

**I.E. POLICARPA  
LOCALIDAD DE SANTA FE. BOGOTÁ D.C.**

**PROYECTO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS**



**ESPECIFICACIONES GENERALES Y DE MATERIALES**

**BOGOTÁ, JUNIO DE 2022**

## TABLA DE CONTENIDO

1.	DESCRIPCION Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	4
2.	RED PÚBLICA.....	5
2.1.	Red de acueducto.....	5
2.2.	Red de Alcantarillado.....	5
3.	SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.....	7
3.1.	Acometida y Tanque de agua potable.....	7
3.2.	Calculo de la red interna.....	7
3.2.1.	Parámetros de diseño.....	7
3.3.	Cuarto de bombas.....	9
3.4.	Red de agua caliente.....	9
4.	SISTEMA DE DESAGUES DE AGUAS RESIDUALES.....	10
4.1.	Red de aguas residuales.....	10
4.2.	Bajantes de aguas residuales.....	10
4.3.	Ventilaciones.....	10
4.4.	Colectores de aguas residuales de piso (ver Tabla 6).....	10
4.5.	Colectores de aguas residuales de externos.....	10
5.	SISTEMA DE DESAGUES DE AGUAS LLUVIAS.....	11
5.1.	Bajantes de aguas lluvias.....	13
5.2.	Colectores de aguas lluvias de piso.....	13
5.3.	Colectores de aguas lluvias de externos.....	13
6.	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCIÓN.....	13
6.1.	SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.....	13
6.1.1.	ACOMETIDA.....	14
6.1.2.	TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA.....	15
6.1.3.	ESPECIFICACIÓN DEL EQUIPO DE PRESIÓN.....	16
6.1.4.	REDES DE TUBERÍAS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.....	20
6.1.5.	PUNTOS HIDRÁULICOS.....	22
6.2.	SISTEMA DE DESAGUES DE AGUAS RESIDUALES.....	23
6.2.1.	SALIDAS SANITARIAS.....	24
6.2.2.	BAJANTES DE AGUAS RESIDUALES.....	24
6.2.3.	COLECTORES DE AGUAS RESIDUALES.....	25
6.2.4.	ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA Y CONCRETO.....	26
6.2.5.	SISTEMA DE VENTILACIÓN.....	27
6.3.	DESAGUES DE AGUAS LLUVIAS.....	28
6.3.1.	BAJANTES DE AGUAS LLUVIAS.....	28
6.3.2.	COLECTORES DE AGUAS LLUVIAS.....	30
6.3.3.	ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA Y CONCRETO.....	31
6.4.	MONTAJE DE APARATOS.....	32
6.5.	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA Y MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	33
6.5.1.	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	33
6.5.2.	INFORMACION COMPLEMENTARIA.....	39
6.5.3.	DESINFECCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	39
6.5.4.	PRUEBAS DE INFILTRACIÓN Y ESTANQUEIDAD DE LA TUBERÍA.....	39

6.6.	MEMORIAS DE CÁLCULO.....	41
6.6.1.	SISTEMA DE SUMINISTRO .....	41
6.6.2.	SISTEMA DE DESAGUES.....	42
7.	ANEXOS.....	45

## 1. DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Se construirá un edificio Institucional totalmente nuevo para el funcionamiento del Colegio Policarpa Salavarría de la localidad de Santa Fé en la ciudad de Bogotá. El colegio estará ubicado en la Carrera 3 No 26-40. A continuación, se presenta una imagen con la localización del predio.



Localización del proyecto – Tomada de Google Earth

El proyecto consiste en la construcción de dos bloques que se describen a continuación:

Dos edificaciones de 7 niveles comunicadas por la planta baja y el piso cuatro, en donde se dispondrán las siguientes zonas:

Planta baja: Zona de acceso al parqueadero, parqueadero, cuartos técnicos y cuartos fríos para la cocina.

Piso 1: Aulas, Oficinas administrativas, comedor y cocina.

Pisos 2: Aulas y auditorio.

Piso 3: Biblioteca, Aulas y zonas recreativas.  
Pisos 4, 5 y 6: Aulas y laboratorios.

## **2. RED PÚBLICA**

### **2.1. Red de acueducto**

El proyecto cuenta con disponibilidad de servicio de acueducto por la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB), el punto de conexión se encuentra localizado por la carrera 3, se realizará a una tubería con un diámetro de 6” PVC que actualmente está proyectada (proyecto de urbanismo en desarrollo) y será instalada por la constructora del Colegio. En el anexo 1 se presenta la disponibilidad de servicio emitida por la EAAB para el predio.

### **2.2. Red de Alcantarillado**

El proyecto cuenta con disponibilidad de servicio de alcantarillado emitida por la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB), actualmente las redes de alcantarillado se encuentran combinadas de acuerdo a lo indicado en la disponibilidad E-2018-198524

Tipo de servicio	Estado	Diámetro de la tubería	Localización
Acueducto	1	Ø 12" ASBESTO CEMENTO	COSTADO NORTE DEL PREDIO
Alcantarillado Combinado	1	Ø 24" GRES	KR 3 EN CALZADA
		* Ø 4" GRES * Ø 6" GRES * Ø 8" GRES	DENTRO DEL PREDIO LOTE SAN DIEGO, COSTADO SUR ENTREGANDO A LA KR 3
		* Ø 8" GRES	DENTRO DEL PREDIO LOTE SAN DIEGO, COSTADO NORTE, ENTREGANDO A RED DEL PREDIO TANQUE SAN DIEGO DE LA EAAB, ENTREGANDO FINALMENTE A LA KR 3
Alcantarillado Pluvial	3	NO EXISTE	COSTADO NORTE DEL PREDIO TANQUE SAN DIEGO, REDES EXISTENDE EN EL COSTADO SUR DEL PREDIO TANQUE SAN DIEGO DE LA EAAB, ENTREGANDO FINALMENTE A LA KR 4

(1: Construida, 2: Proyectada, 3: No existe ni está proyectada)  
\*(Para estas redes debe tenerse en cuenta...)

De acuerdo a los requerimientos de la empresa pública se está realizando un diseño de urbanismo a la par del diseño interno, este diseño se encuentra en fase de planteamiento inicial ya que aun no se cuenta con topografía aprobada, ante la EAAB.

En cuanto se tenga la topografía final con la ubicación detallada de las redes publicas existentes se emitirá el plano final con la conexión de las domiciliarias.

Para la red de alcantarillado sanitaria se deberá llevar hasta la red de diámetro Ø 24" GRES localizada por la carrera 3 sobre la calzada. Se indica ubicación aproximada en plano de diseño D-09

Para la red de aguas lluvias se planteará una red totalmente nueva en PVC Tipo Alcantarillado de 12" hasta el punto indicado en la disponibilidad de servicio aproximadamente a 350 m del punto de conexión del proyecto sobre la calle 26.

### **3. SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE**

El proyecto sólo contempla el uso de agua potable, no se diseñó red para el aprovechamiento de aguas lluvias, según el análisis hecho al decreto 549 de 2015 (Ver certificación de cumplimiento). Sin embargo, se aclara que el proyecto DEBE contar con griferías ahorradoras.

#### **3.1. Acometida y Tanque de agua potable**

Para el suministro de agua potable se contará con un medidor totalizador de un diámetro nominal de 1.1/2” ubicado en el acceso del proyecto por la carrera 3, el acueducto prestará el servicio con el totalizador propuesto para la nueva construcción.

Esta acometida alimentará el tanque de almacenamiento de agua potable con una tubería de 1” que se construirá enterrada. El cálculo de la acometida y el dimensionamiento del medidor totalizador se pueden ver en el anexo 2 y 3.

El dimensionamiento del tanque de agua potable se realizó teniendo en cuenta una población de 1480 alumnos y 51 administrativos, y una dotación de 30 Lt/hab.día para tres (3) días de almacenamiento, cumpliendo con la dotación exigida por la secretaria de educación de Bogotá en el decreto 174 de 2013 para colegios nuevos. Por lo tanto, el volumen de almacenamiento es de 150 m<sup>3</sup>, el cálculo detallado se encuentra en el anexo 2.

#### **3.2. Calculo de la red interna**

##### **3.2.1. Parámetros de diseño**

Para el dimensionamiento de la red de suministro de agua potable se utilizó el método de hunter. Para el diseño se asignan unidades a cada aparato sanitario, con estas unidades se calcula un caudal con el cual se dimensiona el diámetro más apropiado para las tuberías de acuerdo a las pérdidas que se generan y respetando los valores para la velocidad máxima establecida en la NTC 1500, “La velocidad máxima de diseño debe ser de 2 m/s para la tubería de diámetro inferior a 76.2 mm (3”); para diámetros de 76.2 mm (3”) o mayores, la velocidad máxima debe ser de 2.50 m/s.

Para el cálculo de las pérdidas de presión en las tuberías debido a la fricción se utilizó la ecuación de Darcy - Weisbach. El factor de fricción (f) se puede encontrar usando la ecuación de Colebrook-White usando métodos iterativos: si  $Re > 2200$

Las fórmulas y metodología empleada para el cálculo de la red de agua potable se describen en detalle en el capítulo 6.6.1

En la Tabla 1 se presentan las unidades asignadas a cada aparato para el cálculo de la red interna.

**NORMA TÉCNICA COLOMBIANA**

**NTC 1500:2020**

Tabla 7.4.3.2.1 Valores de unidades para aparatos y grupos de aparatos en redes de suministro

Aparato	Uso	Tipo de control de suministro	Valores de carga. en unidades de aparato de suministro de agua (w.s.f.u.)		
			Fria	Caliente	Total
Grupo de baño	Privado	Sanitario de tanque	3,7	1,5	4,3
Grupo de baño	Privado	Válvula flúxometro	5,5	1,5	6,1
Tina	Privada	Grifería	1,0	1,0	1,4
Tina	Público	Grifería	3,0	3,0	4,0
Bidé	Privado	Grifería	1,5	1,5	2,0
Accesorio de combinación	Privado	Grifería	2,25	2,25	3,0
Lavavajillas	Privado	Automático	-	1,4	1,4
Bebedores	Oficinas, etc.	Válvula 3/8 de pulgada	0,25	-	0,25
Lavaplatos de cocina	Privado	Grifería	1,0	1,0	1,4
Lavaplatos de cocina	Hotel, restaurante	Grifería	3,0	3,0	4,0
Fregadero bateas (1 a 3)	Privado	Grifería	1,0	1,0	1,4
Lavamanos	Privado	Grifería	0,5	0,5	0,7
Lavamanos	Público	Grifería	1,5	1,5	2,0
Pocetas de aseo	Oficinas, etc.	Grifería	2,25	2,25	3,0
Ducha	Público	Válvula mezcladora	3,0	3,0	4,0
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	1,0	1,0	1,4
Orinal	Público	0.5 Lpf a 1 Lpf	1,0	-	1,0
Orinal	Público	1.1 Lpf a 2.0 Lpf	2,0	-	2,0
Orinal	Público	Tanque de descarga > 2.0 Lpf	3,0	-	3,0
Máquina automática de lavar ropa (8 lb)	Privado	Automático	1,0	1,0	1,4
Máquina automática de lavar ropa (8 lb)	Público	Automático	2,25	2,25	3,0
Máquina automática de lavar ropa (15 lb)	Público	Automático	3,0	3,0	4,0
Inodoro	Privado	Válvula Fluxómetro	4,0	-	4,0
Inodoro	Privado	Tanque de descarga	2,2	-	2,2
Inodoro	Público	Válvula Fluxómetro	6,0	-	6,0
Inodoro	Público	Tanque de descarga	5,0	-	5,0
Inodoro	Público o privado	Tanque fluxómetro	2,0	-	2,0

Para SI: 1 pulgada = 25,4 mm, 1 libra = 0,454 kg.

<sup>a</sup> Para aparatos no listados, se debe asumir la carga comparando el aparato con uno de la lista cuyo gasto de agua tenga similares características. Las cargas asignadas para aparatos de agua caliente y fría se dan por separado, para el agua fría, caliente y el total. La carga separada para agua caliente y fría es de tres cuartos de la carga total para el aparato en cada caso.

Tabla 1. Unidades de Hunter para aparatos Sanitarios.



El punto crítico de la red de suministro de agua potable fue el sanitario en el baño del piso 6, edificio norte, ejes arquitectónicos FB,FC – E3,E4, se asignó una presión residual de 25 m.c.a (35 PSI), ya que es la presión recomendada para su buen funcionamiento. En el anexo 4 se presenta el cálculo de la ruta crítica.

### 3.3. Cuarto de bombas

El cuarto de bombas se encuentra ubicado en la planta baja del edificio sur con el nivel de piso igual al nivel del fondo del tanque lo que garantiza una succión de las bombas totalmente positiva. El equipo de presión para el suministro de agua potable será un sistema de presión constante con motobombas horizontales y motor eléctrico controlados por variadores de velocidad.

Caudal	: 12.8 Litros/segundo
Cabeza dinámica total	: 55 Metros de columna de agua
Presión en la descarga	: 54 Metros de columna de agua
Potencia del equipo	: 10.00 HP para cada bomba, de funcionamiento simultaneo
Cabeza neta de succión Disponible	: 6.68 Metros de columna de agua.
Diámetro mínimo tubería de Succión:	Bomba No.1 d= 4" Bomba No.2 d= 4" Bomba No.3 d= 4"
Diámetro mínimo tubería de Descarga:	Bomba No.1 d= 4" Bomba No.2 d= 4" Bomba No.3 d= 4"

Diámetro mínimo en la flauta de descarga:  $d = 4"$

Se utilizará un tanque hidro acumulador de 200 Lts para que el equipo trabaje en el evento del mantenimiento de los variadores de velocidad.

### 3.4. Red de agua caliente

Para la producción de agua caliente en las duchas de preescolar y para un lavaplatos en la cocina se utilizarán calentadores de paso eléctricos.

## **4. SISTEMA DE DESAGUES DE AGUAS RESIDUALES**

### **4.1. Red de aguas residuales**

Las fórmulas y metodología empleada para el cálculo de la red de aguas residuales se describen en detalle en el capítulo 6.6.2

### **4.2. Bajantes de aguas residuales**

Cada uno de los bloques cuenta con sus baterías de baños. El cálculo detallado de cada una de estas bajantes se encuentra en la Tabla 5.

### **4.3. Ventilaciones**

El cálculo de las ventilaciones requeridas para las BAR se muestra en la tabla 5.

### **4.4. Colectores de aguas residuales de piso (ver Tabla 6).**

La red de drenaje exterior, se planteó en tubería PVC tipo alcantarillado interconectada con cajas de inspección hasta 1.5 m y de ahí en adelante con pozos de inspección. La profundidad inicial de los colectores es de 65 y 80 centímetros teniendo en cuenta que las vigas de cimentación se encuentran a esa altura. Se realizara la conexión final a la red de alcantarillado de aguas residuales sobre la Carrera 3.

### **4.5. Colectores de aguas residuales de externos**

La red de drenaje exterior, se planteó en tubería PVC tipo alcantarillado interconectada con cajas de inspección hasta 1.5 m y de ahí en adelante con pozos de inspección. Se planteó una red independiente para el drenaje de la zona técnica del laboratorio, que se conduce a una trampa y una caja de toma de muestras para su control y seguimiento antes de ser mezclada con la red de aguas residuales domésticas.

Los caudales se calcularon empleando el método de Hunter y las unidades indicadas en la tabla 12 de la NTC 1500, mostrada a continuación.

Tabla 8.9.1 (Final)

Tipo de aparato o accesorio	Valor unitario de desagüe de aparato como factor de carga	Dimensión mínima del sifón (pulgadas)
Unidad o escupidera dentales	1	(1 ¼)
Lavadora para platos <sup>c</sup> , doméstica	2	(1 ½)
Bebedero	1/2	(1 ¼)
Drenaje de emergencia para pisos	0	(2)
Drenajes de piso <sup>b</sup>	2 <sup>h</sup>	(2)
Poceta de piso	<sup>h</sup>	(2)
Lavaplatos, doméstico	2	(1 ½)
Lavaplatos con triturador de vertimientos, lavavajillas o ambos.	2	(1 ½)
Bandeja para lavar ropa (1 o 2 compartimentos)	2	(1 ½)
Lavamanos	1	(1 ¼)
Ducha (basado en el gasto total nominal, a través de regaderas y duchas de mano) Gasto nominal:		
0,36 L/s (5,7 gpm) o menos	2	(1 ½)
Más de 0,36 L/s hasta 0,78 L/s (Más de 5,7 gpm hasta 12,3 gpm)	3	(2)
Más de 0,78L/s hasta 1,63 L/s (Más de 12,3 gpm hasta 25,8 gpm)	5	(3)
Más de 1,63 L/s hasta 3,51 L/s (Más de 25,8 gpm hasta 55,6 gpm)	6	(4)
Poceta de servicio	2	(1 ½)
Poceta	2	(1 ½)
Orinal	4	d
Orinal, 1 galón por descarga o menos	2 <sup>e</sup>	d
Orinal, sin suministro de agua	½	d
Poceta de aseo (circular o múltiples) cada juego de grifos	2	(1 ½)
Inodoro, tanque con fluxómetro, público o privado	4 <sup>no</sup>	d
Inodoro, privado (1,6 gpf)	3 <sup>no</sup>	d
Inodoro, privado (descarga mayor a 1.6 gpf)	4 <sup>no</sup>	d
Inodoro, público (1,6 gpf)	4 <sup>no</sup>	d
Inodoro, público (lavado mayor a 1.6 gpf)	6 <sup>no</sup>	d

## 5. SISTEMA DE DESAGUES DE AGUAS LLUVIAS

Las fórmulas y metodología empleada para el cálculo de la red de aguas lluvias se describe en detalle en el capítulo 6.7. Sin embargo, se aclara que se definió el uso de diferentes periodos de retorno y duración según la zona del proyecto. La Curva IDF empleada corresponde a la recibida en la disponibilidad de servicio. (ver Tabla 9).

La intensidad de lluvia se define en la NTC 1500 como se muestra a continuación:

## 12.6 Dimensión de conductores, bajantes y drenajes para aguas lluvias

### 12.6.1 Generalidades

La dimensión de los conductores verticales y bajantes, drenajes de la edificación y alcantarillado de aguas lluvias de la edificación y cualquier ramal horizontal de dichos drenajes o alcantarillas debe basarse en el caudal de precipitación con duración de 10 min a un intervalo de 10 años o de la información meteorológica local representativa estadísticamente existente a la fecha, suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) o en otras tasas de precipitación determinadas por información meteorológica local aprobada.

Tal como se indica en la tabla 9 la intensidad de diseño utilizada será de 120 mm/h, lo que implica un factor de seguridad de 1.2. Desde el punto de vista del diseño este factor este se considera adecuado, teniendo en cuenta el cambio climático que se vive a nivel mundial.

### TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Con el fin de verificar cómo se afecta el valor de la IDF, con el cálculo interno del tiempo de concentración en el edificio, se determinó su valor, según metodología del Soil Conservation Service indicada en el RAS mediante:

$$T_e = \frac{L}{60 \times v_s}$$

donde:

- $T_e$  = Tiempo de entrada (min).
- $L$  = Longitud máxima de flujo de escorrentía superficial (m).
- $v_s$  = Velocidad media de escorrentía superficial (m/s).

Para este caso la longitud es de 16 m en la cubierta, como mayor recorrido a la bajante 12.

Donde la velocidad se calcula mediante:

$$v_s = \alpha \times \sqrt{S}$$

donde,

- $v_s$  = Velocidad media de escorrentía superficial (m/s).
- $\alpha$  = Constante que depende del tipo de superficie (adimensional).
- $S$  = Pendiente promedio entre el punto más alejado y el punto de entrada a la red (m/m).

La pendiente se calcula con los 16 m de distancia recorridos en un desnivel de 15 cm de los niveles +25.05 A +24.9. Dando una pendiente de 0.009375 m/m y por tanto una velocidad de 0.63 m/s.

Con el cálculo anterior  $T_e = 0.43$  min, por tanto, se determinó usar 10 minutos. Según la recomendación de la NTC y teniendo en cuenta que la curva es asintótica para valores muy cercanos a  $t = 0$ .

### **5.1. Bajantes de aguas lluvias**

Las dos edificaciones cuentan con una red de bajantes de aguas lluvias de 3" a 6" según el área a drenar. En Todos los casos se recomienda una revisión detallada de la arquitectura ya que se generaron una serie de soluciones como sobre pisos, vigas canales y manejos con pendientes para captar las aguas lluvias. (ver Tabla 7).

### **5.2. Colectores de aguas lluvias de piso**

Todas las bajantes de aguas lluvia que llegan a nivel de piso 1 se conectan directamente a la red de alcantarillado exterior; de manera independiente a los drenajes de piso 1.(ver Tabla 8).

### **5.3. Colectores de aguas lluvias de externos**

La red de drenaje exterior, se planteó en tubería pvc tipo alcantarillado interconectada con cajas de inspección hasta 1.2 m y de ahí en adelante con pozos de inspección. Las zonas verdes se drenaron mediante una red de filtros compuesta por tubería corrugada, grava y geotextil no tejido para evitar encharcamientos; estas aguas se conducen directamente a las cajas de inspección. (ver Tablas 8 y 11).

Las canchas múltiples se drenaron con canales laterales que conducen las aguas al sistema de alcantarillado.

Es importante tener en cuenta que debido a que el proyecto requiere aprobación de un estudio de remoción en masa por parte del IDIGER, las redes generales están interconectada s con las planteadas en dicho proyecto, por lo que se recomienda la revisión paralela de dicho estudio.

## **6. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCIÓN**

Presentamos a continuación las especificaciones técnicas de los sistemas de suministro de agua potable, desagües de aguas lluvias, desagües de aguas residuales.

### **6.1. SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE**

El sistema de suministro de agua potable consiste en las siguientes estructuras de almacenamiento y conducción:

- Acometida de la Red Pública de acueducto.
- Tanque de Almacenamiento de agua.
- Equipo de Bombeo.
- Redes de tuberías para la distribución.

#### 6.1.1. ACOMETIDA

##### **DESCRIPCIÓN:**

Comprende la red de tuberías, accesorios, válvulas y aditamentos para la correcta instalación de la acometida desde la conexión a la red pública en el lindero del predio, pasando por el medidor totalizador hasta el llenado del tanque. La tubería se conducirá enterrada.

##### **MATERIAL**

Para las tuberías enterradas se utilizarán tuberías y accesorios de Pvc. Presión con uniones soldadas, fabricados bajo las recomendaciones de las Normas NTC 382 Tubos de Pvc, NTC 1339 accesorios de Pvc Sch 40 y NTC 576 soldadura.

Con el fin de garantizar mayor durabilidad y minimizar problemas de integridad de los materiales en el momento de la ejecución y de la operación del sistema se utilizará tubería y accesorios PVC presión RDE 21 para diámetros de 1-1/4" y superiores, RDE-13.5 para d=1" RDE 11 para d=3/4" y RDE 9 para d=1/2".

Las válvulas que se utilicen serán de compuerta con cuerpo y asiento en bronce con uniones roscadas para 200 psi. (No se admitirán válvulas de Latón)

##### **INSTALACION Y PRUEBA**

Antes de aplicarse la soldadura se limpiará el extremo del tubo y la campana del accesorio con limpiador removedor, aunque las superficies aparentemente se encuentren limpias.

La presión de prueba será de 160 PSI por lapso no menor a dos horas. En caso de presentarse fuga en un accesorio o tramo, este deberá ser reemplazado por otro nuevo.

La tubería subterránea por zonas vehiculares deberá dejarse como mínimo una profundidad de 60 centímetros a la clave. En zonas peatonales podrá reducirse a 30 cm. el fondo de la zanja será una cama de recebo de 10 cm. de espesor y deberá quedar completamente liso y regular para evitar flexiones en la tubería. El relleno de la zanja deberá estar libre de rocas y objetos punzantes, evitándose rellenar con arena y otros materiales que no permitan una buena compactación. La prueba del ramal no se hará antes de 24 horas del soldado de las uniones.

La tubería plástica que se instale a la vista se pintará con dos capas de Esmalte. Para la definición de los colores se deben seguir las recomendaciones de la Norma NTC 3458, Higiene y Seguridad, Identificación de tuberías.

### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y todos los costos, que se requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta el Análisis de precios unitarios al elaborar la propuesta. El valor de la tubería y la pintura se pagará por metro lineal. Para los accesorios, abrazaderas y válvulas cada ítem se pagará por unidad.

#### 6.1.2. TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

### **MATERIAL**

El tanque será en concreto reforzado de acuerdo con el diseño estructural correspondiente.

Las conexiones de las tuberías se harán con niples pasamuros de Acero Inoxidable, uniones roscadas y ruana de al menos 1.5 veces el diámetro. Fabricados bajo las recomendaciones de la Norma AISI 304.

### **INSTALACION Y PRUEBA**

La tapa de inspección estará sobre la pared del tanque, será metálica en alfajor y sellada para evitar la entrada de elementos extraños al tanque.

Se proyectará un cárcamo para la succión con las dimensiones necesarias para que la succión del equipo de suministro pueda aprovechar en su totalidad el volumen de almacenamiento del tanque.

El fondo del tanque tendrá una pendiente mínima del 1% hacia el cárcamo.

Para el acceso al tanque se contará con una escalera removible.

El tanque estará provisto de al menos un bastón de ventilación en PVC-S o Acero de 4” ubicado hacia el cuarto de bombas.

El siguiente procedimiento debe seguirse para el primer llenado y para las labores de limpieza periódica al menos una vez cada seis meses:

Antes de llenar el tanque se deberá retirar cualquier tipo de impurezas, tierra, madera, etc., que hubieren podido quedar dentro del mismo, producto de la formaleta utilizada o de las perforaciones efectuadas.

El tanque debe desinfectarse mediante la aplicación de una solución de 100 P.P.M. de cloro.

Además se lavará con agua a presión y se escurrirá cuidadosamente, también se verificará que las tuberías no estén obstruidas.

### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y todos los costos, que se requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta el Análisis de precios unitarios al elaborar la propuesta. El valor de este ítem deberá corresponder al contrato civil de las Estructuras de Concreto.

Para las redes colgantes entre el cuarto de bombas y conexión al tanque se utilizarán tuberías y accesorios de Polipropileno fabricados bajo las recomendaciones de la Norma NTC 4897.

#### 6.1.3. ESPECIFICACIÓN DEL EQUIPO DE PRESIÓN

##### **Características**



Caudal : 12.8 Litros/segundo  
Cabeza dinámica total : 55 Metros de columna de agua  
Presión en la descarga : 54 Metros de columna de agua  
Potencia del equipo : 10.00 HP para cada bomba, de funcionamiento simultaneo

Cabeza neta de succión Disponible : 6.68 Metros de columna de agua.

Diámetro mínimo tubería de Succión:  
Bomba No.1 d= 4"  
Bomba No.2 d= 4"  
Bomba No.3 d= 4"

Diámetro mínimo tubería de Descarga:  
Bomba No.1 d= 4"  
Bomba No.2 d= 4"  
Bomba No.3 d= 4"

Diámetro mínimo en la flauta de descarga:  $d = 4"$

Se utilizará un tanque hidro acumulador de 200 Lts para que el equipo trabaje en el evento del mantenimiento de los variadores de velocidad.

### **Motobombas.**

Las bombas serán centrífugas de eje horizontal para 3500 R.P.M. y se fraccionarán en 3 unidades, para el 50 % del caudal total cada una.

Los motores serán eléctricos del tipo jaula de ardilla a prueba de humedad y con las siguientes características:

- Pintura exterior especial para protegerlo contra la corrosión.
- Tensión conmutable de 220 a 440.
- Capacidad de reducción de tensión hasta en un 15% de la tensión nominal.
- Capacidad hasta de un 5% en las oscilaciones de tensión, sin disminución de su potencia nominal.
- Capacidad admisible de sobrecarga de 1.5 veces la corriente nominal durante 60 segundos.
- Variaciones del par de arranque: - 15% y + 25% par de arranque garantizado.

Disminución máxima del número nominal de revoluciones: 20% con carga nominal.

## Conexión Eléctrica

Las motobombas se alimentarán tanto del sistema normal como del sistema de emergencia; en caso de que este último exista se conectará a ambos sistemas del total de la carga instalada y para efectos de cálculo de protecciones y controles, se tomará el 100% de la carga que está en posibilidad de funcionar Simultáneamente. El tablero de control para el equipo de bombeo constará de las siguientes partes:

- De un armario metálico en lámina Cold Roller calibre 16, sometida al proceso de bonderización y fosfatado para evitar la corrosión y lograr la máxima adherencia de la pintura, el acabado final será en esmalte horneado de color azul marino.
- Tendrán borneras para la acometida de fuerza, las cuales deberán garantizar el paso máximo de corriente consumido por los motores. Poseerá puerta, chapa con llave y suficiente espacio para alojar los elementos de control, señalización y operación.
- Un interruptor automático termomagnético totalizador y un interruptor automático termomagnético independiente para cada motor para protección y desconexión general de los equipos. El tamaño y capacidad se calcularán con base en la potencia del equipo conectado.
- Arrancadores de motores: Los motores se arrancarán mediante conexión directa o arranque en estrella-triángulo, de acuerdo con su potencia nominal y a las recomendaciones del fabricante. En general para motores de 10 H.P. o más se utilizará el arranque estrella triángulo.

Los contactores se seleccionarán para corrientes inductivas y trabajarán al 80% de su capacidad nominal y los réles térmicos de sobrecarga serán máximo del 1.25 del valor de la corriente nominal del motor.

- Sistema de señalización y control: Para el control de cada motor se deben tener los siguientes elementos:
  - Un pulsador para arranque y parada de los motores.
  - Una lámpara de señalización para funcionamiento normal.
  - Una lámpara de señalización para indicación de disparo del réle térmico.
  - Pulsador para reposición del réle térmico.
  - Un switch para seleccionar la operación manual o automática de los equipos,

para garantizar el desgaste parejo de los equipos.

Las convenciones a usar para lámparas y pulsadores serán:

Rojo	: Peligro inminente
Amarillo	: Precaución, atención
Verde	: Funcionamiento norma (Sin peligro)
Azul	: Información especial

Se pueden usar pulsadores dobles de mando con indicador luminoso incluido o pulsadores independiente del tipo botón.

Los pulsadores deben reunir las siguientes características:

Capacidad de corriente a 220 voltios: 7 Amas.

Capacidad de corriente a 125 voltios: 7 Amps.

Capacidad de corriente a 380 voltios: 6 Amps.

Vida útil :10 millones de maniobras

Conductor de conexión : Máximo No. 14 AWG

Los aparatos de señalización y control se escogerán entre las siguientes marcas:

Siemens, Klockner Moeller, A.E.G. Telefunken y General Electric.

- Aparatos de medida (Voltímetro, amperímetro, conmutador de fases). Se usarán aparatos de hierro móvil, tipo cuadro para montaje vertical, 60 HZ, clase de exactitud 1.5.

### **Tanque Hidroacumulador**

Se instalará un tanque hidroacumulador que debe cumplir por lo menos las siguientes características:

- Volumen de 200 Litros
- Volumen de regulación (0 bolsa) 1150 Litros
- La presión de trabajo será de 69 Mt. de columna de agua.
- La presión de prueba debe ser el 1.5 de presión de trabajo del equipo.
- Manómetro para medición hasta 150 Mts. de columna de agua.
- Boquilla para la inyección de aire.

### **Accesorios**

Cada proponente diseñará los elementos propios de su sistema, acogiéndose a lo especificado en las condiciones generales.

La descarga de cada motobomba tendrá un manómetro para la lectura hasta 150 PSI, y carátula de por lo menos 8 cms. de diámetro.

### **INSTALACION Y PRUEBA**

Para las uniones roscadas se utilizará un pegante o traba química anaeróbica de fuerza alta que cumpla con la Norma NTC 2635 con tiempo de secado de 30 minutos y curado total de 24 horas.

La presión de prueba será de 160 PSI por lapso no menor a dos horas. En caso de presentarse fuga en un accesorio o tramo, este deberá ser reemplazado por otro nuevo.

Las abrazaderas se instalarán de acuerdo con las siguientes recomendaciones:

<b>DIAMETRO</b>	<b>DISTANCIA EN METROS</b>
2" o menos	1.00
3"	1.80
4"	2.00

La tubería colgante, metálica se pintará con dos capas de anticorrosivo y dos capas de esmalte. Para la definición de los colores se deben seguir las recomendaciones de la Norma NTC 3458, Higiene y Seguridad, Identificación de tuberías.

### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y todos los costos, que se requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta el Análisis de precios unitarios al elaborar la propuesta. El valor de la tubería y la pintura se pagará por metro lineal. Para los accesorios, abrazaderas y válvulas cada ítem se pagará por unidad.

#### 6.1.4. REDES DE TUBERÍAS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

### **DESCRIPCIÓN:**

Comprende la red de tuberías, accesorios, válvulas y aditamentos para la correcta instalación de las redes de distribución de agua potable desde la salida del cuarto de bombas hasta la llegada a cada uno de los aparatos ubicados en las unidades sanitarias.

### **MATERIAL**

Para las tuberías colgantes se utilizarán tuberías y accesorios de Pvc. Presión con uniones soldadas, fabricados bajo las recomendaciones de las Normas NTC 382 Tubos de Pvc, NTC 1339 accesorios de Pvc Sch 40 y NTC 576 soldadura.

Con el fin de garantizar mayor durabilidad y minimizar problemas de integridad de los materiales en el momento de la ejecución y de la operación del sistema se utilizará tubería y accesorios PVC presión RDE 21 para diámetros de 1-1/4" y superiores, RDE-13.5 para d=1" RDE 11 para d=3/4" y RDE 9 para d=1/2".

Para las tuberías de agua caliente se utilizarán tuberías y accesorios de CPvc con uniones soldadas, fabricados bajo las recomendaciones de las Normas ASTM-D 2846. Y soldadura ASTM 493.

Para la conexión de los calentadores se utilizarán tuberías y accesorios de polipropileno para agua caliente.

Las válvulas que se utilicen serán de compuerta con cuerpo y asiento en bronce con uniones roscadas para 200 psi. (No se admitirán válvulas de Latón)

Para la tubería colgante se utilizarán abrazaderas y serán del tipo U o Pera según sea el caso en acero Cold Rolled Galvanizado, varilla y tuercas de acero roscadas con baño de zinc y chazos expansivos metálicos para concreto.

### **INSTALACION Y PRUEBA**

Antes de aplicarse la soldadura se limpiará el extremo del tubo y la campana del accesorio con limpiador removedor, aunque las superficies aparentemente se encuentren limpias.

La presión de prueba será de 160 PSI por lapso no menor a dos horas. En caso de presentarse fuga en un accesorio o tramo, este deberá ser reemplazado por otro nuevo.

La tubería subterránea por zonas vehiculares deberá dejarse como mínimo una profundidad de 60 centímetros a la clave. En zonas peatonales podrá reducirse a 30 cm. el fondo de la zanja será una cama de recebo de 10 cm. de espesor y deberá quedar completamente liso y regular para evitar flexiones en la tubería. El relleno de la zanja deberá estar libre de rocas y objetos punzantes, evitándose rellenar con arena y otros materiales que no permitan una buena compactación. La prueba del ramal no se hará antes de 24 horas del soldado de las uniones.

Las abrazaderas se instalarán de acuerdo con las siguientes recomendaciones:

DIAMETRO	DISTANCIA EN METROS
2" o menos	1.00
3"	1.80
4"	2.00

La tubería colgante plástica se pintará con dos capas de Esmalte, la tubería metálica se pintará con dos capas de anticorrosivo y dos capas de esmalte. Para la definición de los colores se deben seguir las recomendaciones de la Norma NTC 3458, Higiene y Seguridad, Identificación de tuberías.

### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y todos los costos, que se requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta el Análisis de precios unitarios al elaborar la propuesta. El valor de la tubería y la pintura se pagará por metro lineal. Para los accesorios, abrazaderas y válvulas cada ítem se pagará por unidad.

#### 6.1.5. PUNTOS HIDRÁULICOS

### **DESCRIPCIÓN:**

Comprende la red de tuberías, accesorios, válvulas y aditamentos, incluyendo la recámara, para la correcta instalación de las redes de distribución de agua potable desde el codo a nivel de placa hasta la conexión a cada uno de los aparatos ubicados en las unidades sanitarias. La tubería adicional requerida para la instalación de los puntos hidráulicos en placa, se encuentra en el capítulo de redes pvc-p según cada tipo de red. Cada punto llevará una recámara de aire de longitud mínima 0.30 m.

## **MATERIAL**

Se utilizarán tuberías y accesorios de Pvc. Presión con uniones soldadas, fabricados bajo las recomendaciones de las Normas NTC 382 Tubos de Pvc, NTC 1339 accesorios de Pvc Sch 40 y NTC 576 soldadura.

Para las llaves mangueras y en general aparatos con griferías externas a la mampostería que puedan estar sometidas a esfuerzos eventuales se utilizarán tuberías y accesorios de Polipropileno.

Para la conexión de los calentadores se utilizarán tuberías y accesorios de polipropileno para agua caliente.

## **INSTALACION Y PRUEBA**

Antes de aplicarse la soldadura se limpiará el extremo del tubo y la campana del accesorio con limpiador removedor, aunque las superficies aparentemente se encuentren limpias.

La presión de prueba será de 160 PSI por lapso no menor a dos horas. En caso de presentarse fuga en un accesorio o tramo, este deberá ser reemplazado por otro nuevo.

## **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y todos los costos, que se requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta el Análisis de precios unitarios al elaborar la propuesta. El valor del punto se pagará por unidad.

### **6.2. SISTEMA DE DESAGUES DE AGUAS RESIDUALES**

Este sistema cuenta con las siguientes partes:

- Salidas sanitarias.
- Bajantes de aguas residuales.
- Colectores de aguas residuales.
- Construcciones en mampostería y concreto.
- Sistema de ventilación.

### 6.2.1. SALIDAS SANITARIAS

#### **DESCRIPCIÓN:**

Se incluye la salida sanitaria desde el codo a nivel de piso más 50 cm adicionales de tubería.

#### **MATERIAL:**

Se utilizarán tuberías y accesorios con uniones soldadas de PVC sanitario fabricados bajo las recomendaciones de la Norma NTC 1087 Tuberías, NTC 1341 Accesorios y NTC 576 Soldadura.

#### **INSTALACION Y PRUEBA**

Durante la etapa de construcción y antes del montaje de aparatos, todas las salidas sanitarias deberán permanecer taponadas con los accesorios adecuados y no con papel, plástico u otro tipo de material inconveniente.

#### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y todos los costos, que se requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta el Análisis de precios unitarios al elaborar la propuesta. El valor de la tubería se pagará por metro lineal y los accesorios por unidad.

### 6.2.2. BAJANTES DE AGUAS RESIDUALES

#### **DESCRIPCIÓN:**

Comprende la red de tuberías, accesorios y soporte desde las salidas sanitarias hasta la conexión a las cajas de inspección.

#### **MATERIAL:**

Se utilizarán tuberías y accesorios con uniones soldadas de PVC sanitario fabricados bajo las recomendaciones de la Norma NTC 1087 Tuberías, NTC 1341 Accesorios y NTC 576 Soldadura.



## **INSTALACION Y PRUEBA**

Antes de cubrir todas las arañas, se probarán llenándolas con una columna de agua de 2 mts.

En caso de presentarse fuga en la tubería, accesorio o unión tubo accesorio, éste deberá desmontarse y reemplazarse por uno nuevo, para luego repetir la operación de prueba.

Las bajantes y colgantes de desagües se llenarán paralelamente con su prolongación y no se desocuparán hasta tanto no se haya terminado la mampostería y pañetes.

Las abrazaderas se instalarán de acuerdo con las siguientes recomendaciones:

<b>DIAMETRO</b>	<b>DISTANCIA EN METROS</b>
2" o menos	1.00
3"	1.80
4"	2.00
6"	2.50

## **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y todos los costos, que se requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta el Análisis de precios unitarios al elaborar la propuesta. El valor de la tubería se pagará por metro lineal y los accesorios por unidad.

### 6.2.3. COLECTORES DE AGUAS RESIDUALES

#### **DESCRIPCIÓN:**

Comprende la red de tuberías y accesorios para la correcta instalación de las redes de aguas residuales entre las cajas de inspección hasta la llegada al alcantarillado público.

#### **MATERIAL**

Para la conducción de las aguas negras se utilizará tubería de PVC – TIPO FORT (Tubería estructural de PVC con superficie interior Lisa y exterior corrugada) Fabricada bajo la Norma Técnica Colombiana 3721 y 3722-1 las cuales tienen el Antecedente de la norma ISO CD 9971-1 y 9971-2.

En el evento de contemplarse otra alternativa deberá ser consultada con la interventoria del proyecto y presentada como una oferta adicional.

### **INSTALACION Y PRUEBA**

Las tuberías que van por circulación de vehículos y objetos pesados deben enterrarse a una profundidad mínima de 80 cm. Para la cimentación de las tuberías se seguirán las recomendaciones de los fabricantes y del ingeniero de suelos. En los planos se adjunta el detalle con la cimentación sugerida.

En el evento de tener que instalar una tubería a menos de 80 cm de profundidad en una zona de tránsito vehicular deben tomarse precauciones especiales como la instalación de una placa de concreto o un Cárcamo para proteger la tubería.

En los sitios donde sea necesario cruzar vigas de cimentación o vigas estructurales o muros de contención deberá dejarse un pase en tubería de mayor diámetro o recubrir la tubería con material blando que la aisle de los esfuerzos estructurales. La colocación de estos pases se debe hacer en coordinación con el Ingeniero de estructuras.

En las redes de desagües deben practicarse pruebas de estanqueidad para ser entregadas a la interventoria de la obra.

### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y todos los costos, que se requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta el Análisis de precios unitarios al elaborar la propuesta. El valor de este ítem se pagará por metro lineal

#### **6.2.4. ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA Y CONCRETO**

##### **6.2.4.1. CAJAS DE INSPECCION (CI).**

### **DESCRIPCIÓN**

Las cajas de inspección serán uno de los tipos de estructuras de unión y cambios de dirección de tuberías. Para el proyecto se adjunta el detalle en los planos.

### **MATERIAL**

Las cajas de inspección serán de ladrillo recubierto con mortero impermeabilizado.

El fondo será en concreto de 3000 PSI.

Toda caja debe tener tapa en concreto con marco de ángulo de 2.1/2" \* 2.1/2" \* 1/4".

En el evento de contemplarse otra alternativa deberá ser consultada con la interventoria del proyecto y presentada como una oferta adicional.

### **INSTALACION Y PRUEBA**

Todas las cajas deben tener en el fondo cañuelas que encaucen el flujo.

Las paredes serán esmaltadas e impermeabilizadas.

En las redes de desagües deben practicarse pruebas de estanqueidad para ser entregadas a la interventoria de la obra.

### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y todos los costos, que se requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta el Análisis de precios unitarios al elaborar la propuesta. El valor de este ítem se pagará por unidad. (Recomendamos establecer precios discriminados por la altura de cada caja)

#### 6.2.5. SISTEMA DE VENTILACIÓN

### **DESCRIPCIÓN:**

Comprende la red de tuberías, accesorios y soporte desde las salidas sanitarias hasta las salidas en la cubierta.

### **MATERIAL:**

Se utilizarán tuberías y accesorios con uniones soldadas de PVC liviano fabricados bajo las recomendaciones de la Norma NTC 1260 Tuberías, NTC 1341 Accesorios y NTC 576 Soldadura.

### **INSTALACION Y PRUEBA**

En caso de presentarse fuga en la tubería, accesorio o unión tubo accesorio, éste deberá desmontarse y reemplazarse por uno nuevo, para luego repetir la operación de prueba.

Las bajantes y colgantes de desagües se llenarán paralelamente con su prolongación y no se desocuparán hasta tanto no se haya terminado la mampostería y pañetes.

### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y todos los costos, que se requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta el Análisis de precios unitarios al elaborar la propuesta. El valor de la tubería se pagara por metro lineal y los accesorios por unidad.

## **6.3. DESAGUES DE AGUAS LLUVIAS**

Este sistema cuenta con las siguientes partes:

- Bajantes de aguas lluvias.
- Colectores de aguas lluvias.
- Construcciones en mampostería y concreto.

### **6.3.1. BAJANTES DE AGUAS LLUVIAS**

#### **DESCRIPCIÓN:**

Comprende la red de tuberías, accesorios y soporte desde las cubiertas hasta la descarga de las aguas al alcantarillado público.

### **MATERIAL:**

Se utilizarán tuberías y accesorios con uniones soldadas de PVC sanitario fabricados bajo las recomendaciones de la Norma NTC 1087 Tuberías, NTC 1341 Accesorios y NTC 576 Soldadura.

### **INSTALACION Y PRUEBA**

Antes de cubrir todas las arañas, se probarán llenándolas con una columna de agua de 2 mts.

En caso de presentarse fuga en la tubería, accesorio o unión tubo accesorio, éste deberá desmontarse y reemplazarse por uno nuevo, para luego repetir la operación de prueba.

Las bajantes y colgantes de desagües se llenarán paralelamente con su prolongación y no se desocuparán hasta tanto no se haya terminado la mampostería y pañetes.

Las abrazaderas se instalarán de acuerdo con las siguientes recomendaciones:

<b>DIAMETRO</b>	<b>DISTANCIA EN METROS</b>
2" o menos	1.00
3"	1.80
4"	2.00
6"	2.50

### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y todos los costos, que se requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta el Análisis de precios unitarios al elaborar la propuesta. El valor de la tubería se pagará por metro lineal y los accesorios por unidad.

### 6.3.2. COLECTORES DE AGUAS LLUVIAS

#### **DESCRIPCIÓN:**

Comprende la red de tuberías y accesorios para la correcta instalación de las redes de aguas residuales entre las cajas de inspección hasta la llegada al alcantarillado público.

#### **MATERIAL**

Para la conducción de las aguas negras se utilizará tubería de PVC – SANITARIO Y PVC – TIPO FORT (Tubería estructural de PVC con superficie interior Lisa y exterior corrugada) Fabricada bajo la Norma Técnica Colombiana 3721 y 3722-1 las cuales tienen el Antecedente de la norma ISO CD 9971-1 y 9971-2.

En el evento de contemplarse otra alternativa deberá ser consultada con la interventoria del proyecto y presentada como una oferta adicional.

#### **INSTALACION Y PRUEBA**

Las tuberías que van por circulación de vehículos y objetos pesados deben enterrarse a una profundidad mínima de 80 cm. Para la cimentación de las tuberías se seguirán las recomendaciones de los fabricantes y del ingeniero de suelos. En los planos se adjunta el detalle con la cimentación sugerida.

En el evento de tener que instalar una tubería a menos de 80 cm de profundidad en una zona de tránsito vehicular deben tomarse precauciones especiales como la instalación de una placa de concreto o un Cárcamo para proteger la tubería.

En los sitios donde sea necesario cruzar vigas de cimentación o vigas estructurales o muros de contención deberá dejarse un pase en tubería de mayor diámetro o recubrir la tubería con material blando que la aisle de los esfuerzos estructurales. La colocación de estos pases se debe hacer en coordinación con el Ingeniero de estructuras.

En las redes de desagües deben practicarse pruebas de estanqueidad para ser entregadas a la interventoria de la obra.

#### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y todos los costos, que se requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta el Análisis de precios unitarios al elaborar la propuesta. El valor de este ítem se pagará por metro lineal

### 6.3.3. ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA Y CONCRETO

#### 6.3.3.1. CAJAS DE INSPECCION (CI).

#### **DESCRIPCIÓN**

Las cajas de inspección serán uno de los tipos de estructuras de unión y cambios de dirección de tuberías. Para el proyecto se adjunta el detalle en los planos.

#### **MATERIAL**

Las cajas de inspección serán de ladrillo recubierto con mortero impermeabilizado.

El fondo será en concreto de 3000 PSI.

Toda caja debe tener tapa en concreto con marco de ángulo de 2.1/2” \* 2.1/2” \* 1/4”.

En el evento de contemplarse otra alternativa deberá ser consultada con la interventoria del proyecto y presentada como una oferta adicional.

#### **INSTALACION Y PRUEBA**

Todas las cajas deben tener en el fondo cañuelas que encaucen el flujo.

Las paredes serán esmaltadas e impermeabilizadas.

En las redes de desagües deben practicarse pruebas de estanqueidad para ser entregadas a la interventoria de la obra.

#### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y todos los costos, que se requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta el Análisis de precios unitarios al elaborar la propuesta. El valor de este ítem se pagará por unidad. (Recomendamos establecer precios discriminados por la altura de cada caja)

#### 6.3.3.2. TRAMPA DE GRASAS

##### **DESCRIPCIÓN:**

Esta actividad comprende el suministro e instalación de la trampa de grasas que se instalarán para evitar el paso de estas a las tuberías y reduzcan su diámetro efectivo y por lo tanto su capacidad de desagüe.

##### **INSTALACION Y PRUEBA**

Las cámaras se construirán en concreto de 2500 psi, con acero de refuerzo de 37000 psi, con una tapa metálica de acero corrugado removible para facilitar su limpieza. Las dimensiones serán especificadas en el plano de detalles hidráulicos y su ubicación corresponde a la dada en el plano de aguas residuales.

Se deben tener en cuenta las recomendaciones establecidas de acuerdo las normas. Igualmente se tendrán en cuenta las pendientes indicadas por la interventoría o las indicadas en los planos para su correcto funcionamiento. La construcción se realizará de manera técnica y adecuada, con las pruebas necesarias, cuidando garantizar su total y correcto funcionamiento, incluye los accesorios y demás elementos necesarios para garantizar su puesta en servicio. La actividad se realizará con el personal idóneo en la materia.

##### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

El pago se hará por unidad (un) de trampa de grasa debidamente instalada, medida en obra y recibida a satisfacción por el interventor.

El precio incluye los costos de transporte dentro y fuera de la obra, equipos, herramientas, materiales, desperdicios, mano de obra y cualquier otro costo necesario para efectuar y culminar la actividad.

#### 6.4. MONTAJE DE APARATOS

##### **DESCRIPCIÓN:**

Comprende la red de tuberías, accesorios, chazos y demás implementos necesarios para la correcta instalación de los aparatos sanitarios.



### **MATERIAL:**

Se utilizará chazos plásticos, tornillos de acero, cemento blanco, acoflex plásticos y adaptadores desmontables con empaque para la conexión de los desagües.

### **INSTALACION Y PRUEBA**

Para el montaje debe seguirse al pie de la letra la recomendación de los catálogos de los fabricantes de los aparatos sanitarios y de las griferías.

### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y todos los costos, que se requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta el Análisis de precios unitarios al elaborar la propuesta. El valor del montaje se pagara por unidad.

## **6.5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA Y MOVIMIENTO DE TIERRAS**

### **6.5.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

#### **6.5.1.1. EXCAVACIONES**

### **DESCRIPCIÓN**

Esta actividad comprende la ejecución de toda clase de excavaciones necesarias para la construcción de las obras de acuerdo con las líneas, pendientes y profundidades indicadas en los planos o requeridas durante el proceso constructivo.

### **INSTALACION Y PRUEBA**

Las excavaciones podrán ejecutarse por métodos manuales o mecánicos de acuerdo con las normas establecidas o las indicaciones de la Interventoría. Si los materiales encontrados a las cotas especificadas no son apropiados para el apoyo de las estructuras o tuberías, la excavación se llevará hasta la profundidad requerida previa aprobación de la Interventoría.

Antes de iniciar la excavación el Contratista investigará el sitio por donde cruzan las redes existentes de servicios. Si es necesario remover alguna de estas redes se debe solicitar a la dependencia correspondiente de las empresas de servicios, la ejecución de estos trabajos o la autorización para ejecutarlos. También se hará un estudio de las

estructuras adyacentes para determinar y evitar los posibles riesgos que ofrezca el trabajo.

No se permitirán voladuras que puedan perjudicar los trabajos o las estructuras vecinas. Cualquier daño resultante de voladuras indiscriminadas o mal ejecutadas, será reparado por el Contratista a su costo.

La seguridad en las excavaciones, la disposición del material y la señalización de las mismas deben acogerse al capítulo de Seguridad Industrial.

Los materiales excavados, así como las tuberías, cables, condulines u otros encontrados al ejecutar las obras, son propiedad de las empresas de servicios y, por lo tanto, el Contratista no podrá disponer de ellos sin autorización expresa de la Interventoría.

Al hacer excavaciones en zonas pavimentadas, no deberá mezclarse el afirmado y el pavimento con los demás materiales que se puedan extraer con el fin de permitir su futura reutilización.

A cada lado de la zanja se deberá dejar una faja mínima de 0,60 m libre de tierra excavada, escombros, tubos u otros materiales.

En las excavaciones que presenten peligro de derrumbarse debe colocarse un entibado que garantice la seguridad del personal y la estabilidad de las estructuras y terrenos adyacentes, atendiendo lo indicado en las especificaciones. Las empresas de servicios no se hacen responsables de daños que se causen a terceros, por causas imputables al Contratista.

Las excavaciones y sobre-excavaciones hechos para conveniencia del Contratista y las ejecutadas sin autorización escrita de la Interventoría, así como las actividades que sea necesario realizar para reponer las condiciones antes existentes, serán por cuenta y riesgo del Contratista. Estas excavaciones y sobre-excavaciones deberán llenarse y compactarse con material adecuado debidamente aprobado por la Interventoría. Tales llenos serán también por cuenta del Contratista.

No se reconocerá ningún sobre costo por las dificultades de acceso de equipos, materiales y herramientas al sitio de las obras.

Simultáneamente con la actividad de la excavación el Contratista deberá entregar a la Interventoría completamente diligenciado el formato indicado en el esquema 1, para la recopilación de la información de las características del suelo encontradas en el proyecto. Por ningún motivo se permitirá un tramo de excavación abierto durante más de 48 horas y en caso de que llueva deberá protegerse con plástico y bordillo o lleno en forma de resalto para evitar las inundaciones.

Durante las excavaciones para la instalación de las tuberías, colocación de concretos o morteros, colocación de entresuelos, cimentaciones y en general para todas las actividades propias del contrato donde se requieren condiciones controladas de humedad, el Contratista deberá disponer de los sistemas de drenaje de las aguas, de manera que la ejecución de cada una de las actividades del contrato puedan desarrollarse

bajo condiciones apropiadas de humedad para el trabajo. Cuando por algún motivo se construyan filtros temporales en piedra, cascajo o tubería perforada y se conecten al alcantarillado, tales conexiones deberán taponarse una vez terminada la obra con el fin de restablecer las condiciones iniciales del terreno.

El Contratista será responsable de disponer del agua bombeada o drenada procedente de la obra, de forma segura y apropiada. No se autorizará la descarga de estas aguas a las vías. No se permite la conexión de aguas lluvias ni de infiltración en los alcantarillados sanitarios, ni el descargue de aguas residuales dentro de los alcantarillados de aguas lluvias. El Contratista tendrá bajo su responsabilidad y a su costo la reparación inmediata de todos los daños causados por el retiro de las aguas de la obra.

El costo del sistema de drenaje y en general del manejo de las aguas durante la ejecución del contrato, será por cuenta del contratista y se considera incluido en el precio de las excavaciones.

Debe evitarse que las aguas que corren por las zanjas penetren a las tuberías en colocación. Siempre que no se esté trabajando se deberán mantener taponadas totalmente las tuberías de acueducto de alcantarillado, para evitar la entrada a las mismas de basuras, barro o materiales extraños o contaminantes.

De encontrarse aguas residuales en las zanjas donde vaya a extenderse la red de acueducto, será necesario eliminarlas y reemplazar el material de la zona contaminada y antes de extender las redes se requerirá aprobación de la Interventoría. El costo de la excavación y lleno para realizar este saneamiento se pagará en los ítems correspondientes.

Los siguientes trabajos se consideran implícitamente incluidos dentro del alcance de las excavaciones:

- Control de Agua durante todo el proceso de construcción.
- Vallas y señales para la seguridad de la zanja en donde se efectúen los trabajos.
- Los entibados necesarios para mantener los taludes de excavación.

**Diámetro de la tubería Ancho de zanja (m)**

- 75 a 200 mm (3" a 8") 0,60
- 250 y 300 mm (10" y 12") 0,70
- 375 y 400 mm (15" y 16") 0,80
- 450 mm (18") 0,90
- 500 y 525 mm (20" y 21") 1,00
- 600 mm (24") 1,10
- 675 mm (27") 1,20

- 750 mm (30") 1,30
- 825 mm (33") 1,40
- 900 mm (36") 1,50
- 1000 mm (40") 1,80

El ancho de las excavaciones se incrementará cuando se requiera entibado de acuerdo con el espesor determinado para éste.

Cuando se presenten derrumbes la Interventoría definirá el tipo de cimentación a utilizar de acuerdo con las nuevas condiciones de la zanja.

### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y todos los costos, que se requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta el Análisis de precios unitarios al elaborar la propuesta. El valor de este ítem se pagará por metro cúbico.

#### 6.5.1.2. RELLENOS

### **DESCRIPCIÓN**

Se refiere este numeral a llenos con materiales compactados por métodos manuales o mecánicos, en zanjas y apiques para construcción o mantenimiento de redes de servicios, drenajes o excavaciones realizadas alrededor de estructuras.

### **INSTALACION Y PRUEBA**

Podrá utilizarse para el lleno los materiales que a juicio de la Interventoría y previos análisis de laboratorio, presente propiedades físicas y mecánicas apropiadas para lograr una compactación que garantice la resistencia adecuada y el mínimo asentamiento como mínimo para todo tipo de lleno, la Interventoría ordenará, para el material a utilizar la realización de ensayos de: compactación (Proctor Modificado), límites de consistencia, gradación por mallas, lavado sobre malla No. 200 y contenido de material orgánico.

Adicionalmente se deberán efectuar ensayos de densidad en el campo para verificar las condiciones del lleno una vez sea compactado. De acuerdo con el tipo de obra la Interventoría podrá solicitar ensayos de CBR y otros que se consideren necesarios para la aceptación final del lleno. Si es del caso, deberán realizarse llenos de prueba en el campo para determinar el número de pasadas del equipo de compactación necesarias para obtener la densidad especificada. El Contratista deberá en todo momento tomar las

medidas necesarias para el control de humedad de compactación en la obra. Pueden utilizarse cunetas interceptoras en las zonas de préstamo, telas impermeables, muretes o por cualquier otro método aprobado por la Interventoría para su protección.

Una vez aceptado el material por parte de la Interventoría, y que hayan sido revisadas y aprobadas las tuberías instaladas y las demás estructuras a cubrir, el Contratista procederá a la colocación del lleno evitando la contaminación con materiales extraños e inadecuados.

La colocación se hará por métodos mecánicos o manuales, en capas de 0,20 m de espesor máximo, de acuerdo con el tipo de trabajo, pero preservando siempre la estabilidad y la integridad de las instalaciones existentes y de las que se están ejecutando.

Se tendrá especial cuidado en la compactación de manera que no se produzcan presiones laterales, vibraciones o impactos que causen roturas o desplazamientos de los elementos que se instalan o de otras estructuras existentes.

El espesor de cada capa y el número de pasadas del equipo de compactación estarán definidos por la clase de material, el equipo utilizado y la densidad especificada.

La Interventoría podrá exigir que el equipo reúna características determinadas de acuerdo con:

- Dimensiones de la excavación.
- Espesor total del lleno.
- Volumen total del lleno.
- Características del suelo de lleno.
- Resultados de los ensayos de compactación y de CBR.

En el proceso de compactación deberá obtenerse una densidad igual o mayor que el 90% de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado. La humedad del material será controlada de manera que permanezca en el rango requerido para obtener la densidad especificada. Si llegan a ocurrir asentamientos del material de lleno o desplazamientos de las tuberías o estructuras, esto se considerará como evidencia de un trabajo mal ejecutado o del uso de materiales inadecuados, o ambas cosas, lo cual hará responsable al Contratista de su reparación sin costo alguno.

Antes de pasar el equipo sobre las tuberías o estructuras, la profundidad del lleno sobre ellas tendrá que ser suficiente, para que permita el paso de tales equipos sin que se presenten esfuerzos o vibraciones perjudiciales.

Se rechazan como materiales de lleno la materia orgánica, arcillas expansivas, material granular mayor de 75 mm (3”), escombros, basuras y los suelos con límite líquido mayor del 50% y humedad natural que por su exceso no permita obtener la compactación especificada.

### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y todos los costos, que se requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta el Análisis de precios unitarios al elaborar la propuesta. El valor de este ítem se pagara por metro cubico.

#### 6.5.1.3. CARGUE, RETIRO Y DISPOSICIÓN FINAL DEL MATERIAL SOBRENTE

### **DESCRIPCIÓN**

Cuando el material sobrante proveniente de las excavaciones deba retirarse a un sitio fuera de las áreas de trabajo, el Contratista lo hará asumiendo la responsabilidad por la disposición final del material en los botaderos por él determinada y debidamente aprobada por la autoridad competente durante la ejecución las obras. La cantidad de material a retirar será determinada por la Interventoría.

En los casos en que la Interventoría considere adecuado utilizar este material en otra zona de trabajo, ésta se considerará como botadero para la disposición final del material.

### **MEDIDA FORMA DE PAGO:**

La medida será por metro cúbico (m<sup>3</sup>) medido en el sitio. Los volúmenes a retirar y pagar serán los desalojados por la obra civil o la tubería y sus demás estructuras complementarias (empotramientos, cascajos, filtros, entresuelo, etc.) más el volumen desalojado por el material de préstamo y el afirmado. El volumen de exceso que resulta de la expansión del material, no tendrá pago por separado.

En el precio unitario quedarán incluidos los permisos y derechos de botadero, cargue, transporte a cualquier distancia, la adecuada disposición final del material, equipo, mano de obra y herramienta y todos los costos directos e indirectos en que incurra el Contratista para realizar correctamente esta actividad.

#### 6.5.1.4. ENTIBADO METALICO

**Este ítem se incluye en el evento en que el ingeniero de suelos establezca en terreno la necesidad de utilizarlo.**

### **DESCRIPCIÓN**

Se refiere a la protección del personal y evitar los derrumbes durante la excavación, consiste en colocar una plancha metálica soportada con puntales metálicas de lado y lado de la zanja,

## **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:**

La medida será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) medido en el sitio. Las áreas a entibar se pagaran por metro cuadrado incluyendo la sacada de las planchas al terminar de colocar las tuberías.

### 6.5.2. INFORMACION COMPLEMENTARIA

#### 6.5.2.1. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Al finalizar la obra, la firma Contratista debe presentar al constructor un manual donde se haga énfasis en las rutinas y procedimientos a seguir para el buen funcionamiento y preservación de las instalaciones objeto del contrato.

#### 6.5.2.2. PLANOS RECORD

Al igual que el manual de mantenimiento, se debe entregar una copia completa de los planos récord de instalaciones procurando que la información allí plasmada sea lo más fiel con el propósito de que sirvan como un buen material de consulta.

### 6.5.3. DESINFECCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

Antes de dar al servicio el sistema de agua potable, se recomienda desinfectarlo de una de las siguientes maneras:

- Se llenan las tuberías de una solución que contenga 50 partes por millón de cloro disponible y se mantendrán llenas durante 6 horas después de las cuales se vaciarán y se permitirá circular agua potable a través de ellas hasta evacuar y lavar completamente la solución.
- O siguiendo el procedimiento anterior utilizar una solución 100 P.P.M. de cloro disponible durante dos horas.

### 6.5.4. PRUEBAS DE INFILTRACIÓN Y ESTANQUEIDAD DE LA TUBERÍA

El Contratista, en presencia de la Interventoría, probará la impermeabilidad y estanqueidad de las tuberías instaladas con el objeto de corregir las infiltraciones o fugas que se presenten.

Estas pruebas deberán realizarse una vez se termine de instalar el tramo y se construyan las cámaras de ambos extremos. El Contratista avisará oportunamente la fecha en la cual efectuará las pruebas de infiltración y estanqueidad, actividad para la cual suministrará los equipos, accesorios y el personal que se requiera. Será requisito necesario para el pago final de uno o más tramos de tubería instalada, el que las pruebas hayan sido efectuadas con resultados satisfactorios.

El tiempo mínimo para las pruebas será de 4 horas, con lecturas a intervalos de 30 minutos. Al calcular la longitud de tubería que contribuye con infiltración o fugas, se incluirán las longitudes de las conexiones domiciliarias si las hubieren, en la longitud total. Las domiciliarias y la tubería deberán taponarse adecuadamente.

**1. Prueba de infiltración.** La prueba de infiltración se realizará cuando el nivel freático está por encima de las tuberías una vez conformados los llenos. Consiste en medir la cantidad de agua infiltrada en un tramo de tubería taponada en ambos extremos, superior e inferior. La medición del agua se hará por cualquier método que garantice una precisión aceptable. Antes de iniciar la prueba, el tramo de tubería que va a ensayarse se dejará saturar de agua para evitar que la absorción por la tubería de concreto afecte los resultados. Una vez producida la saturación se procederá a extraer el agua de la tubería con el fin de iniciar la prueba.

**2. Prueba de estanqueidad.** Se efectuará la prueba de estanqueidad mediante sello provisional del alcantarillado en la cámara situada en el extremo inferior del tramo que va a probarse, y luego llenando la red con agua hasta una altura de 0,30 metros por encima de la clave, en la cámara de la parte superior del tramo que se prueba. La fuga será la cantidad medida de agua que sea necesario agregar para mantener el nivel a esa altura.

**3. Criterio de aceptación.** Una vez realizadas las pruebas, el criterio de aceptación de la tubería será el que se indica en la siguiente tabla. La infiltración o fuga máxima permisible, en litros por hora por metro de tubería, será:

#### **Diámetro de la tubería Valor máximo de infiltración o fuga l/h/m**

150 mm (6") 0,14

200 mm (8") 0,19



250 mm (10") 0,23  
 300 mm (12") 0,28  
 375 mm (15") 0,36  
 450 mm (18") 0,42  
 500 mm (20") 0,47  
 600 mm (24") 0,56

El exceder los valores anotados será motivo para rechazar la instalación de la tubería, y por lo tanto el Contratista debe proceder a hacer las reparaciones en las juntas o inclusive a variar el sistema y material de la junta, si esto se requiere, bajo su costo y responsabilidad hasta corregir los defectos encontrados.

## 6.6. MEMORIAS DE CÁLCULO

### 6.6.1. SISTEMA DE SUMINISTRO

#### 6.6.1.1. FORMULAS UTILIZADAS

Se utilizó el método de UNIDADES DE HUNTER para establecer el caudal por cada tramo de tubería.

Las pérdidas de presión en las tuberías debido a la fricción se utilizó la ecuación de Darcy Weisbach:

$$hf = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Donde: hf = Pérdidas por fricción en m  
 f = Factor de fricción Adimensional.  
 L= Longitud de la Tubería de m.  
 D= Diámetro Interno de la Tubería en m.  
 V= Velocidad en m/s.

El factor de fricción (f) se puede encontrar usando la ecuación de Colebrook-White usando métodos iterativos: si  $Re > 2200$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left( \frac{Ks}{3.7d} \oplus \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Donde:  $f$ = Factor de fricción Adimensional.  
 $K_s$ = Rugosidad Absoluta en m  $15e-6$  m.  
 $D$ = Diámetro Interno de la Tubería en m.  
 $Re$ = Número de Reynolds.

Si  $Re < 2200$

$$f = \frac{64}{Re}$$

El Número de Reynolds se calcula con la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{vd}{V}$$

Donde:  $v$ = Velocidad en m/s.  
 $d$ = Diámetro Interno de la Tubería en m.  
 $V$ = Viscosidad cinemática del agua en  $m^2/s$ .

Para el cálculo de las pérdidas menores se emplea la siguiente ecuación:

$$h_m = K_m \frac{V^2}{2g}$$

Donde:  $h_m$ = Pérdida menor en m. Velocidad en m/s.  
 $K_m$ = Coeficiente de pérdidas menores del accesorio.  
 $V$ = Velocidad en m/s.

Para determinar el Coeficiente de pérdidas menores de los accesorios se consultó la información del Texto “Hidráulica General” de Gilberto Sotelo Avila. Capítulo 8 Resistencia al flujo en conductos a presión. o “Hidráulica de Tuberías” de Juan G. Saldarriaga Anexo 2 Capítulo 2 Diseño de Tuberías Simples..

El cálculo de la ruta crítica se efectuó mediante la aplicación del teorema de BERNOULLI.

$$Z_A + \frac{P_A}{\rho g} + \frac{V_A^2}{2g} = Z_B + \frac{P_B}{\rho g} + \frac{V_B^2}{2g} + H(A-B)$$

## 6.6.2. SISTEMA DE DESAGUES

### 6.6.2.1. FORMULAS UTILIZADAS

El cálculo de las tuberías horizontales y conducciones de desagües con flujo libre se realizó mediante la fórmula de Manning

$$Q = \frac{1}{n} \otimes R h^{2/3} \otimes S^{1/2} \otimes A$$

Donde:

R	Radio Hidráulico de la sección
S	Pendiente Longitudinal
A	Area de la sección
n	Coficiente de Rugosidad

El cálculo de las bajantes de aguas negras y aguas lluvias se realizó mediante la fórmula:

$$Q = 1754 * d^{8/3} * r^{5/7}$$

Donde:

r = 7/24 Relación de área del anillo de agua y la sección

d = Diámetro en pulgadas

El cálculo de las ventilaciones se realizó de la siguiente manera:

Velocidad Terminal (m/s)

$$V_t = 2.76 \bullet \left( \frac{q}{d} \right)^{2/5}$$

Donde “q” es el caudal de la bajante en l/s y “d” el diámetro de la bajante en pulgadas.

Caudal de Aire (l/s)

$$Q_a = 0359 \bullet V_t \bullet d^2$$

Velocidad del aire

$$V_a = 1.973 \bullet \frac{Q_a}{d^2}$$

Cálculo de  $f$  ( $Re, K_s(m), d(m)$ ) donde  $K_s$ -pvc 0.0015mm y  $Re$ (viscosidad cinemática del aire a 14°C,  $1.6e-5 \text{ m}^2/\text{s}$ )

Cálculo de la Longitud máxima de la ventilación

$$25.4 = f \cdot \frac{L}{D(m)} \cdot \frac{Va^2}{2g} + (SumaKm \cdot \frac{Va^2}{2g})$$

El cálculo del caudal de aguas lluvias se realizó mediante la fórmula:

$$Q = C * I * A$$

Donde:

$C = 1$  (Coeficiente de permeabilidad)

$A = \text{Area}$

$I = \text{intensidad (120 mm/hora)}$

## 7. ANEXOS