

Anexo se encuentran las especificaciones técnicas HDL-ESP-IB-301, las cuales se realizaron una vez se tenían las actividades a desarrollar. Estas especificaciones son de gran importante ya que definen los materiales, equipos y formas de pago para cada actividad, luego es de gran ayuda tanto para el constructor como para la supervisión.

## 7. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

Partimos de que ya definimos las actividades y las unidades de medida a utilizar y vamos a generar una memoria de cantidades de Obra, cada cantidad del presupuesto debe tener un soporte en la memoria, la cual nos permitirá hacer revisiones y recálculos de ser necesario y se convertirán en referencias a la hora de pagar los roles o actas.

A partir de establecido en el diseño, con sus resultados, realizamos un análisis de las actividades que se van a desarrollar y se determinan las cantidades de cada actividad para así establecer un presupuesto. Para nuestro proyecto se realizó un presupuesto por cada colector, los cuales están adjuntos HDL-PRES-ML-401.

## 8. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRAS

El cronograma de actividades es un programa de obra donde se plasma el calendario de ejecución o tiempo de cada actividad prevista, para nuestro proyecto se realizaron cronograma de actividades para cada colector semanalmente y flujo de caja por valor de manera el constructor tenga un programa de inversión base.

## 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### COLECTOR URIBE URIBE

El diseño del colector Uribe Uribe, servirá para conectar las viviendas que en este momento están descargando al río Combeima, de igual manera se suprimirá una red que descarga directamente al río Combeima logrando así llevar todas las aguas residuales aledañas al colector Guadaleja a este mismo colector que posteriormente será direccionado a un sistema de tratamiento.

El diseño se realizó para caudales de aguas residuales generadas por los usuarios del sector barrio Uribe Uribe, no está diseñado para caudales de aguas lluvias.

El diseño cumple con los parámetros establecidos en el RAS 2000 y resolución 0330 de 2017 para sistemas de alcantarillado sanitario.

La longitud del colector diseñado Uribe Uribe equivale a 274,6 metros y se construirán 47 domiciliarias en promedio de 9 metros cada una.

El material seleccionado para el colector será PVC Corrugado para Alcantarillado con diámetro nominal de 300 mm.

La línea diseñada deberá transportar un caudal máximo de 9 l/s.

Para las condiciones de caudal máximo se cumple con las recomendaciones de velocidad mínima y máxima, así como con la relación de altura de flujo respecto al diámetro en cada tramo del colector.

### COLECTORES AVENIDA MIROLINDO

El diseño de los colectores avenida Mirolindo, servirán para conectar los usuarios tanto comerciales como industriales que en este momento están descargando al aire libre sus aguas residuales, generando problemas de contaminación, de tal manera que se llevaran al colector las Quintas y posteriormente a un tratamiento adecuado.

El diseño se realizó para caudales de aguas residuales generadas por los usuarios comerciales e industriales del sector avenida Mirolindo, no está diseñado para caudales de aguas lluvias.

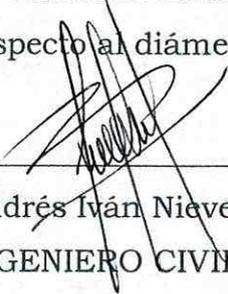
El diseño cumple con los parámetros establecidos en el RAS 2000 y resolución 0330 de 2017 para sistemas de alcantarillado sanitario.

La longitud de los colectores diseñados en el sector Avenida Mirolindo equivalen a 4018,9 metros y se construirán 100 domiciliarias en promedio de 12 metros cada una.

El material seleccionado para los colectores será PVC Corrugado para Alcantarillado con diámetro nominal entre 200 y 300 mm.

De los colectores diseñados el colector (1) uno es el que debe transportar un caudal máximo de 25,49 l/s, en una red de diámetro de 8".

Para las condiciones de caudal máximo se cumple con las recomendaciones de velocidad mínima y máxima, así como con la relación de altura de flujo respecto al diámetro en cada tramo de los colectores.

  
\_\_\_\_\_  
Andrés Iván Nieves Prieto

INGENIERO CIVIL

COORDINADOR DE LA CONSULTORÍA

HIDROCOL INGENIERIA SAS

[Hidrocolingenieria@gmail.com](mailto:Hidrocolingenieria@gmail.com)

Tel: 3008063846



CONSULTORIA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS AL  
DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE  
INTERCONEXIONES Y MANIJAS DE LA RED  
DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
SANITARIO PARA LAS ZONAS ALEDAÑAS DEL  
COLECTOR LAS QUINTAS Y COLECTOR LA  
GUADALEJA DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ



# **INFORME DISEÑO HIDRAULICO**

## **COLECTOR URIBE URIBE**

2022

PRODUCTO III

- INFORME DISEÑO HIDRÁULICO  
COLECTOR BARRIO URIBE URIBE



CONSULTORIA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS AL  
DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE  
INTERCONEXIONES YO MANIJAS DE LA  
RED DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
SANITARIO PARA LAS ZONAS ALEDAÑAS  
DEL COLECTOR LAS QUINTAS Y COLECTOR  
LA GUADALEJA DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ

HIDROING SAS

EMPRESA IBAGUEREÑA DE

ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

IBAL S.A. E.S.P.

## Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	JUSTIFICACIÓN.....	6
3.	LOCALIZACIÓN .....	7
4.	DISEÑO HIDRAULICO.....	8
4.1.	PARÁMETROS HIDRÁULICOS DE DISEÑO.....	9
4.2.	CAUDALES SANITARIOS .....	10
	Caudal de conexiones erradas (l/s) .....	10
	Caudal por infiltración (l/s) .....	11
	Caudal medio (l/s) .....	11
	Caudal máximo horario (l/s).....	11
	Caudal de evaluación hidráulica (l/s) .....	12
4.3.	DISEÑO HIDRAULICO DEL COLECTOR .....	13
4.4.	MODELACIÓN HIDRÁULICA.....	13
4.5.	RESULTADOS DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA .....	15
4.6.	ESTRUCTURA DE CONEXIÓN (POZO O CÁMARA DE INSPECCIÓN).....	16
5.	PROCESO CONSTRUCTIVO .....	20
5.1.	ALINEAMIENTO DE TRAMOS Y TUBERIAS.....	20
5.2.	PROFUNDIDAD MINIMA DE COLECTORES Y DISTANCIAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL ENTRE COLECTORES .....	21
5.3.	UBICACIÓN DE TUBERIAS Y ACOMETIDAS DOMICILIARIAS PARA COLECTORES .....	22
5.4.	CAJAS DE INSPECCION DOMICILIARIA .....	24
5.5.	ACOMETIDAS DOMICILIARIAS.....	28
5.6.	INSTALACIÓN DE SILLA YEE PARA ACOMETIDAS DOMICILIARIAS ...	30
5.7.	ANCHO DE ZANJA .....	32
5.8.	PROTECCION DE EXCAVACIONES.....	34
5.9.	RELLENOS.....	42
5.10.	ROTURA Y RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS, ANDENES Y SARDINELES.....	46
5.11.	CIMENTACIONES PARA TUBERÍAS .....	47
5.12.	CAMARAS O POZOS DE INSPECCIÓN.....	54

5.13. CAMARAS DE CAIDA .....	62
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	65

### Contenido de figuras

Figura 1 Localización de colector.....	7
Figura 2 Topología del modelo colector Uribe Uribe.....	14
Figura 3 Cumplimiento de los parámetros hidráulicos .....	14
Figura 4 Velocidad mínima y máxima .....	15
Figura 5 Parámetro profundidad hidráulica vs diámetro y/d .....	15
Figura 6 Resultados modelación Colector Uribe .....	16
Figura 7 Alineamiento y trazado de colectores .....	21
Figura 8 Profundidades mínimas de colectores .....	22
Figura 9 Ubicación caja y separación vertical entre colectores.....	23
Figura 10 alineación horizontal para acometidas en pavimento flexible.....	23
Figura 11 alineación horizontal para acometidas en pavimento rígido .....	24
Figura 12 vista planta caja domiciliaria .....	25
Figura 13 vista corte caja domiciliaria .....	25
Figura 14 Agarradera tipo argolla para caja domiciliaria .....	26
Figura 15 Agarradera tipo manija para caja domiciliaria .....	26
Figura 16 Planta caja domiciliaria.....	26
Figura 17 Detalle isométrico de acometidas en pavimento rígido.....	29
Figura 18 Detalles acometidos domiciliarias.....	30
Figura 19 Secciones transversales de zanjas.....	33
Figura 20 Esquema típico de entibado tipo 1 .....	34
Figura 21 Esquema típico de entibado tipo 1 <sup>a</sup> .....	35
Figura 22 Esquema típico de entibado tipo 2 .....	36
Figura 23 Esquema típico de entibado tipo 3 .....	37
Figura 24 Esquema típico de entibado tipo 1 <sup>a</sup> alternativo .....	38
Figura 25 Esquema típico de entibado tipo 2 alternativo .....	39
Figura 26 Esquema típico de pilotes en entibado.....	41
Figura 27 Cimentación típica de tubería para vías de pavimento flexible ..	48
Figura 28 Cimentación típica de tubería para vías de pavimento rígido ....	49
Figura 29 Cimentación típica de tubería para andenes .....	50
Figura 30 Cimentación típica de tubería para suelos blandos .....	51
Figura 31 Cimentación típica de tubería para profundidades iguales o menores a 0.90 m.....	52
Figura 32 Cimentación típica de tubería para pendientes entre 20% y 33% .....	53

Figura 33 Cimentación típica de tubería para vías y andenes en adoquín. 54  
Figura 34 Dimensiones básicas para los pozos o cámaras de inspección ..55  
Figura 35 Corte lateral de la placa de fondo del pozo de inspección .....57  
Figura 36 Detalle del pasa-muro del pozo.....57  
Figura 37 Detalle fleje peldaños y primera fase de fundición del cilindro del  
pozo .....58  
Figura 38. Detalle de corte muro del cilindro del pozo de inspección .....59  
Figura 39 Separación vertical entre peldaños del pozo de inspección .....59  
Figura 40 Detalle del fleje de placa superior y armazón terminado del pozo  
de inspección.....60  
Figura 41 Colocación del acero de refuerzo en la placa superior del pozo..60  
Figura 42 Medidas y forma anillo central de la placa superior del pozo .....61  
Figura 43 Detalles constructivos de placa superior del pozo de inspección  
.....61  
Figura 44 Detalles de tapa de acceso del pozo de inspección.....62  
Figura 45 Diferencia entre cota batea de llegada y de salida .....63  
Figura 46 Detalles de cámara de caída .....64

### Contenido de tabla

Tabla 1 Parámetros hidráulicos..... 9  
Tabla 2 Calculo caudal de diseño ..... 12  
Tabla 3 Diámetros de pozo según diámetro de tubería ..... 17  
Tabla 4 Proceso construcción de caja de inspección.....28  
Tabla 5 Proceso instalación silla yee.....32  
Tabla 6 Anchos de zanja para tubería PVC ..... 32

### Contenido de ecuaciones

Ecuación 1 Caudal conexiones erradas ..... 10  
Ecuación 2Caudal de infiltración ..... 11  
Ecuación 3 Caudal medio diario..... 11  
Ecuación 4 Factor de mayoración..... 11  
Ecuación 5 Caudal máximo horario ..... 12  
Ecuación 6 Caudal de diseño ..... 12

## 1. INTRODUCCIÓN

En una ciudad en constante crecimiento es importante llevar a cabo planes de expansión y mejora respecto a los servicios públicos necesarios para todos los habitantes, es así que la Empresa IBAL S.A. E.SP. OFICIAL, dentro de su alcance como empresa prestadora del servicio público de alcantarillado en su horizonte a corto, mediano y largo plazo, enmarcado dentro del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos -PSMV- de la ciudad de Ibagué, tiene como objetivo formular las soluciones integrales para la recolección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales y aguas lluvias, generando un impacto directo sobre la allá vial y fuentes hídricas de la ciudad.

Para el desarrollo del proyecto CONSULTORIA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS AL DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INTERCONEXIONES YO MANIJAS DE LA RED DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LAS ZONAS ALEDAÑAS DEL COLECTOR LAS QUINTAS Y COLECTOR LA GUADALEJA DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ, se presenta un diagnóstico que permitió el análisis del estado actual del sistema en el barrio Uribe Uribe y los componentes que hacen parte del sistema de alcantarillado sanitario. Del mismo modo se presentó dos alternativas que contemplaba suprimir el vertimiento de mayor carga en este sector y vertimientos individuales de algunas viviendas, en su evaluación se evidenciaron pros y contras de cada alternativa para lo cual se hicieron las recomendaciones pertinentes para la selección de la más favorable según las condiciones del proyecto, alternativa que, se diseña en detalle en la presente etapa.

En este informe se presenta el diseño detallado de ingeniería para la construcción de un Colector en el barrio Uribe Uribe, el cual recibirá las



**CONSULTORIA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS AL  
DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE  
INTERCONEXIONES YO MANIJAS DE LA RED  
DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
SANITARIO PARA LAS ZONAS ALEDAÑAS DEL  
COLECTOR LAS QUINTAS Y COLECTOR LA  
GUADALEJA DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ**



aguas de todas las redes del barrio Uribe Uribe así como de la parte alta de éste, y transportará el caudal residual hasta una caja de inspección del Colector La Guadaleja.

El diseño se hace teniendo en cuenta un horizonte de análisis de 25 años según lo establece la Resolución 0330 de 2017. En este informe detallamos la recolección, identificación y evaluación de la documentación obtenida, de acuerdo a nuestro proyecto, de igual manera el reconocimiento de campo y el levantamiento del catastro de las redes a conectar para el posterior diseño de alcantarillado sanitario.

Página 5 de 65

## 2. JUSTIFICACIÓN

Una vez analizada la información recolectada y hecho un diagnóstico del sistema de alcantarillado, se evidenció un vertimiento importante y otros más de manera individual de algunas viviendas del barrio Uribe Uribe al río Combeima. Estos vertimientos generan problemas de salubridad en las personas que habitan en la parte baja del barrio en especial a los niños que juegan por el sector del vertimiento. De igual manera generan olores desagradables que afectan tanto los habitantes como las especies que habitan el sector teniendo en cuenta que hay un bosque. De manera importante estos vertimientos de agua residual generan una contaminación al río Combeima por lo cual es indispensable su eliminación.

Así mismo, los colectores actuales del sistema son muy antiguos, estos tienen problemas de asentamientos y sedimentos lo que se traduce en problemas de capacidad hidráulica.

### 3. LOCALIZACIÓN

La ubicación de colector que se diseña se encuentra en el barrio Uribe Uribe en la carrera 3ª sur entre calles 35 y 37 bis, en el municipio de Ibagué.



Figura 1 Localización de colector

#### 4. DISEÑO HIDRAULICO

Para el diseño del proyecto se tuvieron como consideraciones las establecidas a partir de la normatividad vigente para el diseño de sistemas de alcantarillado convencional, en este caso, se tomará como referencia el Título 2 - Capítulo 4 de la Resolución 0330 de 2017 “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009”.

El colector a diseñar atenderá el caudal residual generado por el barrio Uribe Uribe ya que este es el único que descarga en los vertimientos encontrados aledaños al colector la Guadaleja. En el plano HDL-RS-UB-AR-102 se muestra las áreas aferentes que se utilizó para el diseño hidráulico así como el plano HDL-RS-UB-DIS-103 nos muestra el trazado y diseño definitivo del colector.



#### 4.1. PARÁMETROS HIDRÁULICOS DE DISEÑO

Los parámetros mínimos que debe cumplir el diseño se definieron conforme lo estipula el RAS 2017 (Resolución 0330 de 2017).

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	Artículo
Profundidad de instalación de la tubería a cota clave	metros	Vías peatonales o zonas verdes 0,75 Vías vehiculares 1,20	Artículo 139 capítulo 4
Diámetro interno real mínimo	mm	170	Artículo 140 capítulo 4
Velocidad mínima, criterio de autolimpieza	m/s	Será aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo de 1.0 Pa	Artículo 141 capítulo 4
Velocidad máxima	m/s	5,0	Artículo 142 capítulo 4
Relación máxima entre profundidad de flujo y diámetro de la tubería	%	85	Artículo 143 capítulo 4

Tabla 1 Parámetros hidráulicos

## 4.2. CAUDALES SANITARIOS

Para el diseño se calculó el caudal residual máximo horario que debe transportar la red con el fin de garantizar la capacidad hidráulica suficiente. El caudal mencionado se obtuvo a partir de la densidad poblacional, de acuerdo a la información de los planes parciales suministrada por la Secretaría de Planeación Municipal de Ibagué se tiene un promedio de 4.30 habitantes por usuario (se asume que un usuario de acueducto corresponde a una vivienda).

De acuerdo a la densidad poblacional se contaron las viviendas PLANO DE USUARIOS Y AREAS AFERENTES, para cada tramo, para así establecer un caudal por tramos específico.

El caudal de aguas residuales corresponde al caudal de aguas residuales domésticas, industriales, oficiales, comerciales y especiales,

Una vez obtenida la cantidad de usuarios para la zona y el valor de la dotación por habitante, se calcula el caudal residual como el producto de la dotación por los usuarios de cada tramo.

A continuación, se describe el proceso seguido para la estimación del caudal de evaluación para cada colector.

### *Caudal de conexiones erradas (l/s)*

La contribución por conexiones erradas solo se utiliza si la red en diseño es exclusivamente de aguas residuales, y se estima en 0.2 l/s-ha, de acuerdo con la resolución 0330 de 2017 (RAS). El caudal de conexiones erradas es el producto de este valor multiplicado por el área tributaria del tramo.

$$Q_{CE} = 0.2 \text{ l/s.ha} \times A \text{ (ha)}$$

*Ecuación 1 Caudal conexiones erradas*

### *Caudal por infiltración (l/s)*

La contribución por infiltración es de 0.1 l/s-ha como se establece en la resolución 0330 de 2017; por lo tanto, el caudal será el producto de este valor multiplicado por el área tributaria del tramo.

$$Q_{inf} = 0.1l/s.ha \times A (ha)$$

*Ecuación 2 Caudal de infiltración*

### *Caudal medio (l/s)*

El cálculo del caudal medio diario se realiza mediante la ecuación:

$$Q_D = \frac{C_R \cdot P_f \cdot D_{neta}}{86400}$$

*Ecuación 3 Caudal medio diario*

CR: Coeficiente de retorno (85% según resolución 0330 de 2017).

Pf: Población futura proyectada para el sistema de alcantarillado.

D neta: Dotación neta en litros por habitante por día.

### *Caudal máximo horario (l/s)*

Para estimar el caudal máximo horario, el caudal medio de aguas residuales del numeral anterior se afecta por un coeficiente de mayoración F, calculado a partir de ecuaciones empíricas.

Para calcular el factor F, se empleará la fórmula de Flores, pues tiene aplicabilidad en el municipio de Ibagué y requiere únicamente la población como dato de entrada.

$$F = \frac{3.5}{P^{0.1}} \text{ Fórmula de Flores}$$

*Ecuación 4 Factor de mayoración*

lo dice la resolución 0330 de 2017 artículo 134 numeral 7, tomamos el valor de 1,5 l/s para cada tramo.

### **4.3. DISEÑO HIDRAULICO DEL COLECTOR**

Inicialmente se toma la alternativa seleccionada y se realiza la verificación de ésta respecto al trazado; de tal manera se hace un análisis de interferencias con otras redes de servicios públicos existentes y proyectados, se empleó la información entregada a la Consultoría por parte del operador de servicios públicos del municipio, IBAL E.S.P, así mismo de las demás empresas como Alcanos, y referenciaron las redes existentes que pudieran generar interferencias importantes para tenerlas en cuenta dentro de los trazados del colector en diseño. Este análisis se realizó de tal manera se cumpla en el diseño la separación mínima entre redes con las recomendaciones de la resolución 0330 de 2017 al respecto.

En el plano de diseño HDL-RS-UB-DIS-101 se resaltan las interferencias para tener en cuenta en la construcción.

### **4.4. MODELACIÓN HIDRÁULICA**

Para el modelo hidráulico se empleó una herramienta de modelo dinámico SewerGEMS 10.02.01.04.

En primer paso se realizó el ingreso de propiedades hidráulicas del sistema, seguido de esto se ingresaron los parámetros de diseño y las demás características requeridas por el modelo para realizar el diseño de la red.

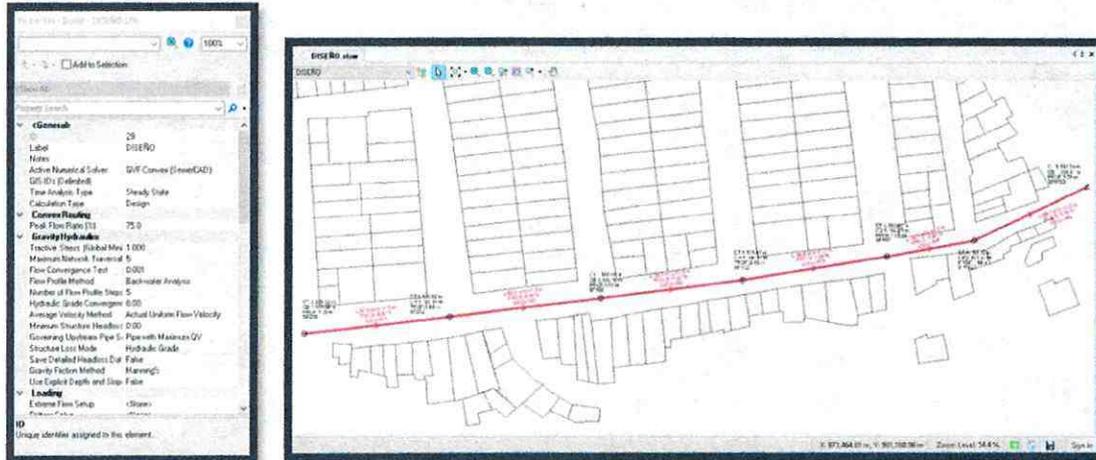


Figura 2 Topología del modelo colector Uribe Uribe

Luego se realizó el trazado de la red con ayuda de los planos de topografía y de colectores actuales.

A continuación, se ingresaron los caudales calculados en el punto 4.2.

Una vez establecidas las condiciones necesarias se procedió con la simulación y verificación del cumplimiento de los parámetros hidráulicos de diseño.

Detailed Calculation Summary (DISEÑO.stsw, DISEÑO)

Executive Summary Calculation Options Pressure Summary Pipe Report Node Report Pond Report

Subnetwork: Gravity Subnetwork

	Label	Time (Maximum Flow) (hours)	Flow (Maximum) (L/s)	Velocity (Maximum Calculated) (m/s)	Depth (Maximum) / Rise (%)
344	CO-U-101	0.000	1.500	0.45	12.8
513	CO-U-137	0.000	3.000	0.49	16.9
348	CO-U-102	0.000	4.500	0.55	19.6
350	CO-U-103	0.000	6.000	1.07	21.9
515	CO-U-148	0.000	7.500	1.45	24.3
516	CO-U-149	0.000	9.000	1.37	20.8

Figura 3 Cumplimiento de los parámetros hidráulicos

#### 4.5. RESULTADOS DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA

Una vez se corre el software, se generan los siguientes resultados:

Parámetro velocidad, cumple con la mínima equivalente a 0,45 m/s y máxima de 5 m/s.

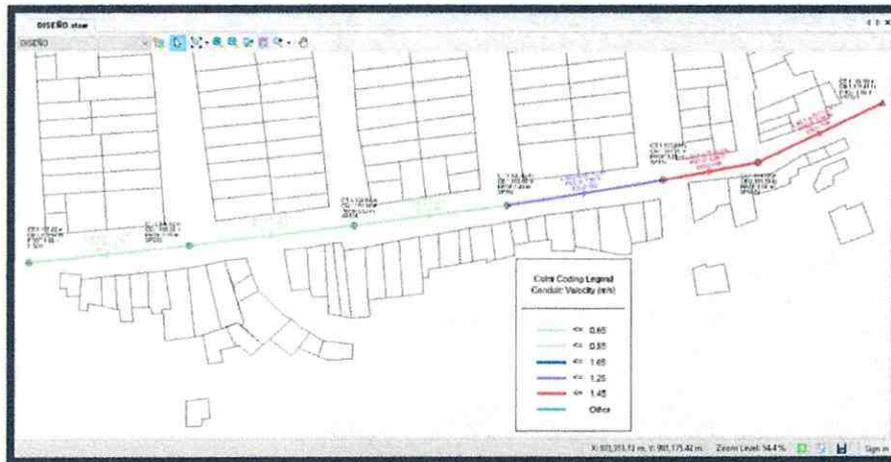


Figura 4 Velocidad mínima y máxima

Parámetro y/d, cumple con el máximo de 85%.

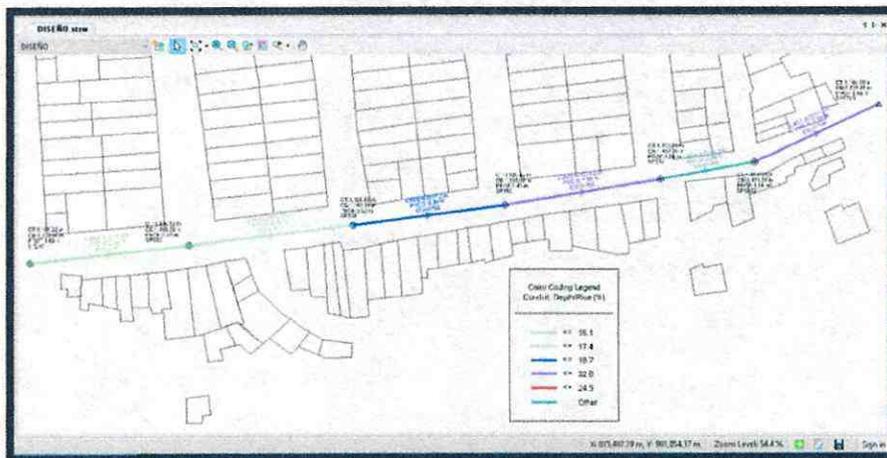


Figura 5 Parámetro profundidad hidráulica vs diámetro y/d

A continuación, se presenta la tabla de resultados:

FlexTable: Conduit Table (Current Time: 0.000 hours) (DISEÑO.stsw)

	ID	Label	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (%)	Diameter (in)	Manning's n	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Depth/Rise (%)
344: CO-U-101	344	CO-U-101	50.4	0.42	11.2	0.010	1.500	0.45	12.8
348: CO-U-102	348	CO-U-102	48.9	0.30	11.2	0.010	4.500	0.55	19.6
350: CO-U-103	350	CO-U-103	49.6	1.56	11.2	0.010	6.000	1.07	21.9
513: CO-U-137	513	CO-U-137	52.6	0.30	11.2	0.010	3.000	0.49	16.9
515: CO-U-148	515	CO-U-148	30.1	2.99	11.2	0.010	7.500	1.45	24.3
516: CO-U-149	516	CO-U-149	43.1	2.18	11.2	0.010	9.000	1.37	20.8

Figura 6 Resultados modelación Colector Uribe

El diseño obtenido nos muestra un conducto de diámetro 12", es importante señalar que con un diámetro de 8" también se cumple los parámetros, sin embargo, los diámetros de los colectores que llegan a éste tienen diámetros entre 10" y 12", es así como se selecciona 12" para su modelación.

#### 4.6. ESTRUCTURA DE CONEXIÓN (POZO O CÁMARA DE INSPECCIÓN)

Como se establece en la resolución 0330 de 2017, en el artículo 154: Las estructuras de conexión pueden ser pozos o cámaras de inspección. Deben cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Las estructuras de conexión deben ubicarse como mínimo en los siguientes puntos de la red de alcantarillado: al inicio de la red; en los cambios de dirección del flujo; en los cambios de diámetro, material y pendiente del colector; en la confluencia de más de dos tuberías; y a distancia máxima de 120 m para tramos con aportes de caudal y 300 m en interceptores y emisarios finales sin aportes de caudal.
- En el trazado de las redes de alcantarillado y en la localización de las estructuras de conexión deberán tenerse en cuenta las cámaras o estructuras de conexión, minimizar los cambios de dirección, evitar

que las entradas del flujo sean opuestas entre sí, evitar deflexiones entre las tuberías de entrada y salida mayores a 90°, dirigir los flujos hacia la tubería de salida y realizar acabados hidrodinámicos en la confluencia de las uniones.

- c. El diámetro interno de la estructura de conexión debe definirse con las condiciones hidráulicas y geométricas del empalme de las tuberías, garantizando que las tuberías que se conecten a la estructura caben sin cruzarse entre sí y que las pérdidas hidráulicas debido al radio de curvatura de conexión sean mínimas. Adicionalmente, se debe considerar la disponibilidad de equipos para el mantenimiento. Las estructuras de conexión para inspección, limpieza e ingreso del personal de mantenimiento deben diseñarse con los diámetros mínimos estipulados en la tabla siguiente:

<b>Mayor diámetro de las tuberías conectadas (mm)</b>	<b>Diámetro interno de la estructura (m)</b>
De 200 a 500	1,20
Mayor que 500 hasta 750	1,50
Mayor que 750 hasta 900	1,80

Tabla 3 Diámetros de pozo según diámetro de tubería

Las estructuras de conexión en las cuales la limpieza y mantenimiento se realice con equipo especializado y se prevé el ingreso excepcional de personal deben tener un diámetro mínimo de 0,8 m. En caso que no esté previsto el ingreso del personal, estas estructuras podrán

tener un diámetro de 0,80; en todo caso, se deben revisar las condiciones hidráulicas y geométricas del empalme de tuberías.

Para tuberías de diámetros mayores a 900 m o profundidades mayores a 7,0 m, medidos entre la cota rasante hasta la cota batea de la tubería más baja, se debe realizar un diseño hidráulica y estructural de acuerdo con las condiciones particulares de la conexión.

El diámetro mínimo de acceso es de 0,60 m y debe contar con tapa. S deberá proveer escalera de acceso anticorrosiva, la cual podrá ser permanente o móvil.

- d. Para tramos iniciales se podrá prever bocas de inspección y limpieza con diámetros mínimos de 200 mm.
- e. Para instalar una tubería se debe adoptar un sistema que absorba los movimientos diferenciales entre la tubería y la estructura, y los esfuerzos que se generen por esta causa. Para tuberías rígidas se instalará una banda de material elástico alrededor de un tramo de tubo empotrado en el cilindro de la estructura, la banda tendrá un ancho igual al espesor del muro menos 2 cm, de forma que quede un centímetro a cada extremo donde se aplicará un cordón de material sellante elástico. Para tuberías flexibles con acople mecánico se debe instalar una unión a la llegada de la estructura, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante; la unión debe quedar adherida externamente a la estructura y el tubo se instala en la unión.
- f. Todas las estructuras de conexión deben tener cañuela en el fondo, con el fin de disminuir las pérdidas de energía. El ancho de la cañuela debe ser como el mínimo el ancho del diámetro interno de la tubería

de menor tamaño que se conecte a la estructura y crecer en forma gradual hacia la tubería de salida.

- g. Las estructuras de conexión deberán contar con una diferencia entre las cotas bateas de los colectores de entrada y salida, definida mediante un análisis hidráulico, considerando el régimen de flujo de los colectores y las pérdidas de energía generadas por la geometría de la estructura.
- h. Para velocidades superiores a 5 m/s en los tramos de entrada, se deben diseñar estructuras de disipación de energía y/o elementos de protección de las cámaras de conexión.
- i. El diseño estructural debe considerar las cargas a las que estará expuesta la estructura de conexión, de conformidad con el tipo de via donde será instalada.
- j. Las estructuras deben tener impermeabilización interna y externa.

Las anteriores consideraciones de la resolución 0330 de 2017, se tuvieron en cuenta para el diseño de los pozos de inspección los cuales se encuentran en el HDL-EST-DIS-101 y 102 del diseño estructural.

## 5. PROCESO CONSTRUCTIVO

A continuación, presentamos una guía para la ejecución de los trabajos de alcantarillado del presente diseño, donde se enunciará de la manera mas clara las etapas de cada actividad para los elementos que componen la red y sus demás implicaciones.

Una vez obtenido los resultados del diseño, el paso siguiente es el proceso constructivo, el cual se describe paso a paso junto con las especificaciones mínimas que debe tener el sistema de alcantarillado sanitario.

### 5.1. ALINEAMIENTO DE TRAMOS Y TUBERIAS

En general el alineamiento de las tuberías de alcantarillado es el mismo alineamiento de las calles, salvo que las condiciones económicas o topográficas no lo permitan; estos se pueden construir en los andenes o dentro de las manzanas para sistemas de alcantarillado condominiales.

Cuando haya cambio de dirección en las esquinas o en curvas de las vías, se deben conectar los tramos por medio de una estructura de conexión o cámara de inspección. En la Figura 7 se muestra un ejemplo del alineamiento de tuberías, nótese el cambio de dirección por medio de cámaras.

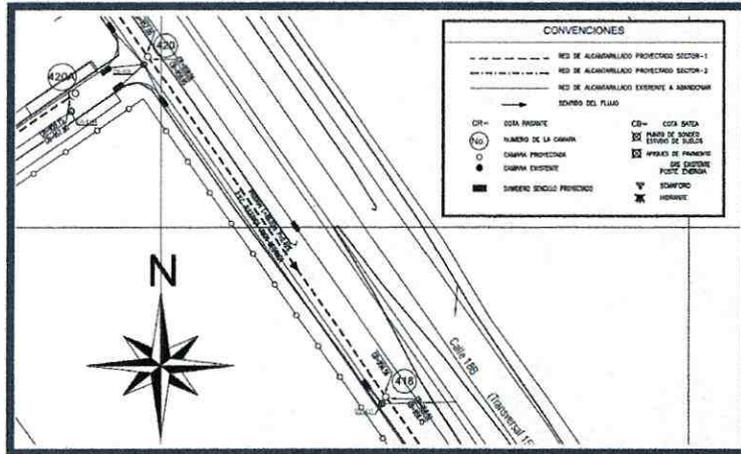


Figura 7 Alineamiento y trazado de colectores

De igual manera, se recomienda que al ejecutar la red se inicie desde los colectores y cámaras ubicados en las partes más bajas del proyecto, y se avance la construcción en el sentido contrario a la corriente de aguas residuales, ya sea tanto en proyectos de alcantarillado nuevos como de reposición, esto con el fin de disminuir el exceso de aguas residuales, y así poder trabajar con más comodidad.

## 5.2. PROFUNDIDAD MINIMA DE COLECTORES Y DISTANCIAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL ENTRE COLECTORES

La profundidad mínima para colectores tanto combinados como separados recomendada está definida según el tipo de vía que haya encima del colector, y esta se toma como la diferencia entre cota rasante y cota clave, es decir, entre el nivel de la vía y la parte superior de la tubería. Siendo setenta y cinco (75) centímetros para vías peatonales o zonas verdes y uno punto dos

(1.2) metros para vías vehiculares. En la Figura 8 se ilustra más claramente este punto.

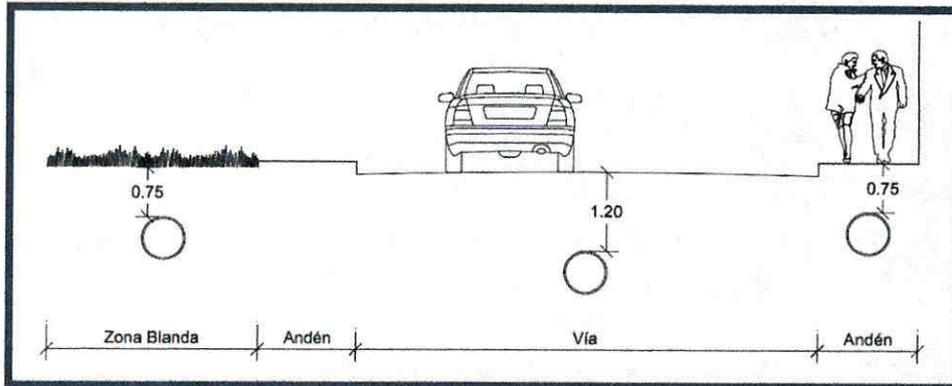


Figura 8 Profundidades mínimas de colectores

### 5.3. UBICACIÓN DE TUBERIAS Y ACOMETIDAS DOMICILIARIAS PARA COLECTORES

Cuando el alcantarillado es combinado, el colector o tubería se ubica sobre el eje de la vía, la distancia o alineación vertical respecto a otras redes es la misma que para el alcantarillado separado, o sea una diferencia mínima de treinta (30) centímetros entre tuberías o colectores.

Se recomienda construir la caja domiciliaria para alcantarillado combinado a cincuenta (50) centímetros de la línea de antejardín. Esta caja domiciliar puede ser en ladrillo o en concreto y sus especificaciones se darán más adelante.

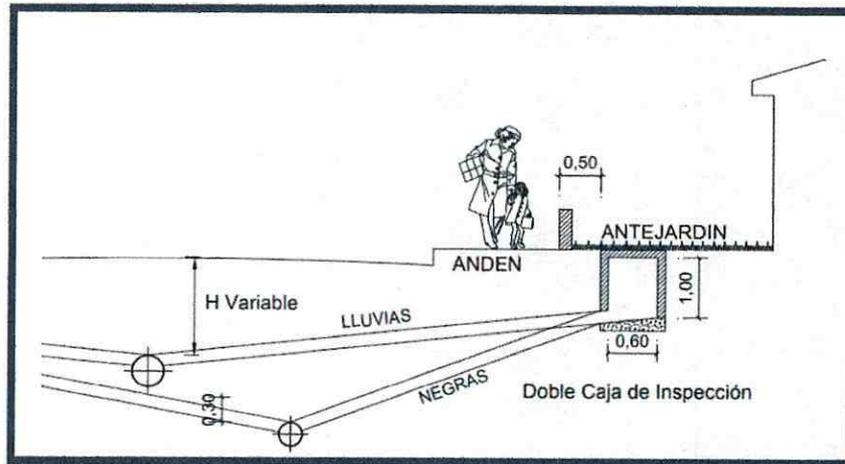


Figura 9 Ubicación caja y separación vertical entre colectores

La tubería de la acometida debe llegar al colector con un ángulo de cuarenta y cinco (45°) grados; igual que para el alcantarillado separado. La conexión de la acometida domiciliar al colector se hará por medio de una silla Yee.

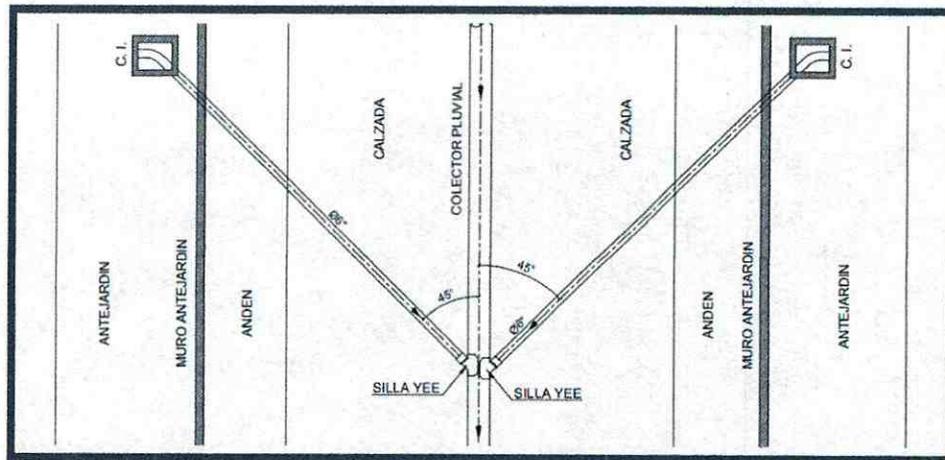


Figura 10 alineación horizontal para acometidas en pavimento flexible

También es recomendable que para vías de concreto se llegue en línea recta hasta el colector, y después se conecte al colector por un codo de cuarenta y cinco (45°) grados y con un niple de treinta (30) o cincuenta (50)

centímetros de longitud; esto con el fin de evitar mayores daños en el pavimento.

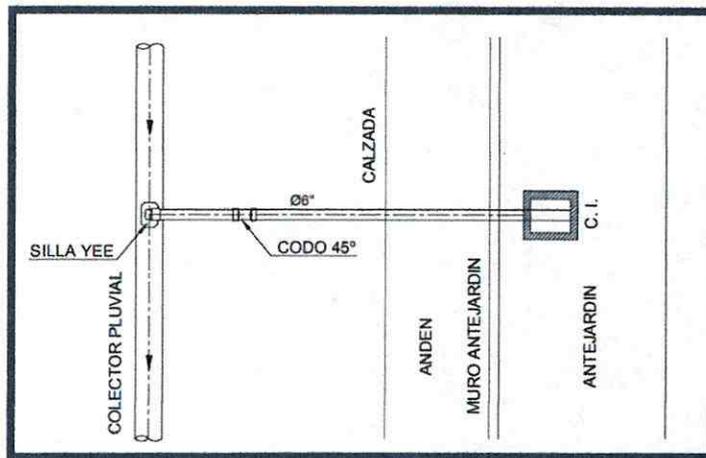


Figura 11 alineación horizontal para acometidas en pavimento rígido

Para las acometidas domiciliars se usará tubería de PVC de diámetro seis (6) pulgadas y la silla Yee que se usará, también será de PVC y debe incluir todos los materiales e implementos necesarios para lograr una buena adherencia al colector, estos son implementos tales como abrazaderas, pegantes o soluciones.

#### 5.4. CAJAS DE INSPECCION DOMICILIARIA

Estas se usan para alcantarillados combinados o sanitarios sin alcantarillado pluvial, y sus dimensiones típicas son las que se describirán a continuación.

Los muros tendrán un espesor de diez (10) centímetros y una altura máxima de ochenta (80) centímetros, serán en Concreto Reforzado Clase AD de 3500 PSI (245 Kg/cm<sup>2</sup>) o 1:2:2 y tendrán una Malla Electrosoldada Q-5 o similar.

La base de la caja será en Concreto Reforzado Clase AD de 3500 PSI (245 Kg/cm<sup>2</sup>) o 1:2:2, con espesor de quince (15) centímetros y una Malla Electrosoldada Q-5 o similar, esta base debe ir sobre un solado de concreto pobre de 1500 PSI (105 Kg/cm<sup>2</sup>) o 1:4:7 de espesor cinco (5) centímetros; sobre esta base irá una cañuela hecha con concreto esmaltado de 3500 PSI (245 Kg/cm<sup>2</sup>) o 1:2:2. La tapa de la caja tendrá siete (7) centímetros de espesor y Será en Concreto Reforzado Clase AD de 3500 PSI (245 Kg/cm<sup>2</sup>) o 1:2:2 con una parrilla de varillas de 1/2 pulgada espaciadas diez (10) centímetros entre sí en ambas direcciones, en la Figura 12 Y Figura 13 se aprecian sus dimensiones.

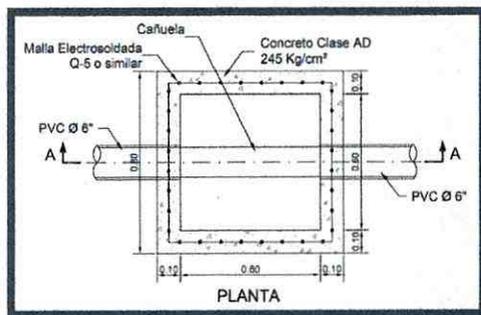


Figura 12 vista planta caja domiciliaria

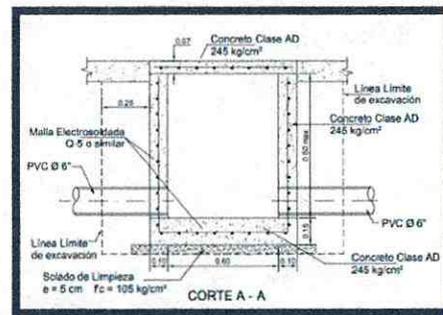
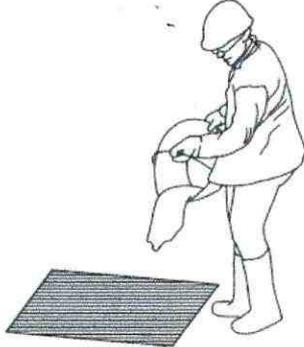
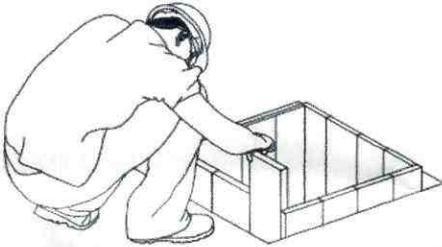
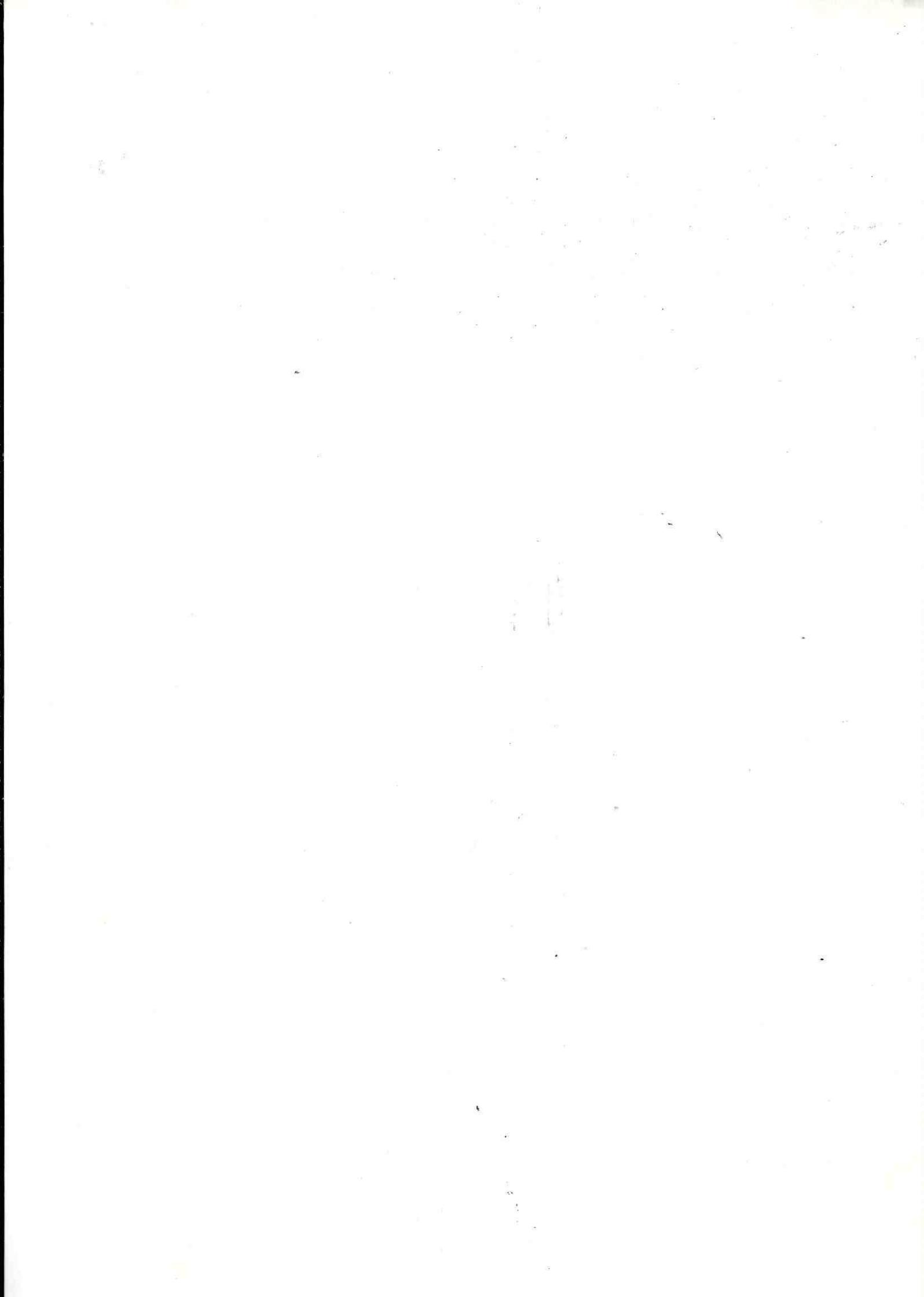


Figura 13 vista corte caja domiciliaria

Para una mejor manejabilidad de la Tapa de la caja esta debe tener dos (2) agarraderas ya sean de Tipo Argolla o Tipo Manija; en las Figura 14 Figura 15 Y Figura 16 se detallan estos elementos.

<p>más los veinte (20) cm de los dos              muros más diez (10) cm de sobre              ancho por cada lado para facilitar              la colocación de la formaleta.</p>	
<p>Se funde el solado de limpieza o              cimentación con concreto pobre de              2000 PSI (140 Kg/cm<sup>2</sup>) o 1:2:4 con              un espesor de cinco (5) centímetros              sobre el suelo de la zanja. Se deja              el tiempo necesario hasta que el              concreto este completamente duro.</p>	
<p>Después de secado el concreto del              solado de limpieza, se monta la              formaleta exterior en madera              contra las caras de la zanja, luego              se monta la formaleta interior              levantándola a través de cuñas.</p>	
<p>Se funde la losa inferior de la caja              concreto de 3000 PSI (210Kg/cm<sup>2</sup>)              o 1:2:3 cuyo espesor será de diez              (10) centímetros, y las paredes en              concreto de 3000 PSI (210Kg/cm<sup>2</sup>),              cuando el concreto ha fraguado se</p>	



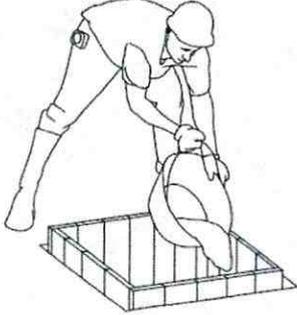
<p>retira la formaleta interior y se funde la cañuela en concreto de 2000 PSI (140 Kg/cm<sup>2</sup>) esmaltado, siguiendo la dirección indicada hacia el empate domiciliar.</p>	
<p>Por último, se funde la tapa de la caja en concreto de 3000 PSI (210Kg/cm<sup>2</sup>) o 1:2:3, la cual tendrá un espesor de diez (10) centímetros, y deberá estar reforzada con varillas de 1/2 pulgadas espaciadas cada diez (10) centímetros o malla electro soldada Q-5 o similar.</p>	

Tabla 4 Proceso construcción de caja de inspección

### 5.5. ACOMETIDAS DOMICILIARIAS

Estas acometidas deben ser en tubería de PVC de diámetro seis (6) pulgadas como mínimo, deben tener una pendiente mínima de dos (2%) por ciento. La tubería domiciliaria debe llegar al tubo colector con un ángulo de cuarenta y cinco (45°) grados en dirección del flujo, y esta se conectará al colector por medio de una silla. Por ningún motivo una domiciliaria podrá conectarse directamente a una cámara o pozo.

La longitud de la tubería domiciliar debe ser máximo de diez (10) metros, cada casa hará su conexión domiciliaria por el colector que pase por la calle que da al frente de la casa; en vías de concreto es mejor salir de la acometida en forma recta, y llegar al colector a cuarenta y cinco (45°) grados, por medio de un codo y un niple de treinta (30) o cincuenta (50) centímetros. Esto con el fin de evitar mayores daños en el pavimento de concreto, pero solamente para pavimentos de concreto.

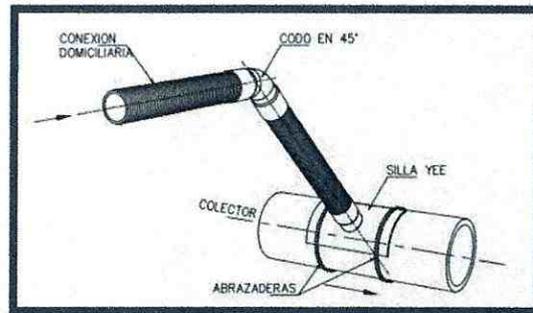


Figura 17 Detalle isométrico de acometidas en pavimento rígido

Es necesario perforar el tubo del colector exactamente en el sitio donde descargará la tubería de acometida, para darle paso al flujo; se recomienda que la silla Yee se pegue con solución o pegante para PVC, aunque en la práctica estas suelen pegarse con un sellador tipo Placco, y que además se amarre con abrazaderas para darle mayor agarre, en caso de no tener abrazaderas pueden amarrarse usando alambre, pero con precaución de colocar el suficiente para que la silla no se vaya a mover. En el sitio donde se unan las acometidas domiciliares se recomiendan fundir anclajes con mortero 1:3 para darle más estabilidad a la junta.

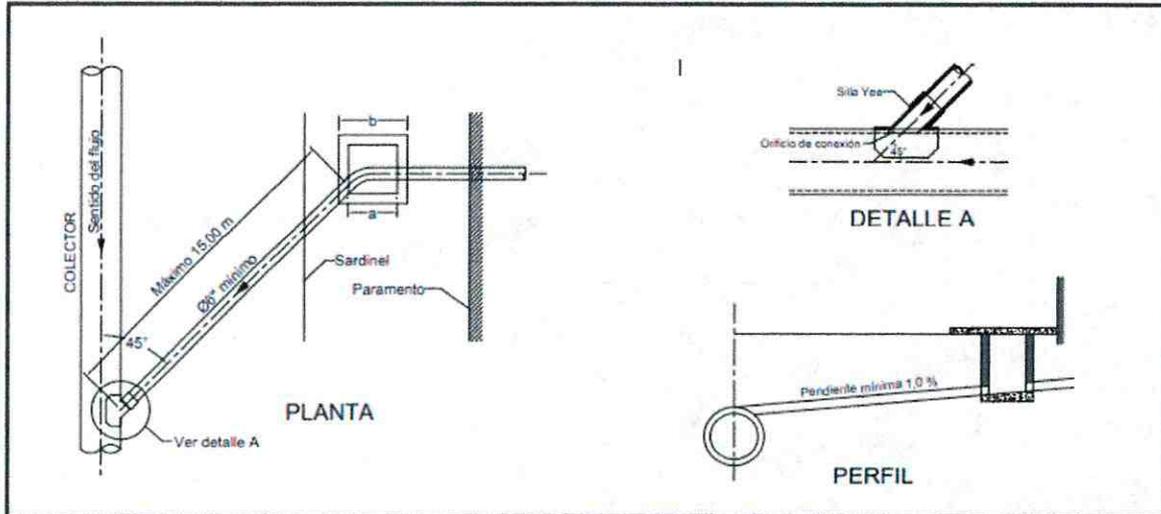
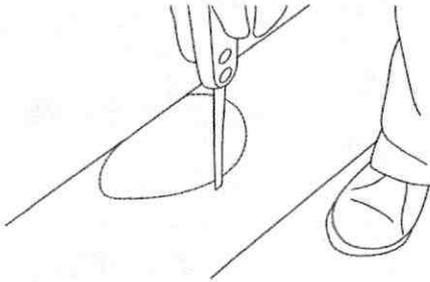
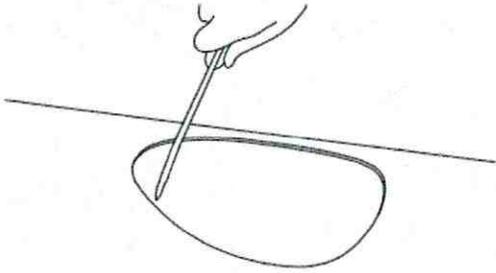
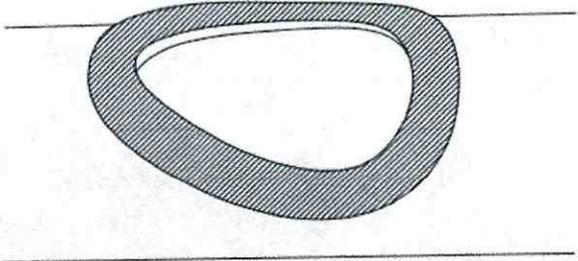
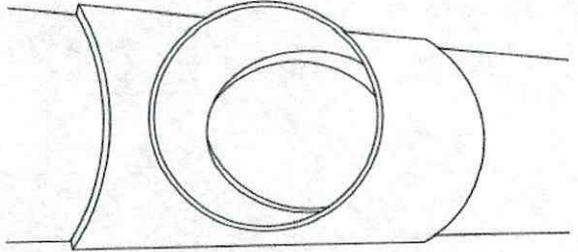


Figura 18 Detalles acometidos domiciliarias

## 5.6. INSTALACIÓN DE SILLA YEE PARA ACOMETIDAS DOMICILIARIAS

A continuación, se describe paso a paso el proceso de instalación del Kit de Silla Yee de las acometidas domiciliarias.

<p>Colocar la silla Yee sobre la tubería del colector y marcar el hueco y el contorno de la silla Yee, preferiblemente con marcador</p>	
<p>Perforar la tubería del colector con un villamarquín o taladro.</p>	

<p>Con un serrucho de punta o una pulidora pequeña abra el hueco siguiendo la marca.</p>	
<p>Remueva el reborde de la tubería con una lima o lija suave hasta que la superficie quede lisa.</p>	
<p>Coloque el caucho en la posición marcada, verificando que coincida el borde con el hueco, en caso de no contar con el caucho se puede aplicar Placco en el borde del agujero para que selle bien la unión y no haya fugas de agua residual.</p>	
<p>Instale la silla sobre el caucho, y verifique que la abertura de la tubería, del caucho y de la silla Yee coincidan.</p>	
<p>Coloque la abrazadera sobre la silla y apriete hasta que quede</p>	

ajustado, en caso de no tener las abrazaderas o si se quiere reducir costos también se puede amarrar la silla usando alambre, pero teniendo en cuenta que quede bien amarrado y no se vaya a soltar durante el relleno de la zanja.

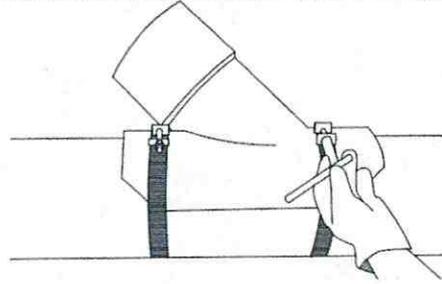


Tabla 5 Proceso instalación silla yee

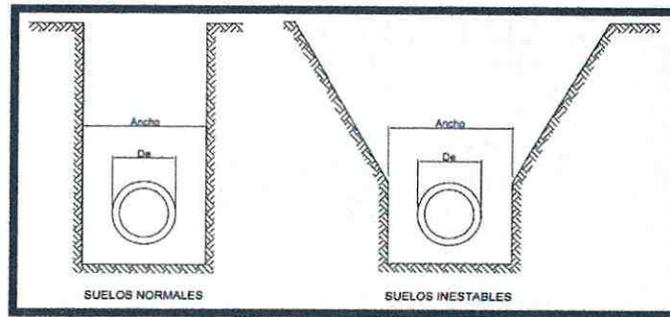
### 5.7. ANCHO DE ZANJA

El ancho de la zanja depende del diámetro de tubería que se usará, se puede usar el ancho de zanja mínimo posible para evitar el exceso de movimiento de tierra, pero también que permita comodidad para trabajar a la hora de instalar el tubo. En la Tabla 6 se dan los anchos de zanjas típicos para tuberías de PVC

Diámetro comercial (pulg)	Ancho Bd (m)
4	0.60
6	0.65
8	0.70
10	0.75
12	0.80
14	0.85
16	0.90
18	0.95
20	1.00

Tabla 6 Anchos de zanja para tubería PVC

En la siguiente Figura 19 Secciones transversales de zanjas. Figura 19 se presentan los esquemas de secciones transversales de zanjas, donde se presenta el ancho de zanja recomendado para suelos inestables.



*Figura 19 Secciones transversales de zanjas*

En todo caso el fondo de la zanja debe estar libre de agua, si esta se presenta será necesario evacuarla por medio de bombeo u otro método, cuando las paredes de la zanja tiendan a derrumbarse estas deberán protegerse mediante apuntalados, acodalamientos o tablestacados según la necesidad. Se recomienda no hacer excavaciones en tramos tan largos con el fin de evitar mayores inconvenientes o incomodidades a la comunidad, también para prevenir accidentes, además esto permite evitar el riesgo de mayores inundaciones o derrumbes lo cual será beneficioso para los habitantes del sector afectado.

En todo caso las excavaciones realizadas siempre deberán protegerse, esto con el fin de proteger las estructuras aledañas y a los trabajadores que se encuentren dentro de la zanja, a continuación, se describen los métodos de protección.

## 5.8. PROTECCION DE EXCAVACIONES

Todas las excavaciones con taludes verticales y profundidades mayores a dos (2) metros deberán protegerse mediante entibados, para evitar sobrecargas en los entibados es necesario colocar el material excavado a una distancia equivalente al sesenta (60%) por ciento de la profundidad excavada.

Esta protección o entibado puede hacerse en toda la profundidad o donde se necesite, según el tipo de terreno; a continuación, se presentan los tipos más comunes de protección de zanjas.

### a. Entibado Tipo 1 – Apuntalamiento en madera

Se usa cuando la zanja es poco profunda y no existan construcciones cercanas, cuando no se presenten condiciones que puedan desestabilizar las paredes laterales de la excavación; consiste en tablas de 0.04 m x 0.20 m x 3.00 a cada lado de la zanja espaciadas máximo a 1.60 metros, sostenidas por codales metálicos telescópicos o de madera de 0.15 metros de diámetro. En la Figura 20 se aprecia la forma de este apuntalamiento.

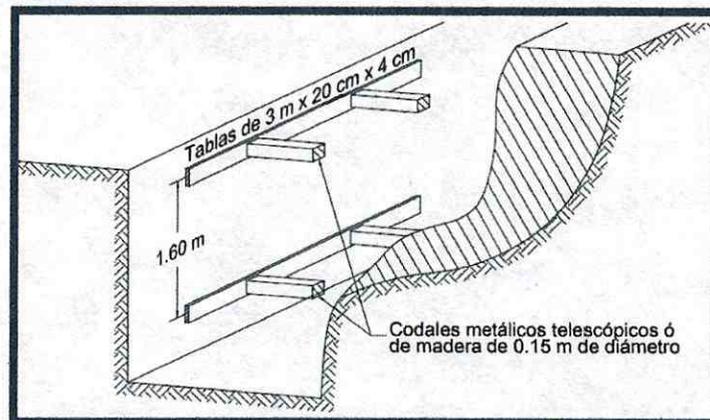


Figura 20 Esquema típico de entibado tipo 1

b. Entibado Tipo 1A – Entibado Discontinuo de Madera

Este sistema se usa en el tipo de suelos que, aunque cumplan con los requisitos básicos para usar el Entibado Tipo 1, presenten características de poca homogeneidad, bolsas de arena, gravas o fragmentos de suelo en estado suelto o sin cohesión. Se trata de tableros contruidos de madera de 0.20 m x 0.04 m y de longitud igual o mayor a la profundidad de excavación de la zanja, con espacios libres de veinte (20) centímetros, amarrados horizontalmente por largueros de madera de 0.10 m x 0.20 m en toda su longitud y apuntalados por codales metálicos telescópicos o de madera de quince (15) centímetros de diámetro con separación máxima de uno punto sesenta (1.60) metros en ambos sentidos, excepto en los extremos de los largueros donde la separación máxima será de setenta (70) centímetros. en la Figura 21 se observa más claramente este detalle.

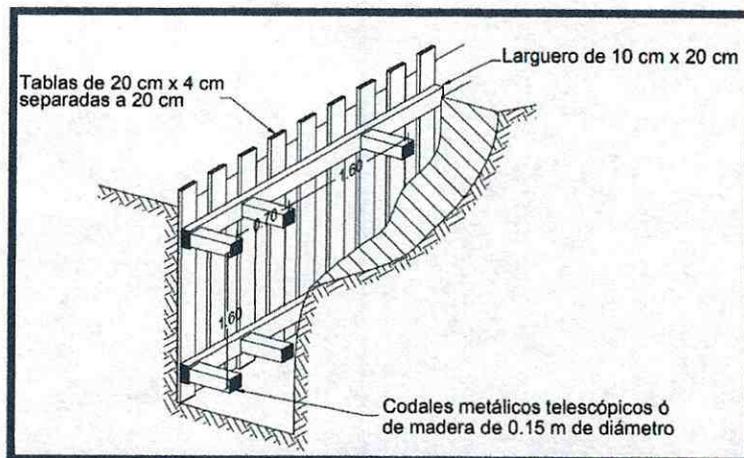


Figura 21 Esquema típico de entibado tipo 1<sup>a</sup>

c. Entibado Tipo 2 – Entibado Continuo de Madera

Este tipo de entibado se usa cuando el nivel freático está por encima de la cota de fondo de la excavación y cuando se presenten otras condiciones que así lo requieran, su única diferencia con el Entibado Tipo 1A es que no se dejan espacios libres entre tablas como se muestra en la Figura 4.24 a continuación.

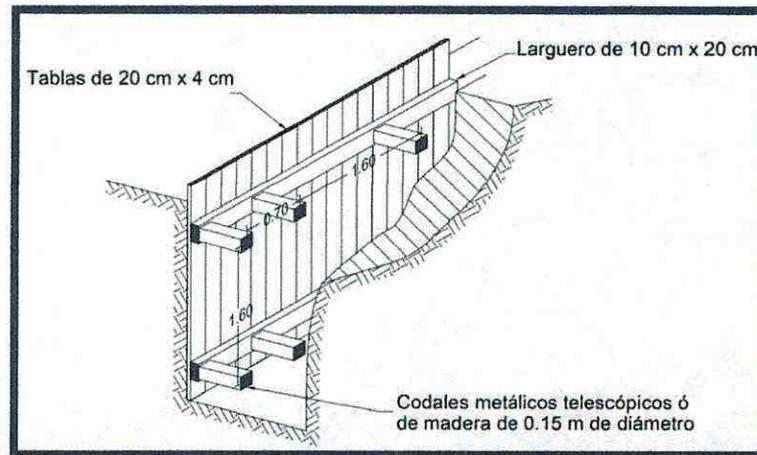


Figura 22 Esquema típico de entibado tipo 2

d. Entibado Tipo 3 – Entibado Metálico – Madera

Este método se empleará cuando se presenten suelos blandos o de muy baja densidad, o en general cuando se presenten excavaciones con profundidades superiores a cinco (5) metros, consiste de tableros constituidos de madera de 0.04 m x 0.20 m x 3.0 m, debidamente acuñados en perfiles metálicos W 8"x17 o W 10"x25, hincados a una profundidad mínima de dos punto cinco (2.5) metros por debajo de la cota de fondo de la zanja, y trabados horizontalmente por dos (2) largueros metálicos en perfiles 2W 8"x17 o 2W 10"x25 y apuntalados por codales metálicos W 8"x17 o W10"x25 que se encontrarán

espaciados a una distancia máxima de tres punto cinco (3.50) metros, los perfiles metálicos se deben hincar antes de que inicie la excavación, y en caso de que no se pueda lograr la profundidad mínima de hincado, se deberán colocar codales de madera o elementos prefabricados de concreto en el fondo de la zanja los cuales no podrán luego ser recuperados. En la Figura 23 se detalla mejor este método.

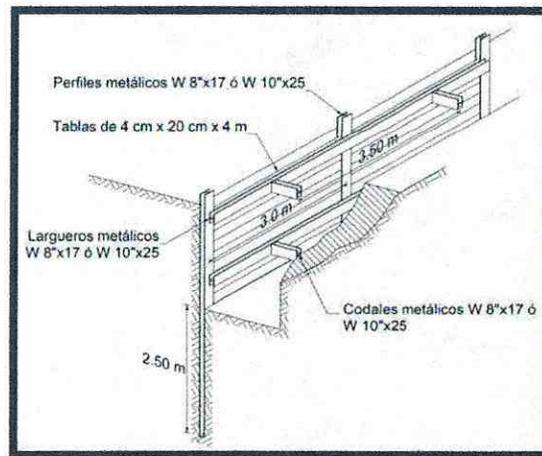


Figura 23 Esquema típico de entibado tipo 3

e. Entibado Tipo 1A (Alternativo)

Este método se usará en los mismos casos en que se aplica el sistema de Entibado Tipo 1A convencional o adicionalmente donde se esperen empujes o deformaciones adicionales del suelo, este sistema consiste de perfiles metálicos W 8"x17 de seis (6) metros hincados a una distancia de tres (3) metros entre cada perfil, y enterrados a una profundidad de dos punto cinco (2.5) metros por debajo del nivel inferior de la zanja, entre los cuales se colocará un tablero de madera formado por tablas de 0.04 m x 0.20 m x 3.0 m, con espaciamiento

libre de veinte (20) centímetros, este detalle constructivo se aprecia mejor en la Figura 24

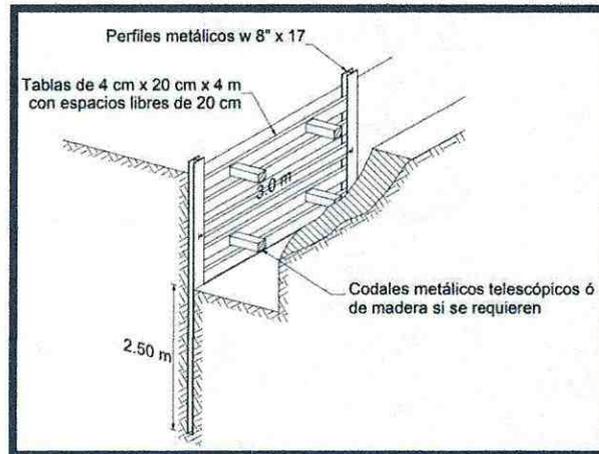


Figura 24 Esquema típico de entibado tipo 1ª alternativo

f. Entibado Tipo 2 (Alternativo)

Este método se usa para las mismas condiciones del Entibado Tipo 2 convencional o donde se espera sobrecarga mayor a la considerada, o donde se espera un empuje mayor a causa del suelo o de un nivel freático más alto, en este último caso este método se debe acompañar de un bombeo adecuado; este sistema es igual al empleado en el Entibado Tipo 1A alternativo, sólo que en este caso las paredes de la zanja estarán cubiertas totalmente por maderas de 0.04 m x 0.20 m x 3.0 m sin dejar espacios libres entre estas, en la Figura 25 se detalla este método.

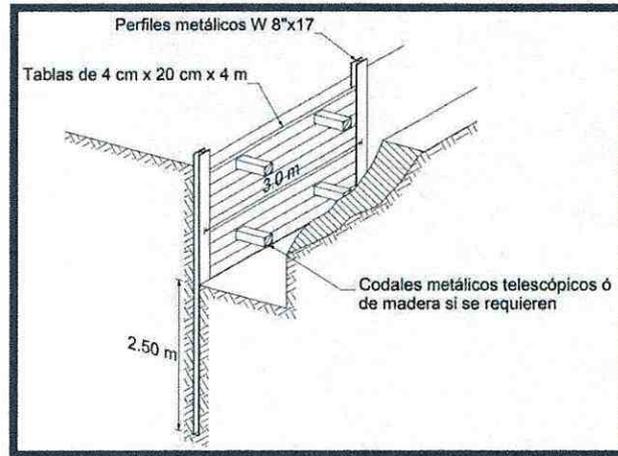


Figura 25 Esquema típico de entibado tipo 2 alternativo

g. Retiro de entibados

Se pueden retirar todos los elementos tales como tablas de madera, codales, largueros o punteros para los Entibados Tipo 1, 1A y 2 convencionales y el Tipo 1A y 2 alternativo en una sola etapa, para facilitar la colocación y compactación del relleno de la zanja, siempre y cuando el terreno no presente problemas de inestabilidad en el terreno, o siempre y cuando el relleno se encuentre cincuenta (50) centímetros por encima de la cota clave de la tubería instalada, y que esta profundidad no sea superior a dos (2) metros, con el fin de no mantener las paredes de la zanja al descubierto por mucho tiempo, para el retiro del Entibado Tipo 3 este se debe hacer a medida que vayan avanzando los trabajos de compactación y relleno, los puntales que se encuentran hincados en el terreno se levantarán por medio de grúas, y los orificios que quedan en el terreno después de la remoción de estos elementos se rellenarán con material de Relleno Tipo 1.

h. Pilotes de madera

Estos serán usados como pilotes de cimentación para anclajes y apoyo de tuberías, soporte de las excavaciones de zanjas y cámaras o cualquier otra estructura que haga parte de la red.

i. Pilotes de madera para entibados

En este caso se usan pilotes de madera de quince (15) centímetros de diámetro y de longitudes entre seis (6) y siete (7) metros, se usa para contener las paredes en las zanjas para condiciones de suelos inestables o de rellenos mixtos resultantes de rellenos de construcción más basuras, estos pilotes deberán ser hincados hasta que no se puedan hincar más o hasta una profundidad de seis (6) metros, antes de iniciar los trabajos de excavación de las zanjas, dejando un espacio libre entre las caras internas de los pilotes igual al ancho de excavación de las zanjas.

Con el fin de evitar sobrecarga en los pilotes estos deberán enterrarse con una separación horizontal entre ellos de máximo veinticinco (25) o treinta (30) centímetros para profundidades de excavación superiores a dos (2) metros, estos también podrán apuntalarse con codales metálicos o de madera con una configuración igual a la de los pilotes los cuales estarán apoyados sobre largueros de madera de 10 cm x 20 cm x 3.0 m, la instalación de estos codales y largueros se deberá hacer inmediatamente a medida que se inicia la excavación de la zanja.

En los tramos en donde el pilote esté enterrado a una profundidad inferior a dos puntos cinco (2.5) metros por debajo del fondo de excavación de la zanja, se deberán instalar largueros o codales de madera o elementos de concretos prefabricados en el fondo de la

zanja, y estos elementos no se podrán recuperar, en la Figura 26 se ilustra mejor la disposición de la instalación de estos elementos.

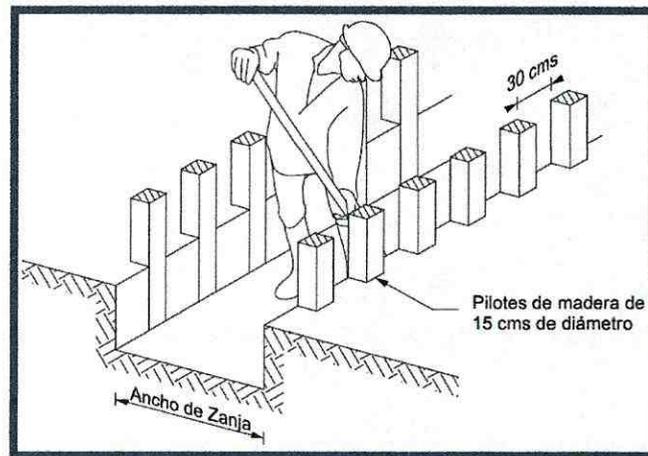


Figura 26 Esquema típico de pilotes en entibado

j. Pilotes de madera para cimentación

Para el caso en que se requieran pilotes para cimentación de tuberías, anclajes de tuberías u otras estructuras livianas estos deben tener un diámetro mayor de veinte (20) centímetros, y una longitud de seis (6) o siete (7) metros, la madera de los pilotes deberá ser previamente inmunizada de acuerdo con los requerimientos del terreno, los pilotes deben ser hincados siguiendo el lineamiento de las tuberías, y estos deben llevar cabezales de acero en ambos extremos, sobre el cabezal superior se colocará un trozo de madera, sobre el cual golpeará el martillo, esto con el fin de no dañar el pilote.

k. Colocación de los tubos

La tubería debe colocarse a un lado de la zanja, al lado opuesto donde quedó todo el material extraído de la excavación.

Cuando se requiera la conexión de dos tuberías, debe limpiarse muy bien con un trapo limpio la parte interior de la campana o unión y

también el caucho; debe aplicarse bastante lubricante después a esta campana o unión y al caucho.

Después deben alinearse bien las dos tuberías que se van a unir; aplique presión constante hasta que el tubo se introduzca suavemente en la campana hasta el tope. Nunca debe golpearse la tubería, para evitar que se dañe el tubo con la barra o con el equipo que se esté usando de empuje se recomienda usar un bloque de madera.

Debe tenerse especial cuidado a la hora de hacer el ensamble, de que no se introduzca ningún material dentro de la unión.

### 5.9. RELLENOS

Los rellenos usualmente se definen teniendo en cuenta si se trata de rellenos alrededor de estructuras; rellenos para sectores de vías, con o sin pavimento; rellenos para zanjas de tuberías, box culverts y canales; rellenos para reparaciones. A continuación, presentamos los tipos de relleno típicos para redes de alcantarillado:

a. Relleno Tipo 1

Este relleno está conformado por una mezcla de gravilla y arena lavada de río, este material debe ser adecuadamente compactado y se usará para la cimentación de las tuberías; la arena usada deberá ser limpia y tener un contenido de finos menor al cinco (5%) por ciento de su peso, y tener una gravedad específica mayor de dos puntos cuatro (2.4); La gravilla deberá tener un tamaño máximo de 3/4 de pulgada. El Relleno Tipo 1 deberá ser colocado en el fondo de la zanja antes de colocar la tubería y deberá ser debidamente compactado con equipo vibratorio en capas de espesor máximo de veinte (20) centímetros,

hasta alcanzar una densidad relativa mayor al setenta (70%) por ciento.

b. Relleno Tipo 2

Se conoce como Relleno Tipo 2 al que está formado por materiales de relleno que no contienen limo orgánico, materia vegetal, basuras, desperdicios o escombros.

Y este a su vez se subdivide en dos clases de acuerdo a su granulometría y características típicas de material, Tipo 2A y 2B.

Este se coloca para el atraque de las tuberías y debe ser debidamente compactados con equipos vibratorios a cada lado del tubo en capas de espesor máximo de quince (15) centímetros, y con la humedad óptima a fin de alcanzar la compactación mínima del noventa (90%) por ciento del ensayo de Proctor Modificado, este material de relleno se colocara hasta obtener una cota de diez (10) centímetros por encima de la cota clave del tubo, o como mínimo de treinta (30) centímetros por encima de la cota clave del tubo en el caso de redes matrices de alcantarillados.

c. Material Tipo 2<sup>a</sup>

Este material se usa para atraque de tuberías, rellenos en zanjas por encima de la cota clave del tubo y hasta el nivel del terreno, conformación de terraplenes y mejoramiento de la subrasante en vías. El tamaño máximo deberá ser de cinco (5) centímetros para instalación de tuberías GRP y de una (1) pulgada para instalación de tuberías de PVC; el porcentaje de finos que pasa por el Tamiz No. 200 deberá ser inferior al quince (15%) por ciento, el Índice de Plasticidad del material que pasa por el Tamiz No. 40 deberá ser inferior a diez

(IP<10). Y el desgaste en la máquina de los Ángeles deberá ser inferior al cincuenta (50%) por ciento.

d. Material Tipo 2B

Este tipo de material se usará para el Relleno Tipo 2 en los casos especiales en que se encuentren áreas de relleno mayores a un (1) metro, así como los usados alrededor de estructuras, para la construcción de losas de concreto, patios de maniobras, zonas de circulación, parqueaderos u otros semejantes. También cuando se presenten rellenos alrededor de estructuras o tuberías en las que se presenten variaciones considerables y muy frecuentes del nivel freático. Y por último caso, en el caso de instalar la tubería en condición de terraplén es necesario este tipo de material para Relleno Tipo 2.

Para este tipo de material el tamaño máximo no deberá ser mayor a tres (3) pulgadas o siete punto cinco (7.5) centímetros, el contenido de finos que pasa el Tamiz No. 200 no deberá ser mayor al diez (10%) por ciento, el Índice de Plasticidad del material que pasa el Tamiz No. 40 deberá ser inferior a diez (IP<10), el desgaste en la máquina de los Ángeles deberá ser menor al cincuenta (50%) por ciento, los Índices de Aplanamiento y Alargamiento del material deberán ser inferiores al cuarenta y cinco por ciento (45%).

e. Relleno Tipo 3

En sitios diferentes a vías pavimentadas se podrá utilizar este tipo de relleno con material proveniente de la excavación que no contenga materia orgánica, raíces, basuras o escombros. Además, es muy importante que el tamaño máximo no exceda a la mitad del espesor de la capa compactada. La fracción de este material que pasa el Tamiz

No. 40, deberá tener un Límite Líquido inferior a treinta y cinco por ciento ( $LL < 35\%$ ) y un Índice Plástico menor de quince ( $IP < 15$ ). Este material se colocará y compactará en capas uniformes de veinte (20) centímetros, cada capa se compactará hasta obtener una densidad mínima del ochenta y cinco (85%) por ciento del Proctor Modificado.

f. Relleno Tipo 4

Este relleno está conformado por material de Sub-base Granular, para afirmado de vías, y en general la fracción de material que pasa el Tamiz No. 40 debe tener un Límite Líquido inferior al veinticinco por ciento ( $LL < 25\%$ ) y un Índice de Plasticidad inferior o igual a seis ( $IP \leq 6$ ), deberá presentar un Desgaste en Máquina de los Ángeles inferior al cincuenta (50%) por ciento y un CBR mínimo del veinte (20%) por ciento al noventa y cinco (95%) por ciento del Proctor Modificado.

El material se colocará y compactará en capas no mayores a quince (15) centímetros hasta que alcance una densidad óptima del noventa y cinco (95%) por ciento del Proctor Modificado, el espesor mínimo total de esta capa de Sub-base será de cincuenta (50) centímetros.

g. Relleno Tipo 5

El material para este tipo de relleno será Base Granular para pavimentos de vías vehiculares, el cual deberá tener como mínimo un Desgaste menor del cuarenta (40%) por ciento en la Máquina de los Ángeles, un CBR mínimo de ochenta (80%) por ciento al cien (100%) por ciento del ensayo de Proctor modificado, la fracción de material que pasa el Tamiz No. 40 deberá presentar un Índice de Plasticidad menor de tres ( $IP < 3$ ) según la Norma Inviás INV E-126, y los Índices de Aplanamiento y Alargamiento deberán estar por debajo del treinta y cinco por ciento (35%) según la Norma Inviás INV E-230. El espesor

mínimo total del Relleno Tipo 5 o Base Granular deberá ser exactamente igual al de la estructura de pavimento existente o como mínimo veinte (20) centímetros, y deberá colocarse y compactarse en capas no mayores de quince (15) centímetros, y se humedecerá hasta obtener la humedad óptima que permita una densidad de compactación del cien (100%) por ciento del ensayo de Proctor modificado.

h. Relleno Tipo 6

Este relleno está constituido por rajón o piedra partida en tamaños que van desde veinte (20) a treinta (30) centímetros, las piedras deben provenir de rocas sanas, deben ser resistentes y durables y no presentar grietas. Al efectuarle la prueba de Desgaste a este material en la Máquina de los Ángeles deberá ser inferior al cincuenta (50%) por ciento su resultado.

Se colocará en el fondo de la excavación en suelos blandos o con baja capacidad de carga, se deberán retirar los treinta (30) centímetros más superficiales del fondo de la excavación y colocar las piedras y apisonarlas de tal forma que los espacios vacíos entre ellas sean mínimos.

### **5.10. ROTURA Y RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS, ANDENES Y SARDINELES**

En general se recomienda que para cortes de pavimentos rígidos se haga solamente usando el ancho de zanja predeterminado según el tipo de zanja o según sea el especificado en la obra, además, se recomienda que se use la dilatación del eje de la vía como uno de los bordes de la zanja, para usar este corte como dilatación del pavimento reconstruido, también como se explicó antes es recomendable que los cortes en pavimento rígido se hagan