Las principales ventajas del sistema son:

- Reducción de los costos de construcción, principalmente, a través de la minimización de la profundidad de las excavaciones para los colectores y el empleo de dispositivos simplificados de inspección.

- Los colectores no necesariamente son colocados en la calzada de calles o avenidas. Son proyectados por veredas o jardines. De esta manera se logra minimizar las excavaciones tanto en profundidad como en anchura.
- Los buzones costosos empleados en el alcantarillado convencional son reemplazados por elementos de inspección más simples.
- Se reducen los diámetros mínimos y el recubrimiento de los colectores.
- Con las RAS se introdujeron métodos más precisos para el cálculo y control de las condiciones de auto limpieza; el concepto de fuerza de arrastre.

1.3 ALCANTARILLADO CONVENCIONAL

Los sistemas convencionales de alcantarillado son el método más popular para la recolección y conducción de las aguas residuales. Está constituido por redes colectoras que son construidas, generalmente, en la parte central de calles y avenidas e instaladas en pendiente, permitiendo que se establezca un flujo por gravedad desde las viviendas hasta la planta de tratamiento (véase figura 25).

Otro componente de este sistema son las conexiones domiciliarias que se conecta con la red de desagüe de las viviendas, con la finalidad de transportar las aguas residuales desde ellas a las alcantarillas más cercanas. El componente complementario más importante son los buzones de inspección, que se ubican principalmente en la intersección de colectores, en el comienzo de todo colector y en los tramos rectos de colectores a una distancia hasta de 300 m. La principal función de estas cámaras es la limpieza de los colectores para evitar su obstrucción.

Los colectores son generalmente de 200 mm o mayor, y son normalmente instalados a una profundidad mínima de 1 m.

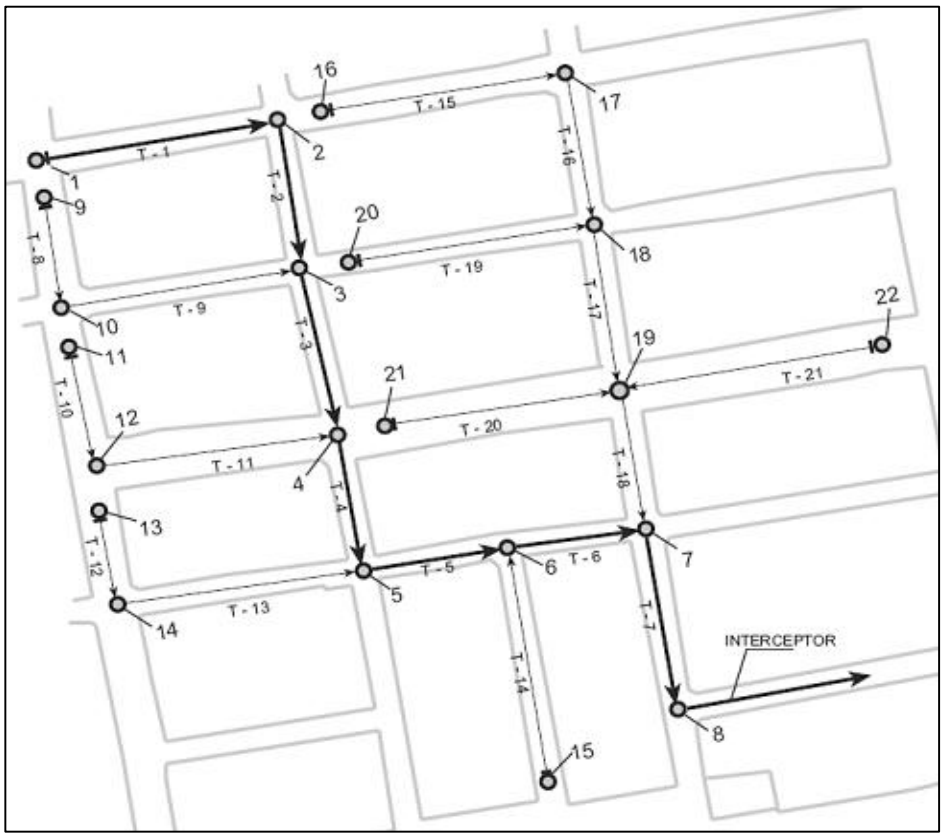


Fig. 25 Esquema de una red de alcantarillado convencional

Fig.26 cámara de inspección

Fig.27 encofrados de protección

1.3.1 Componentes del sistema

1.3.1.1 Conexión domiciliaria

La conexión domiciliaria deberá tener los siguientes componentes:

- El elemento de reunión constituido por una caja de registro cuyas dimensiones son especificadas en el tabla 5.
- El elemento de conducción conformado por una tubería con una pendiente mínima de 15 por mil (acometida)
- El elemento de empalme o empotramiento constituido por un accesorio de empalme que permita libre descarga sobre la clave del tubo colector. Se deberá ubicar a una distancia entre 1,20 a 2,00 m de la línea de propiedad, izquierda o derecha.

El diámetro mínimo de la conexión será 100 mm.

1.3.1.2 Tuberías

a) Ubicación

Para efectuar el diseño del trazo definitivo de las tuberías, previamente se fijarán las secciones transversales de todas las calles del proyecto, con la ubicación acotada y a escala de todos los servicios públicos de electricidad, teléfonos, agua, desagüe, canales de regadío, etc., tanto existente como proyectado. A continuación se describen los criterios más importantes para la ubicación de las tuberías:

- En las calles de 20 m de ancho o menos se proyectará una línea de alcantarillado de preferencia en el eje de la calle.
- En las calles o avenidas de más de 20 m. de ancho, se proyectarán dos líneas de alcantarillado, una a cada lado de la vía, salvo el caso de que se justifique la instalación de una sola línea.
- Si el ancho de la vereda lo permite y no hay interferencia con otros servicios públicos, la tubería de alcantarillado podrá ubicarse en ella, pero la distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente al tubo, deberá ser como mínimo 2,0 m.
- La distancia mínima a cables eléctricos, telefónicos u otras instalaciones, será de 1,0 m en la dirección horizontal y de 0.3m en la dirección vertical.

b) Profundidad mínima

Los colectores se proyectarán a una profundidad tal, que asegure satisfacer la más desfavorable de las siguientes condiciones:

- La profundidad requerida para prever el drenaje de todas las áreas vecinas.
- La profundidad necesaria para no interferir con otros servicios públicos existentes o proyectados, ubicados principalmente en las calles transversales a la línea del colector
- Un recubrimiento mínimo de 1 m. sobre la clave del colector en relación con el nivel de la calzada; salvo vías peatonales en que el recubrimiento podrá ser menor.
- Asegurar el drenaje de todos los lotes que den frente a la calle en la que estará ubicado el colector, considerando que por lo menos las dos terceras (2/3) partes de cada lote, en profundidad, pueda descargar por gravedad, partiendo la instalación anterior con 0,30 m. por debajo

del nivel del terreno y con una pendiente mínima de veinte por mil (20‰).

En vías peatonales pueden reducirse la distancia entre las tuberías, y entre estas y los limites de propiedad, así como los recubrimientos, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o ruptura.
- Se utilicen tuberías de calidad que garantice que no se producirán filtraciones.
- Las vías peatonales diseñadas presenten elementos (bancas, jardines, etc.), que impidan el paso de vehículos.

c) Profundidad máxima

La profundidad máxima será aquella que no ofrezca dificultades constructivas, de acuerdo al tipo de suelo y que no obligue al tendido de alcantarillas auxiliares. La profundidad máxima admisible recomendada, será de 5,0 m.

1.3.1.3 Cámaras de inspección

Las cámaras de inspección serán ubicadas en la línea de alcantarillado para facilitar la limpieza y mantenimiento de las redes y evitar que se obstruyan debido a una acumulación excesiva de sedimentos.

a) Ubicación

Se proyectarán cámaras de inspección en los siguientes casos:

- En el inicio de todo colector.
- En todos los empalmes de los colectores.
- En los cambios de dirección.
- En los cambios de pendiente.
- En los cambios de diámetro, con un diseño tal que las tuberías coincidan en la clave cuando el cambio sea de menor a mayor diámetro, y en el fondo cuando el cambio sea de mayor a menor diámetro.
- En los cambios de material.
- En los puntos donde se diseñan caídas en los colectores.
- En todo lugar que sea necesario por razones de inspección y limpieza.
- En cada cámara de inspección se admite solamente una salida de colector.

b) Separación máxima

La separación máxima entre las cámaras de inspección será:

- Para tuberías de 200 a 250 mm: 100 m.
- Para tuberías de 300 a 600 mm: 150 m.
- Para tuberías de mayores diámetros: 250 m.

Otro criterio que podría considerarse en los diseños, es el que considera la Separación de las cámaras de inspección en función a la utilización de equipos y métodos de limpieza, sean estos manuales o mecanizados:

- Si se utiliza equipo manual como ser varillas flexibles y sus respectivos accesorios, la distancia entre cámaras podrá ser de 100 a 120 m.

- Si se utiliza equipo mecánico (Sewer Roder), la distancia entre cámaras puede llegar a 200 m

c) **Tipos**

- **Cajas de inspección o buzonetas.** Se deberán emplear solo en vías peatonales cuando la profundidad sea tal que permita recubrimiento menor de 1 m sobre la clave del tubo. Sus dimensiones serán determinadas de acuerdo a los diámetros y profundidad de las tuberías, tal como especifica la tabla 5. La distancia entre caja y caja no será mayor a 15,0 m

- **Buzones.** Se deberán emplear cuando la profundidad sea tal que permita recubrimiento mínimo de 1 m. sobre la clave del tubo. El diámetro interior de los buzones será 1.20 m. para tuberías de hasta de 800 mm de diámetro y de 1,50 m. para tuberías hasta de 1200 mm de diámetro. Los buzones podrán ser prefabricados o construidos en obra. El techo será una loza removible de concreto armado y llevara una abertura de acceso de 0,60 m de diámetro.

Tabla 5. Dimensiones de cajas de registro

Dimensiones interiores (m)	Diámetro máximo (mm)	Profundidad máxima (m)
0.25 x 0.50	**100**	**0.60**
0.30 x 0.60	**150**	**0.80**
0.45 x 0.60	**150**	**1.00**
0.60 x 0.60	**200**	**1.20**

1.3.2 Parámetros de diseño

- **Velocidad mínima permisible**

  La determinación de la velocidad mínima del flujo reviste fundamenta importancia, pues permite verificar la autolimpieza de las alcantarillas

en las horas, cuando el caudal de aguas residuales es mínimo y el potencial de deposición de sólidos en la red es máximo. La velocidad mínima será entonces de 0.45 m/s

- **velocidad máxima**

  Se recomienda que la velocidad máxima real no sobrepase 5 m/s. Los valores mayores deben justificarse apropiadamente para ser aceptados por la empresa prestadora del servicio.

- **Profundidad hidráulica máxima**

  Para permitir aireación adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe estar entre 70 y 85% del diámetro real de éste.

- **Tensión tractiva mínima**

  1,5 N/m^2 (0,15 Kg/m^2)

- **Pendiente mínima**

  El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquel que permita tener condiciones de autolimpieza y de control de gases.

- **Pendiente máxima**

  El valor de la pendiente máxima admisible es aquel para el cual se tenga una velocidad máxima real.

- **Diámetro mínimo de alcantarillas**

  Los criterios de diseño de las redes convencionales especifican que el diámetro mínimo de las alcantarillas será 200 mm (8”).

1.3.3 Ventajas y desventajas

Las principales ventajas del sistema son:

- Se aplica en zonas de densidad poblacional alta

- No requiere de ampliación de áreas construidas contrario a los no convencionales que si requieren algunos.
- no se necesita de trabajos preliminares y permanentes tan exigentes con la comunidad ya que es el sistema más popular que existe.

Las principales desventajas del sistema se encuentran en las zonas rurales y las zonas periurbana de escasos recursos, entre las desventajas más significativas están:

- Los colectores son instalados a grandes profundidades, demandando excavaciones muy profundas que incrementa notablemente los costos de construcción.
- Es necesario utilizar cámaras de inspección profundas de costo de construcción elevado, que se incrementan por mayor excavación, ver figura 26
- mayor utilización de encofrados y/o empleo de bombeo para bajar el nivel freático. Ver figura 27
- Las viviendas situadas a una cota inferior que la calle tendrán dificultades para descargar sus aguas residuales por gravedad.

CAPITULO II

2. ANALISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADOS

2.1 CUADRO COMPARATIVO

CARACTERISTICAS FISICAS Y DE DISEÑO (COMPARACIONES)				
CARACTERISTICAS FISICAS	**ASAS**	**SISTEMA CONVENCIONAL**	**RAS(RES, BRASIL)**	**SISTEMA CONDOMINIAL**
1) LOCALIZACIÓN DE REDES	ANDENES	EJES DE VIAS	ANDENES	LOTES
2) PROFUNDIDAD TUBERÍAS	0.25M ANDENES 0.10M, VIAS (CON RECUBRIMIENTO DE CONCRETO)	0.80-1.00M VIAS 060- 0.80M OTROS	0.9+D CALLES 0.65+D CAMINOS D= diámetro del tubo	POCO PROFUNDOS
3) BOCAS DE ACCESO	CAJAS DOMICILIARES O DE EMPALME	CAMARAS DE INSPECCION (MANUALES)	TUBOS DE INSPECCION (TUBO DE LIMPIEZA TIL)	CAJAS SUPERFICIALES DE INSPECCION
4) CAJAS DOMICILIARIAS	LLANAS	PROFUNDAS	LLANAS	LLANAS
5) EXIGENCIA DEL CONSUMO DE AGUA	BAJO	ALTO	ALTO	ALTO
6) DESCARGA FINAL	DISPERSA	CONCENTRADA	CONCENTRADA	CONCENTRADA
7) POSIBILIDADES AUTOCONSTRUCCIÓN				
a) EXCAVACION Y RELLENOS	SI	NO	NO	NO
b) REDES	SI (SUPERVISADO)	NO RECOMENDADO	NO	NO
c) POZOS SÉPTICOS	SI (SUPERVISADO)	NOAPLICA	NO APLICA	NO APLICA
d) CAJAS DE INSPECCION	SI (SUPERVISADO)	SI(SUPERVISADO)	NO	NO
e) CAMARAS DE INSPECCION	SI (SUPERVISADO)	SI(SUPERVISADO)	NO	NO
8) VIDA UTIL	IGUAL AL SISTEMA CONVENCIONAL	DEPENDE DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD	IGUAL AL CONVENCIONAL	IGUAL AL CONVECIONAL

CARACTERISTICA FISICAS	ASAS	SISTEMA CONVENCIONAL	RAS(RES, BRASIL)	SISTEMA CONDOMINIAL
9) REQUERIMIENTO DEL TRATAMIENTO	MENORES(TIENE TRATAMIENTO	COMPLETAS	COMPLETAS	COMPLETAS
10) OPCIONESPARA TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES	- LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN - FILTROS HIDROPÓNICOS - ACUACULTIVOS - FILTROS ANAERÓBICOS - HUMEDALES - RIEGO	LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN (LAGUNAS ANAERÓBICAS)	LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN (LAGUNAS ANAERÓBICAS)	LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN
CARACTERISTICA DE DISEÑO	**ASAS**	**SISTEMA CONVENCIONAL**	**RAS(RES, BRASIL)**	**SISTEMA CONDOMINIAL**
1) DIÁMETRO MINIMO	2” ASAS COLOMBIA 4” RAD BRASIL	8” 6” OCASIONALMENTE	6”	6” (COLECTOR PUBLICO) 4” (DOMICILIARIA
2) PENDIENTE MÍNIMA	0.1% ADMITE ONDULACIONES EN UN TRAMO SIN PASAR LA LINEA PIEZOMETRICA	DEPENDE DE LA VELOCIDAD MINIMA	DEPENDE DE LA VELOCIDAD MINIMA	DEPENDE DE LA VELOCIDAD MINIMA
3) PENDIENTE MÁXIMA	DE ACUERDO CON LA VELOCIDAD MÁXIMA	DE ACUERDO CON LA VELOCIDAD MÁXIMA	DE ACUERDO CON LA VELOCIDAD MÁXIMA	DE ACUERDO CON LA VELOCIDAD MÁXIMA
4) VELOCIDAD MINIMA (m/s)	0.20	0.45	0.40	0.40
5) VELOCIDAD MÁXIMA(m/s)	5	5	4.50-5.0	4.50-5.0
6) REGIMEN DE FLUJO (SECCION MOJADA)	TUBO LLENO	PARCIALMENTE (0.2D-0.8D*IDEAL)	PARCIALMENTE (0.2D-0.75D)	PARCIALMENTE (0.2D-0.75D)
7) UNIDAD DE DISEÑO	VIVIENDA	POBLACIÓN	VIVIENDA	VIVIENDA

CARACTERISTICA DE DISEÑO	ASAS	SISTEMA CONVENCIONAL	RAS(RES, BRASIL)	SISTEMA CONDOMINIAL
8) CAUDAL DE DISEÑO	DESCARGA MAX DE VIVIENDA INSTANTÁNEA(0.328 l/s) (INDEPENDIENTE DEL NUMERO DE OCUPANTES)	MEDIA DIARIA POR PERSONA	DESCARGA MÁXIMA INSTANTÁNEA HORARIA	DESCARGA MÁXIMA INSTANTÁNEA HORARIA
9) SISTEMA ACUMULATIVO	FACTOR DE SIMULTANEIDAD SOBRE NUMERO DE VIVIENDAS	FACTOR PICO HORARIO (BABBIT HARMAN)	FACTOR PICO HORARIO (BABBIT HARMAN)	FACTOR PICO HORARIO (BABBIT HARMAN)
10) COMPOSICIÓN DEL CAUDAL BASICO DE DISEÑO:				
a) CONS AGUA PERC (L/HAB/DIA)	NO	SI	60-90 L/s	
b) NUMERO DE HABITANTES	NO	SI		
c) PORCENTAJE DE RETORNO	(+/- 90%)	70-90 %	0.80%	0.80%
d) NUMEROS DE APARATO SANITARIOS	SI	SI(INDIRECTAMENTE)	SI(INDIRECTAMENTE)	SI(INDIRECTAMENTE)
11) OTROS CAUDALES				
a) INFILTRACIÓN - SOBRE NIVEL FREÁTICO - BAJO NIVEL FREATICO	GRES- PVC 0.1 0.05(L/s/H) 0.2 0.1(L/S/H)	0.1-0.3 (L/S/H) 0.1-0.3 (L/S/H)	0.1-0.3 (L/S/H) 0.1-0.3 (L/S/H)	0.1-0.3 (L/S/H) 0.1-0.3 (L/S/H)
b) CONEXIONES ERRADAS AGUAS LLUVIAS	GRES PVC 0.5 0.5 (L/S/HA)	0.1-0.2 (L/S/HA) CON SIST PLUVIAL 2.0-2.0 SIN SIST PLUVIAL	0.1-0.2 (L/S/HA) CON SIST PLUVIAL 2.0-2.0 SIN SISTEMA PLUVIAL	0.1-0.2 (L/S/HA) CON SIST PLUVIAL 2.0-2.0 SIN SISTEMA PLUVIAL
12) FORMULA HIDRÁULICA	MANNING	MANNING	MANNING	MANNING
13) FUERZA TRACTIVA	0.1Kg/m^2	0.12Kg/m^2	0.1Kg/m^2	0.1Kg/m^2

2.2 ANÁLISIS DE COSTOS

2.2.1 Alcantarillado decantado

Tabla 1 – Alcantarillado sin arrastre de sólidos (ASAS), Colombia

Corregimiento	Población Atendida (hab)	Costo de Inversión Total (US$)*	Costo Unitario (US$/hab)*
Granada, Sincé, Sucre	2.391	468,396.90	195.90
Pasacaballos, San Zenón, Magdalena	2.600	266,110.00	102.35

Costos obtenidos por el Ministerio de Desarrollo Económico, Colombia, 1996
Nota: Promedio para sistemas de alcantarillados convencionales sin tratamiento en Colombia: US$ 110/hab.

Los costos en granada parecen ser mayores, pero lo que ocurrió fue que en el proyecto contemplaron la construcción de baños y lavaderos para el buen funcionamiento del sistema lo que trajo consigo un mayor costo per cápita.

Nota: Los costos de capital por sí solos no bastan para determinar el costo de un sistema, ya que el funcionamiento y conservación de algunos sistemas son más caros que los de otros. Hay que calcular los costos totales de capital, operación y conservación para determinar la cantidad que debe facturarse por el servicio y establecer si resulta asequible a las familias. Si el costo mensual del saneamiento supera 5% del ingreso familiar, hay que considerarlo inasequible. La mayor parte de las alternativas de saneamiento

de bajo costo resultan asequibles incluso a las comunidades más pobres, especialmente a las urbanas. [3]

2.2.2 Alcantarillado condominial

Los costos recientes de implantación de obras de alcantarillados condominiales en Brasil, de acuerdo al Ing. Pery Nazareth (1998), son los siguientes:

- Ramales condominiales US$ 15 a US$ 18/m
- Redes públicas US$ 20 a US$ 35/m
- Sistema colector (población de saturación) US$ 30 a US$ 60/hab.

Las inversiones se dividen así:

- Redes públicas 40% a 50% de la inversión
- Ramales condominiales 50% a 60% de la inversión.

También se verifica, del punto de vista de los indicadores físicos del sistema en Brasil, la siguiente relación aproximada: 2 metros de ramal condominial por 1 metro de red pública.

Observadas las condiciones generales descriptas, para barrios y ciudades con perfil residencial y densidad de ocupación entre 100 a 200 hab/ha, sin edificios de apartamentos, las inversiones para implantación del sistema colector condominial podrán ser estimadas en: US$ 55 a US$ 75/hab o US$ 310 a US$ 420/familia.

[3] http://www.disaster-info.net/col-ops/saludambiente/Medellin99.htm

Se estima que la implantación de un sistema colector convencional, en las mismas condiciones descriptas con anterioridad, costaría entre 60 a 150% a más, o sea, US$ 88 a US$ 188/hab o US$ 496 a US$ 1,050/familia.

Para condiciones más generales, el límite de inversiones para el sistema de alcantarillado convencional que es admitido en Brasil es de US$ 270/hab. O US$ 1,500/familia.

Tabla 3 – Alcantarillado condominial, Noreste Brasil

Municipio	**Costos de inversión per cápita**
Natal – Rio Grande do Norte	US$ 75 / hab
Parelhas – Rio Grande do Norte	US$ 105 / hab
Recife – Pernambuco	US$ 100 / hab
Petrolina – Pernambuco	US$ 80 / hab

Costos obtenidos por la CAERN, Río Grande do Norte y la COMPESA, Pernambuco, Brasil, 1989
Nota: Promedio para sistemas de alcantarillados convencionales sin tratamiento en Brasil: $ 270/hab. O US$ 1,500/familia

2.2.3 Alcantarillado simplificado

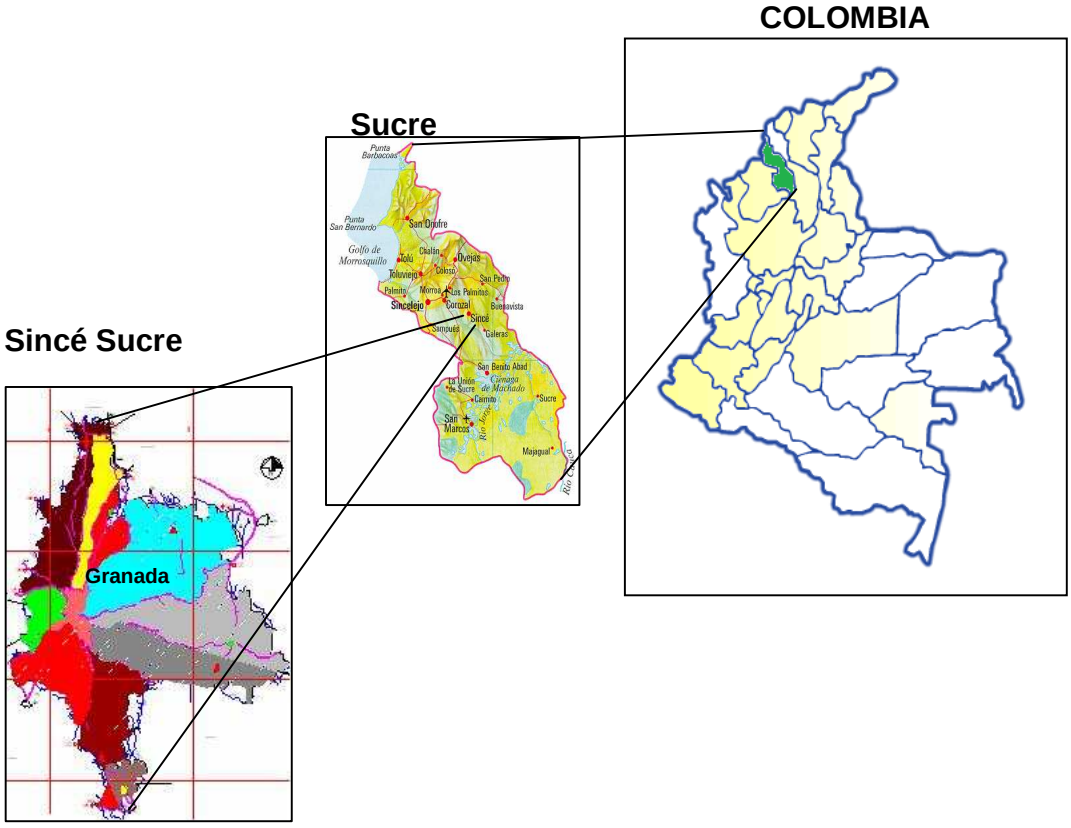
El costo per cápita del RAS de Altos de Menga (Cali-Colombia) (US$ 61) es menor que el estimado por Planeación Nacional para alcantarillados Urbanos (US$ 88.7) (DNP, 1991). En Brasil, los costos para el alcantarillado simplificado varían entre US$ 80 -150 por persona.

2.3 SISTEMA NO CONVENCIONALES EN LA REGIÓN.

2.3.2 Alcantarillado sin arrastre de sólidos "ASAS" En Granada Sucre

Localización general

Granada es un corregimiento que pertenece al municipio de Sincé Sucre, ubicado en el centro del departamento, el clima es cálido, con temperaturas medias entre 27℃ y 30℃, el sector agropecuario co nstituye la base de la economía, en especial la actividad pecuaria dedicada a la cría y engorde de bovinos, tiene una población estimada en 4000 habitantes, que ocupan un total de 700 viviendas distribuidas en dos vertientes que dividen el pueblo por la mitad,



Antecedentes

Con la implementación del alcantarillado sin arrastre sólidos (ASAS) en la zona sur oriental del municipio de Cartagena Bolívar y el corregimiento de pasacaballo en el mismo municipio, los cuales se construyeron en diciembre de 1981 y se pusieron en funcionamiento en enero de 1982, cuyo gran problema era, una vasta extensión muy plana, de 6.5 km. de longitud por 400 m. de ancho promedio, a muy poca altura sobre el nivel de la ciénaga, de muy escasa capacidad de soporte del suelo (0.1 a 0.2 kg/cm^2), muy plástico, de muy alto nivel freático y prácticamente impermeable. La solución mas favorable fue la de implementar el ASAS, ya que el convencional se hacia más costoso por las condiciones anteriormente mencionadas sabiendo que estos funcionan por gravedad.

El Gobierno de Colombia por intermedio del Programa Holanda-PAS y con el apoyo financiero del gobierno de los países bajos y los municipios involucrados, adelantó la implementación del asas como una tecnología que podría aplicarse en el país, y del que hacen parte los proyectos piloto de San Zenón, departamento del Magdalena y en el corregimiento de Granada del municipio de Sincé, en el departamento de Sucre ejecutados en los años comprendidos entre 1994 y 1995.

Construcción

El proyecto consistió en la construcción del alcantarillado tipo ASAS para la localidad de Granada Sucre, en el cual se logro una cobertura total del 95% de la población para el año de 1994, cuando la población era de 2600 habitantes. Actualmente se ha conservado esta cobertura lo que indica que el proyecto ha tenido buena aceptación por parte de los pobladores, del proyecto hicieron parte la construcción de un baño tipo, conexión domiciliaria,

tanque interceptor, redes colectoras, registro de inspección y limpieza, cunetas de protección, y lagunas facultativas.

- **Conexión domiciliaria:** hace parte de esta la construcción de un baño tipo, dotado de un lavamanos, una tasa campesina con sus respectivas tuberías de conexión al tanque séptico, y la que va del tanque séptico a la red colectora. Ver figura 29

Fig. 29 conexión domiciliaria, foto tomada en granada sucre

- **Tanque séptico:** se construyo en mampostería estructural, con dimensiones de:

Largo=1.70m Ancho=0.70m Profundidad= 1.20m Como muestra la figura 29.

Fig. 30 tanque interceptor, foto tomada en granada sucre

- **Colectores:** la tubería utilizada es de PVC con diámetros de 2, 3 y 4 pulgadas enterradas a una profundidad mínima de 0.25m al comienzo de las redes y de 1.5 m en el colector final, Para proteger las tuberías se hizo el estudio de drenajes y se construyeron cunetas exactamente encima de las tuberías cumpliendo la doble función de conducir las aguas lluvias y al mismo tiempo servir de protección a las tuberías como se muestra en la figura 31.

Fig. 31 ubicaciones de los colectores y cunetas de protección

- **Registros de inspección y limpieza:** los registros se ubicaron en las afueras de cada vivienda, en la intercepción con la red principal, en las esquinas como muestra la figura 31 y 32 y cuyas dimensiones son de 0.4m x 0.4m hasta 0.70m de profundidad, y de 0.70m x 0.70m con profundidad de 1m.

Fig. 32 registros a las afueras de cada vivienda

- **Tratamiento de las aguas residuales:** Se construyeron dos lagunas facultativas a cada lado de las vertientes del pueblo y cuyas dimensiones son 20m x 50m por 2m de profundidad. Ver figura 32

Fig. 33 lagunas facultativas en granada sucre

BIBLIOGRAFIAS

- Cinara. (1996). Memorias del Curso Internacional en Sistemas de Alcantarillado. Instituto Cinara. Colombia.

- Ministerio de Desarrollo Económico (1995). Alcantarillados de Flujo Decantado. Guías técnicas. Colombia.

- Ministerio del medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Gestión para el manejo de las Aguas Residuales Municipales. 2005 10 p.

- RAS 2000. Reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico

- Rizo Pombo, Jorge Enrique. Asas; una nueva solución de saneamiento. Acodal, 28 (124):441-68, Mayo – Ago. 1985.

Sitios web:

- http://www.cepis.ops-oms.org

- http://www.col.ops-oms.org

- http://www.minambiente.gov.co