**CONTRATO: No. 2019-CT-564**

# REALIZAR ESTUDIOS Y DISEÑOS DE INFRAESTRUCTURA PROYECTOS DE PRESUPUESTO PARTICIPATIVO EN EL MUNICIPIO DE CHIA, CUNDINAMARCA

## DISEÑO HIDROSANITARIO

## PROYECTO: ASOJUNTAS

## INFORME: VERSION 1

## DICIEMBRE DE 2019

## BOGOTÁ D.C, COLOMBIA

# Contenido

INFORME DE DISEÑO DE REDES DE SUMININISTRO, SANITARIAS, AGUAS LLUVIAS, CONTRAINCENDIO Y GAS. ..... 5

1. ASPECTOS GENERALES ..... 5
   1.1. INTRODUCCIÓN ..... 5
   1.2. LOCALIZACIÓN ..... 5
   1.3. ALCANCE ..... 6
   1.4. TRABAJO NO INCLUIDO ..... 6
   1.5. NORMATIVA ..... 6
   1.6. ABASTECIMIENTO DE AGUA ..... 6
2. METODOLOGIA ..... 7
   2.1. MODELOS MATEMATICOS GENERALES ..... 7
   2.2. CALCULO DE FLUJO A PRESION ..... 8
   2.3. SISTEMA DE BOMBEO ..... 13
   2.4. CALCULO DE FLUJO A SUPERFICIE LIBRE ..... 16
   2.5. CALCULO DE REDES CONTRAINCENDIO ..... 20
   2.6. CALCULO DE FLUJO COMPRESIBLE (GAS) ..... 23
3. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS ..... 26
   3.1. ACOMETIDA ..... 26
   3.2. RED DE SUMINISTRO DE AGUA FRÍA POTABLE ..... 27
   3.3. REDES DE VENTILACION Y DESAGÜE DE AGUAS RESIDUALES Y LLUVIAS: BAJANTES, RAMALES Y COLECTORES ..... 27
   3.4. RED CONTRA INCENDIO ..... 28
   3.5. RED DE GAS ..... 28
   3.6. MONTAJE DE APARATOS ..... 29
   3.7. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y OBRA CIVIL ..... 29
   3.8. TAPONES PARA INSTALACIONES HIDROSANITARIAS ..... 29
   3.9. SUMINISTRO EQUIPOS ..... 29
   3.10. PRUEBAS ..... 30
4. ESPECIFICACIONES GENERALES ..... 31
   4.1. EXCAVACIONES ..... 31
   4.2. RELLENOS ..... 32

4.3. SOPORTES PARA TUBERÍAS ..... 32
5. ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS ..... 33
5.1. CONDICIONES GENERALES PARA LA PROPUESTA DE SUMINISTRO DE EQUIPOS ..... 33
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 34
7. ANEXOS - MEMORIAS DE CÁLCULO ..... 35
7.1. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ..... 35
7.2. RED DE SUMINISTRO ..... 35
7.3. DISEÑO SISTEMA DE BOMBEO RED DE SUMINISTRO ..... 35
7.4. RED DE DESAGÜE AGUAS NEGRAS ..... 35
7.5. RED DE DESAGÜE AGUAS LLUVIAS ..... 36
7.6. RED CONTRAINCENDIO – SISTEMA DE ROCIADORES ..... 36
7.7. RED CONTRAINCENDIO – SISTEMA GABINETES ..... 36
7.8. DISEÑO SISTEMA DE BOMBEO RED CONTRAINCENDIO ..... 36
7.9. RED DE GAS ..... 36
8. REFERENCIAS ..... 37

# LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de Diseño alcantarillado RAS 2017 ..... 16
Tabla 2. Caudales en función de unidades de descarga..... 17
Tabla 3. Coeficientes curva IDF – TABIO GJA ..... 18
Tabla 4. Valores de Intensidad para distintos tiempos de concentración ..... 19
Tabla 5. Constante C de Pole..... 24
Tabla 6. Anchos de excavación para tuberías de alcantarillado ..... 31

# LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Localización del Proyecto ..... 5
Figura 2. Método de Hunter Modificado ..... 8
Figura 3. Curva característica de una bomba..... 14
Figura 4. Selección sistema de bombeo óptimo ..... 14
Figura 5. Curva IDF Estación TABIO GJA..... 19

# INFORME DE DISEÑO DE REDES DE SUMININISTRO, SANITARIAS, AGUAS LLUVIAS, CONTRAINCENDIO Y GAS.

## 1. ASPECTOS GENERALES

### 1.1. INTRODUCCIÓN

El presente informe junto con las especificaciones y los planos que se mencionan adelante forman parte integral y complementaria para el proyecto: REALIZAR ESTUDIOS Y DISEÑOS DE INFRAESTRUCTURA PROYECTOS DE PRESUPUESTO PARTICIPATIVO EN EL MUNICIPIO DE CHIA, CUNDINAMARCA.

Este proyecto está constituido por una edificación de 1 piso el cual tiene como uso: tres (3) auditorios. Este edificio cuenta con su red de suministro de agua potable, sistema de red contra incendio compuesto por la combinación de gabinetes y rociadores, y red de desagüe de aguas negras y lluvias, además de la red de gas natural. Este edificio atenderá una población máxima de 230 usuarios incluidos espectadores, conferencistas, trabajadores y personal de logística para un área total construida de 482.01m$^2$.

### 1.2. LOCALIZACIÓN

El proyecto se encuentra en el municipio de Chía (Cundinamarca), sobre la Calle 12 entre Cra. 7ª y 9. Las coordenadas aproximadas son: 4.8607922°N, 74.0579746°W.

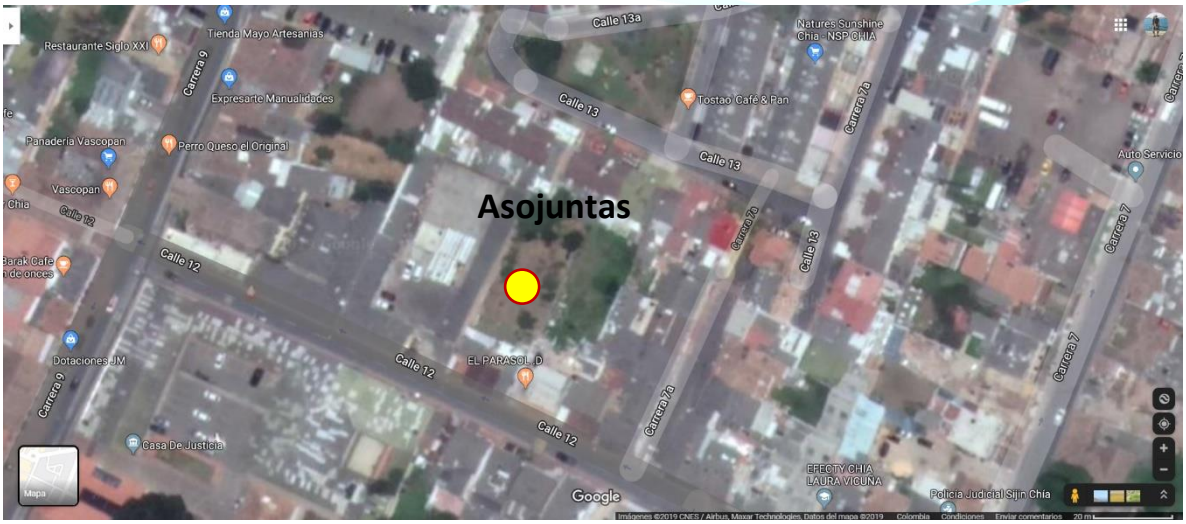



*Figura 1. Localización del Proyecto*

## 1.3. ALCANCE

El presente informe incluye aspectos generales, metodología, especificaciones de materiales y equipos que se tuvieran en cuenta para el desarrollo de los diseños, parámetros, análisis de información, memorias de cálculo, conclusiones y recomendaciones.

## 1.4. TRABAJO NO INCLUIDO

El diseño no incorpora los siguientes aspectos:

- Diseño de alimentación eléctrica para los equipos y sistemas que requiera el proyecto.
- Diseño de cimentaciones, estructural y/o arquitectónico de los elementos que hagan parte del sistema.

## 1.5. NORMATIVA

El diseño se realizó teniendo en cuenta las siguientes normas vigentes:

- Norma Técnica NTC-1500: Código Colombiano de Fontanería
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Resolución 0330 del 8 de junio de 2017)
- Norma norteamericana de protección contra incendio (NFPA – National Fire Protection Agency)
- NTC 2505 - Instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales

## 1.6. ABASTECIMIENTO DE AGUA

El abastecimiento de agua se obtendrá de una acometida tomada de la red de distribución de 4” de la calle 12, la cual alimenta el tanque de almacenamiento subterráneo de agua potable. El sistema está compuesto por un punto de suministro que viene de la vía existente, al costado norte de la calle y entra al predio. Del mismo modo, se ha planteado un bypass para alimentar el tanque de red contra incendio y el tanque de agua potable.

# 2. METODOLOGIA

## 2.1. MODELOS MATEMATICOS GENERALES

En el estudio se emplean los modelos matemáticos de:

### *2.1.1.FLUJO A PRESION*

- Método de Hunter Modificado para el cálculo de caudales (NTC 1500)
- Ecuación de continuidad para el cálculo de velocidades y diámetros
- Ecuación de Bernoulli el cálculo de flujo a presión
- Ecuación de Darcy-Weisbach para el cálculo de las pérdidas de presión
- Ecuaciones de Poiseuille (Flujo laminar) y Colebrook-White (Flujo en transición y turbulento) para el cálculo del coeficiente de fricción (*f*)

### *2.1.2.FLUJO A SUPERFICIE LIBRE*

- Método Racional para el cálculo de caudales por escorrentía superficial
- Uso de Curva Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)
- Ecuación de Manning para el cálculo de flujo a superficie libre

### *2.1.3.RED CONTRA INCENDIO*

- Ecuación de continuidad para el cálculo de velocidades y diámetros
- Ecuación de Bernoulli el cálculo de flujo a presión
- Ecuación de Darcy-Weisbach para el cálculo de las pérdidas de presión
- Ecuaciones de Poiseuille (Flujo laminar) y Colebrook-White (Flujo en transición y turbulento) para el cálculo del coeficiente de fricción (f)

### *2.1.4.RED DE GAS*

- Para el cálculo de redes de presión baja se usa la ecuación de Pole.
- Para presión alta, la ecuación de Müller.

## 2.2. CALCULO DE FLUJO A PRESION

### *2.2.1. UNIDADES DE CONSUMO (NTC 1500)*

Las unidades de consumo se obtienen de acuerdo a la tabla 8 de la NTC 1500, ver ANEXOS.

### *2.2.2. METODO DE HUNTER MODIFICADO (NTC 1500)*

Es un método probabilístico que viene a partir del método de hunter, el cual se basa en que todos los aparatos instalados no funcionan simultáneamente; por esta razón se deben distinguir varios tipos de caudal.

El método pretende evaluar el caudal máximo probable y se basa en el concepto de que únicamente unos pocos aparatos, de todos los que están conectados al sistema, entrarán en operación simultánea en un instante dado. El efecto de cada aparato que forma parte de un grupo numeroso de elementos similares, depende de:

- Caudal del aparato, o tasa de flujo que deja pasar el servicio.
- Frecuencia de uso: tiempo entre usos sucesivos.
- Duración de uso: tiempo que el agua fluye para atender la demanda del aparato.

Para este caso se realiza una reducción del caudal promedio de los aparatos respecto del que usa el método original.

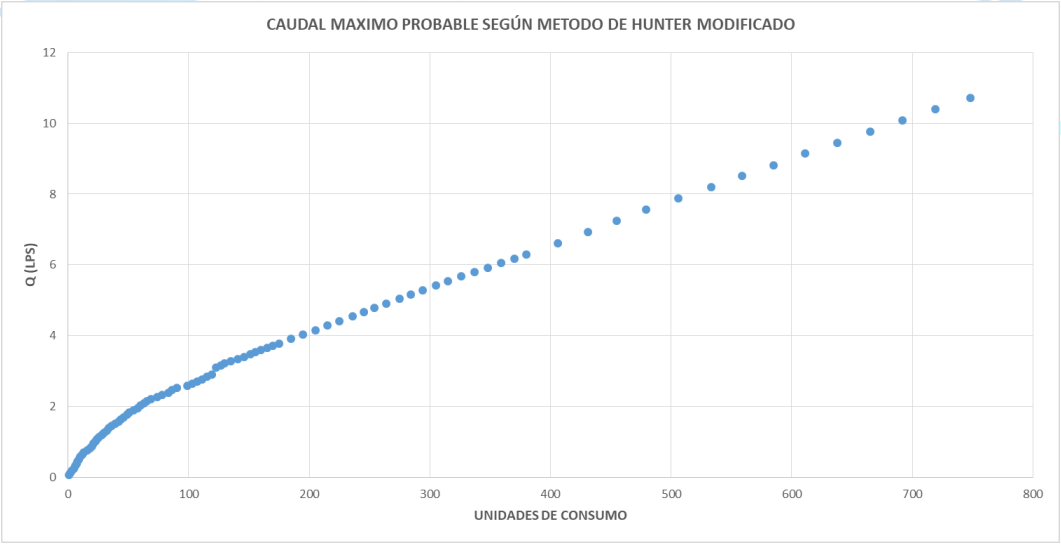



*Figura 2. Método de Hunter Modificado*

### *2.2.3. MODELO DE CÁLCULO REDES DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE*

#### 2.2.3.1. VELOCIDADES Y DIAMETROS

Para el cálculo de velocidades y diámetros se usa la ecuación de continuidad.

$$Q = V \cdot A$$

Dónde: Q es el que transporta la tubería ($m^3/s$), V es la velocidad media del flujo (m/s) y A es el área de la tubería ($m^2$).

#### 2.2.3.2. CALCULO DE PRESION

Para el cálculo de presión se usa la ecuación de Bernoulli.

$$Z_A + \frac{P_A}{\gamma} + \frac{{V_A}^2}{2g} = Z_B + \frac{P_B}{\gamma} + \frac{{V_B}^2}{2g} + h_A^B$$

Dónde: Z es la altura de posición (m), P/γ es la altura de presión (m), $v^2/2g$ (m) es la altura de velocidad y h son las perdidas por fricción y por accesorios entre el nodo inicial y final.

#### 2.2.3.3. CALCULO DE PERDIDAS DE ENERGIA

Las pérdidas por fricción en las tuberías a presión, se evalúan, mediante la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \cdot \frac{L_T}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

En donde:

f: Coeficiente de fricción
$L_T$: Longitud de la tubería (sumatoria de tramos horizontales, verticales y longitudes equivalentes)
D: Diámetro de la tubería
v: Velocidad del fluido en la tubería
g: Aceleración de la gravedad

Para obtener la pendiente de la línea de energía por altura de velocidad se hace de la siguiente forma:

$$S_f = \frac{h_f}{L_T}$$

Para tener en cuenta las perdidas por accesorios, se tendrá en cuenta la sumatoria de las longitudes equivalentes para el cálculo de las pérdidas totales de la siguiente forma.

$$L_T = \sum L_H + \sum L_V + \sum L_e$$

Donde:

$L_H$ = Longitudes horizontales

$L_V$ = Longitudes verticales

$L_e$ = Longitudes equivalentes por accesorios

---

*Nota: La tabla de longitudes equivalentes por pérdidas de accesorios se encuentran en el anexo 7.2.6*

---

Por otro lado, para determinar el coeficiente de fricción “f” se usara la ecuación de Colebrook-White expresada mediante lo siguiente:

Para flujo laminar (Re<2000),

$$\frac{64}{Re}$$

Para flujo turbulento (Re>4000),

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{K_s}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}}\right)$$

Donde:

$K_s$: Rugosidad absoluta de la tubería ($1.5x10^{-6}$ m para PVC Y $6x10^{-5}$ m para hierro forjado o acero)
D: Diámetro
f: Coeficiente de fricción
Re: Número de Reynolds el cual está dado por la siguiente ecuación:

El número de Reynolds es:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\gamma}$$

Donde:

v: Velocidad media (m/s)
D: Diámetro real de la tubería (m)
v: Viscosidad cinemática del agua ($1.139x10^{-6}$ a 15°C)

---

*Nota: ver anexo 7.2 para verificar los cálculos de la red de suministro de agua potable*

---

### 2.2.4. DIMENSIONAMIENTO TANQUE SUMINISTRO AGUA POTABLE

Para el dimensionamiento del tanque de agua potable se tuvo en cuenta una población permanente de 135 usuarios incluyendo espectadores, conferencistas, trabajadores y personal de logística. Del mismo modo, se consideró una dotación de 8l/hab.dia, valido para oficinas en clima frio.

El volumen total se calculó en caso de que se tuviera discontinuidad del servicio de tres (3) días de la siguiente forma:

$$V = \frac{135hab * \frac{8l}{hab \cdot d} * 3d}{\frac{1000l}{m^3}} = 3.24m^3$$

---

*Nota: ver anexo 7.1.1 para verificar el cálculo y dimensionamiento del tanque de almacenamiento*

---

### 2.2.5. DESINFECCIÓN

Debido a que existen casos en que la red de acueducto de una ciudad o municipio no cumple al 100% los rangos mínimos de calidad del agua potable, se hace la recomendación de hacer una desinfección manual en el tanque de suministro de agua potable, de la cual debe ser responsable el encargado de mantenimiento de la edificación. Por otro lado, se extiende la recomendación para el tanque de abastecimiento de la red contraincendio para evitar el riesgo de afectación de la salud de los usuarios.

Finalmente para la desinfección de los tanques se recomienda hacer una solución de hipoclorito de sodio (cloro comercial) cuya concentración dependerá de la cantidad de materia orgánica presente en el agua. Se ha definido las siguientes concentraciones de acuerdo al nivel de desinfección que se necesite:

| Materia orgánica | Concentración de hipoclorito de sodio ppm | Concentración de hipoclorito de sodio (%) | Tiempo de la actividad (min) |
|---|---|---|---|
| alta | 2500 | 0.5 % | 15 |
| baja | 2000 | 0.2 – 0.25% | 20-30 |

**Fuente:** INVIMA – ECOCAPITAL

Para realizar las diluciones requeridas según desinfección se tendrá en cuenta la siguiente fórmula:

$$V = \frac{C_d \cdot V_d}{C_c}$$

Donde:

V: volumen requerido de hipoclorito de sodio
$C_d$: concentración deseada
$V_d$: volumen deseado
$C_c$: concentración conocida del hipoclorito de sodio

### *2.2.6.IMPERMEABILIZACIÓN*

Los tanques deben contar con un sistema de impermeabilización en pañete impermeabilizado 1:3 de espesor de 1.5cm.

## 2.3. SISTEMA DE BOMBEO

Para el cálculo del sistema de bombeo se debe tener en cuenta el trazado de la red, el cálculo de pérdidas por succión, cálculos de pérdidas por descarga al punto más remoto y la configuración del sistema de bombeo con el tanque.

### *2.3.1.ALTURA DINAMICA DEL SISTEMA*

Para obtener la curva de desempeño del sistema se debe calcular la altura dinámica para el caudal de operación y caudales variable.

La altura dinámica se calcula de la siguiente forma:

$$H_D = H_e + \sum H_s + \sum H_d$$

Donde:

$H_D$ = Altura dinámica del sistema (m)
$H_e$ = Altura estática del sistema - Elevación del aparato más desfavorable menos la elevación del nivel mínimo del agua en el tanque de agua (m)
$H_S$ = Perdidas por succión (m)
$H_d$ = Perdidas por descarga (m)

### *2.3.2.POTENCIA REQUERIDA DE LA BOMBA*

Para el cálculo de la potencia requerida se debe calcular la altura dinámica en función del caudal de operación, finalmente la potencia se obtiene de la siguiente forma:

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_D}{n \cdot 75}$$

Donde:

P = Potencia del sistema (HP)
γ = Densidad del agua (999.1kg/$m^3$ a 15°C)
Q = Caudal de operación de la bomba ($m^3$/s)
$H_D$ = Altura dinámica del sistema (m)
n = eficiencia de la bomba como factor de seguridad en caso de que disminuya su rendimiento (para este caso se toma del 60%)

### *2.3.3.CURVA DE COMPORTAMIENTO DE LA BOMBA*

Para la obtención de la curva de comportamiento de la bomba se deben usar catálogos de firmas que suministren e instalen sistemas de bombeo con los cuales se pueden seleccionar bombas que se ajusten al sistema a partir de los siguientes parámetros:

- Potencia del sistema (HP)
- Caudal de operación de la bomba (GPM o $m^3$/s)
- Altura dinámica del sistema (ft o m)

Para simular el comportamiento de la curva de cada bomba se debe hacer una regresión polinómica de grado 2.

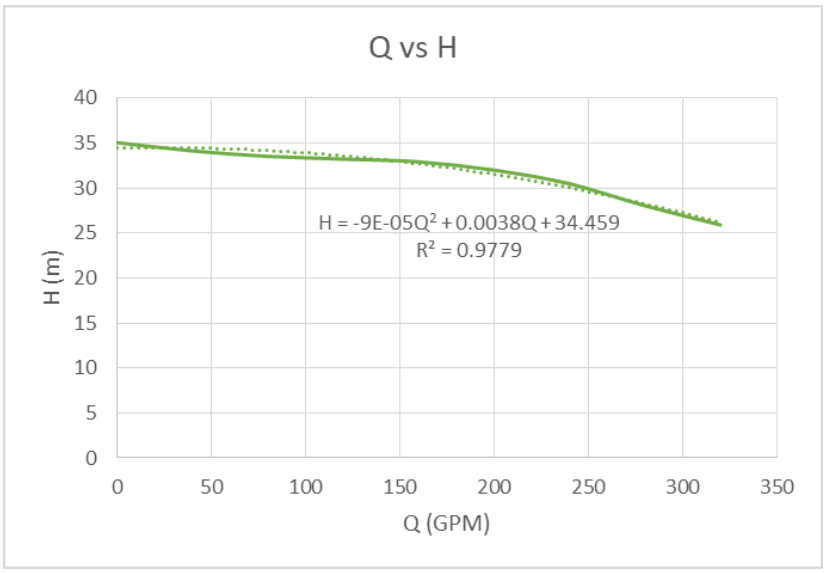



*Figura 3. Curva característica de una bomba*

Después de seleccionar varios sistemas, se debe buscar el más óptimo el cual funcione con un caudal medio y una altura dinámica mayor en caso de que esta disminuya su eficiencia.

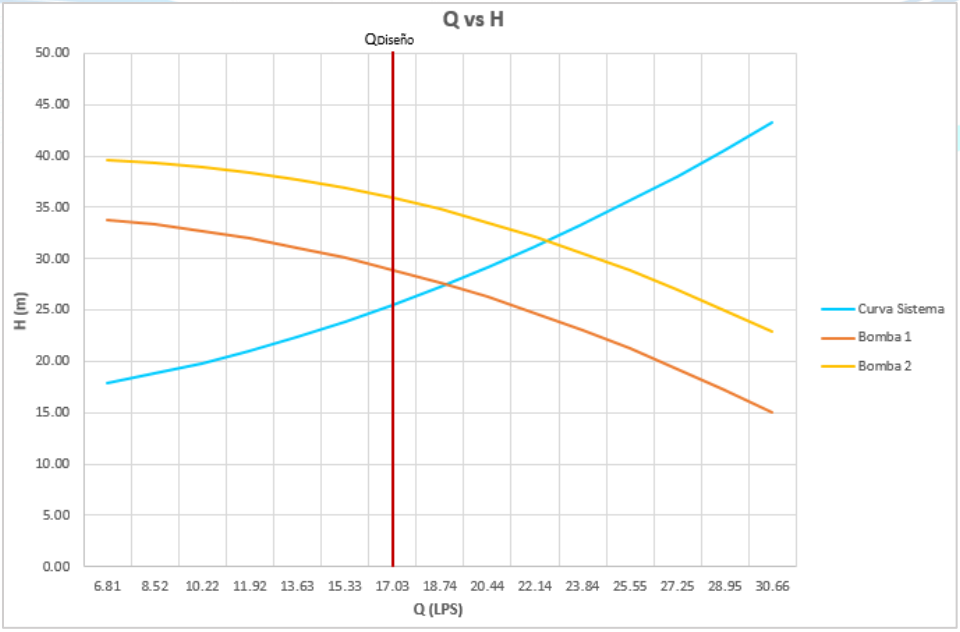



*Figura 4. Selección sistema de bombeo óptimo*

### *2.3.4. CALCULO NPSH DISPONIBLE*

Para garantizar el cumplimiento de que el NPSH disponible por el sistema sea mayor al requerido se debe hacer la siguiente verificación:

$$NPSH_{disp} = P_{atm} - P_v - H_{es} - \sum H_s$$

Donde:

$P_{atm}$ = Presión atmosférica del sitio (106hPa o 10.363m)
$P_v$ = Presión de vapor del agua (17.06 hPa o 0.174m a 15°C)
$H_{es}$ = Altura estática de succión medida desde el nivel mínimo (m)
$H_s$ = Pérdidas totales en la succión (m)

Por otro lado, el NPSH requerido es el obtenido del catálogo de la bomba para el caudal de operación (ft o m)

Finalmente se debe verificar lo siguiente:

$$NPSH_{disp} \geq NPSH_{req}$$

---

*Nota: Ver anexos 7.3 y 7.8 para verificar los cálculos de los sistemas de bombeo de la red de suministro y red contra incendio*

---

### *2.3.5.SISTEMA BOMBEO DE LIMPIEZA*

Con el fin de hacer limpieza y mantenimiento al tanque de almacenamiento se planteó un sistema eyector compuesto por una bomba de por lo menos 1.0HP, un caudal de diseño de 72.52 GPM y un diámetro de descarga de 2".

---

*Nota: Ver el anexo 7.3.7 para verificar los cálculos de los sistemas bombeo de limpieza y mantenimiento*

---

## 2.4. CALCULO DE FLUJO A SUPERFICIE LIBRE

### *2.4.1.ECUACION DE MANNING*

Para el cálculo de los diámetros, pendientes y velocidades se utiliza la ecuación de Manning.

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

En donde:

n = Coeficiente de Manning (0.009 para tuberías de PVC)
V = Velocidad media en la tubería (m/s)
R = Radio hidráulico - D/4 para canales circulares (m)
S = Pendiente de la tubería (m/m)

### *2.4.2.CRITERIOS DE DISEÑO*

De acuerdo a la Resolución 0330 del 8 de junio de 2017 los criterios de fuerza tractiva, velocidad mínima, borde libre y velocidad máxima son los siguientes:

*Tabla 1. Criterios de Diseño alcantarillado RAS 2017*

| Tipo de Desagüe | Fuerza Tractiva | | Velocidad mínima (m/s) | d/Do | Velocidad máxima (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|
| | Pa ($N/m^2$) | $kg/m^2$ | | | |
| Aguas Negras | 1 | 0.1 | Cumpla fuerza tractiva | 0.85 | 5.00 |
| Aguas Lluvias | 2 | 0.2 | Cumpla fuerza tractiva | 0.93 | 5.00 |

### *2.4.3.AGUAS RESIDUALES*

Las redes de desagües sanitarios del proyecto se conducirán con un sistema de tuberías que serán evacuadas por gravedad hasta entregar a las cajas de inspección y luego a los pozos de inspección existentes de la red de alcantarillado público.

En la determinación de los caudales dentro de las redes se utilizó el sistema de Unidades de Descarga de la Tabla 12 (NTC 1500). Para establecer los diámetros y pendientes en las tuberías circulares se utilizó la fórmula de Manning.

Para el cálculo de caudales, se recomiendan las siguientes ecuaciones en función de las unidades de descarga:

*Tabla 2. Caudales en función de unidades de descarga*

| | |
|---|---|
| Si UD<10: | $Q = 0.1700\ (UD)^{1}$ |
| Si 10<=UD<20: | $Q = 0.7268\ (UD)^{0.3661}$ |
| Si 20<=UD<100: | $Q = 0.6321\ (UD)^{0.4134}$ |
| Si 100<=UD<200: | $Q = 0.5900\ (UD)^{0.4266}$ |
| Si 200<=UD<500: | $Q = 0.4208\ (UD)^{0.4901}$ |
| Si 500<=UD<1000: | $Q = 0.2546\ (UD)^{0.5699}$ |

*Fuente: Héctor Matamoros, Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito"*

---

*Nota: Ver los anexos 7.4.1 a 7.4.3 para verificar los cálculos de la red de desagüe de aguas negras.*

---

#### 2.4.3.1. Dimensionamiento de tuberías de ventilación

El dimensionamiento de las tuberías de ventilación se obtuvo a partir de las tablas 19, 20 y 21 de la NTC 1500 en función de las unidades de descarga de cada espacio arquitectónico.

En edificaciones que manejen cubiertas livianas, las ventilaciones pueden salir a cubierta a través de un cuello de ganso a través de las bajantes de Aguas Negras y/o rejillas hacia fachada cuyos tubos pasaran horizontalmente por la placa aligerada.

---

*Nota: Ver el anexo 7.4.4 para verificar el dimensionamiento de la red de ventilación*

---

#### 2.4.3.2. Diseño de trampa de grasa

Debido a que en esta edificación no incluye cocinas industriales ni restaurantes, no es necesaria una trampa de grasas. Para este caso se recomienda hacer mantenimiento a la caja de inspección externa.

### *2.4.4.AGUAS LLUVIAS*

Las redes de aguas lluvias del proyecto se conducirán con un sistema de tuberías que serán evacuadas por gravedad hasta entregar a las cajas de inspección y luego a la red de alcantarillado público.

#### 2.4.4.1. Cálculo de caudales de Aguas Lluvias

Para la estimación de caudales se aplica el método racional:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3600}$$

En donde:

Q = Caudal (l/s)
I = Intensidad lluvia (mm/hora)
A = área de drenaje en $m^2$
C = Coeficiente de escorrentía (0.95 para cubiertas)

#### 2.4.4.2. Uso de Curva Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)

Para el cálculo de la intensidad de lluvia se tomó referencia la curva IDF de la estación TABIO GJA obtenida del IDEAM. Entonces a partir de la ecuación y los coeficientes correspondientes se obtuvo la gráfica de esta curva:

$$I = \frac{a \times T^b \times M^d}{\frac{t^C}{60}}$$

En donde:

I = Intensidad lluvia (mm/h)
T = Periodo de retorno, en años
M = Precipitación máxima promedio anual en 24h a nivel multianual (mm)
t = Duración de la lluvia, en minutos (min)

De acuerdo a la información obtenida los coeficientes son los siguientes para las distintas regiones:

*Tabla 3. Coeficientes curva IDF – TABIO GJA*

| REGION | a | b | c | d |
|---|---|---|---|---|
| Andina (R1) | 0.94 | 0.18 | 0.66 | 0.83 |
| Caribe (R2) | 24.85 | 0.22 | 0.5 | 0.1 |
| Pacifico (R3) | 13.92 | 0.19 | 0.58 | 0.2 |
| Orinoquia (R4) | 5.53 | 0.17 | 0.63 | 0.42 |

A partir de estos coeficientes se calcularon las intensidades de lluvia (mm/h) para distintos tiempos de concentración:

*Tabla 4. Valores de Intensidad para distintos tiempos de concentración*

| | Intensidad (mm/h) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Duración (min)** | 3 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| 2 | 239.35 | 262.41 | 297.27 | 350.58 | 397.17 | 449.94 |
| 5 | **130.74** | 143.33 | 162.37 | 191.49 | 216.94 | 245.76 |
| 10 | 82.74 | 90.71 | 102.76 | 121.19 | 137.29 | 155.54 |
| 15 | 63.31 | 69.41 | 78.64 | 92.74 | 105.06 | 119.02 |
| 30 | 40.07 | 43.93 | 49.77 | 58.69 | 66.49 | 75.32 |
| 60 | 25.36 | 27.80 | 31.50 | 37.14 | 42.08 | 47.67 |
| 90 | 19.41 | 21.27 | 24.10 | 28.42 | 32.20 | 36.48 |
| 120 | 16.05 | 17.60 | 19.93 | 23.51 | 26.63 | 30.17 |
| 150 | 13.85 | 15.19 | 17.20 | 20.29 | 22.98 | 26.04 |
| 180 | 12.28 | 13.46 | 15.25 | 17.99 | 20.38 | 23.09 |

Del mismo modo, se obtuvo la gráfica.

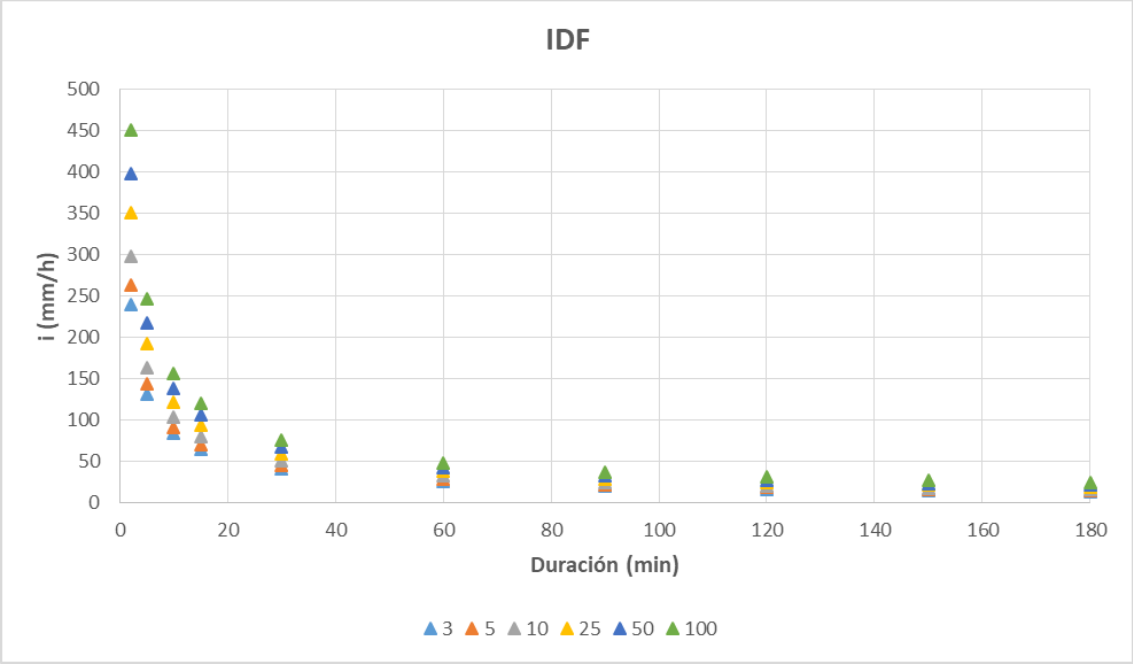



*Figura 5. Curva IDF Estación TABIO GJA*

#### 2.4.4.3. Intensidad de la lluvia de diseño

Finalmente, teniendo en cuenta que la pendiente de las cubiertas es mayor al **4%**, se toma un tiempo de concentración de **5min**, y teniendo en cuenta que el área del proyecto es menor a 0.5ha y son redes internas, se toma un periodo de retorno de **3 años**. Con estos valores se obtiene el valor de intensidad de la lluvia que es **130.74mm/h** de acuerdo a la Tabla 4 mostrada previamente.

---

*Nota: Ver el anexo 7.5 para verificar los cálculos de la red de desagüe de aguas lluvias.*

---

## 2.5. CALCULO DE REDES CONTRAINCENDIO

### *2.5.1. NORMAS*

Para el cálculo de las redes de red contraincendio se siguen las recomendaciones de las siguientes normas:

- NFPA 13 – Standard for the installation of Sprinkler Systems
- NFPA 14 – Standard for the installation of Standpipe and Hose Systems
- NFPA 20 – Standard for the installation of Stationary Pumps for Fire Protection
- NFPA 22 – Standard for Water Tanks for Private Fire Protection
- NFPA 25 – Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems.
- NSR 10 TITULO J – Requisitos de protección contra incendios en edificaciones.
- NSR 10 TITULO K – Requisitos complementarios.

### *2.5.2. GRUPO DE OCUPACION*

De acuerdo al numeral K.2.7 la edificación se clasifica en el grupo de ocupación **Lugares de Reunión (L)** como “Auditorios”. Por otro lado, se clasifica en el subgrupo **L-2** correspondiente a “Lugares de Reunión Culturales” de acuerdo al numeral K.2.7.3.

### *2.5.3. SISTEMA DE EXTINCION DE INCEDIO*

#### 2.5.3.1. SISTEMA DE GABINETES

De acuerdo al numeral J.4.3.5.2 la edificación requiere de un sistema de tomas fijas de agua para bomberos, debido al grupo de ocupación **Lugares de Reunión**.

Para este caso se debe instalar un (1) gabinete **Clase II** a cada lado del escenario con una manguera de 1 ½”, ya que puede ser usado por personal capacitado o brigadistas, en caso de que no estar presente el cuerpo de bomberos. Todo esto de acuerdo al título 5.3.2, 7.2.3.1, 7.8.1 y 7.10.2.1.1 de la NFPA 14.

Para la localización de los gabinetes se tuvo en cuenta que la distancia de acceso a los bomberos y el perímetro de alcance no fuera mayor a **30m**.

#### 2.5.3.2. SISTEMA DE ROCIADORES

De acuerdo al numeral J.4.3.5.1 la edificación requiere de un sistema de rociadores debido a que posee un escenario con áreas anexas como camerinos, bodegas, vestieres y salones de ensayos, además de que el escenario tiene cortinas.

En consecuencia, para la protección de zonas auditorios se consideró este sistema de acuerdo a las recomendaciones de la NFPA 13 - Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores.

#### 2.5.3.3. EXTINTORES PORTATILES

Finalmente, como complemento se deben usar extintores de fuego portátiles en los lugares que puedan ser más remotos y/o vulnerables.

### *2.5.4. CLASIFICACION RIESGO*

#### 2.5.4.1. SISTEMA DE GABINETES

De acuerdo al numeral J.3.3.1.2 y la Tabla J.3.3-1 la institución se clasifica como riesgo **Intermedio** o **categoría II**, ya que se encuentra en el grupo de ocupación **Lugares de Reunión**.

#### 2.5.4.2. SISTEMA DE ROCIADORES

Por otro lado, de acuerdo al título 5.2 de la NFPA 13 los **Auditorios** se consideran como riesgo **Leve** o **Ligero.**

### *2.5.5. CAUDAL MINIMO*

#### 2.5.5.1. SISTEMA DE GABINETES

De acuerdo al numeral 7.10.2.1.1 de la NFPA 14, el caudal mínimo para un (1) gabinete **Clase II** que tenga diámetro de salida de **1 ½"** es de **100GPM**.

#### 2.5.5.2. SISTEMA DE ROCIADORES

Para el sistema de rociadores el caudal depende del área y de la densidad que provea el rociador. De acuerdo a la ***Figura 11.2.3.1.1*** de la NFPA 13 se considera un área mínima por línea de rociador de 1500ft$^2$ (139.35m$^2$) teniendo en cuanto una densidad de 0.10GPM/ft$^2$ por rociador. Por otro lado de acuerdo a la ***Tabla 8.6.2.2.1 (a)***, el área de cobertura y separación máxima para un rociador de riesgo ligero con almacenamiento no inflamable es de 225ft$^2$ (12.08m$^2$) y 15ft (4.57m) respectivamente.

Finalmente, para un rociador de riesgo ligero el caudal máximo se obtiene de la siguiente forma:

$$Q_s = A_s \cdot D$$

Dónde: $Q_s$ es el caudal máximo que suministra el rociador, $A_s$ es el área de cobertura máxima del rociador y D es la densidad correspondiente.

Entonces el caudal equivalente es igual a:

$$22.5GPM = 225ft^2 \cdot 0.10 \frac{GPM}{ft^2}$$

### *2.5.6. PRESIÓN MÍNIMA*

#### 2.5.6.1. SISTEMA DE GABINETES

De acuerdo al título 7.8.1 de la NFPA 14, la presión mínima para gabinetes **Clase II** es de **65psi**.

#### 2.5.6.2. SISTEMA DE ROCIADORES

Por otro lado, la presión mínima por rociador debe ser de **15psi** en **riesgo ligero**.

### *2.5.7. PRESIÓN MÁXIMA*

#### 2.5.7.1. SISTEMA DE GABINETES

De acuerdo al título 7.8 de la NFPA 14, la presión máxima para el sistema debe ser de **100psi**. Si la presión es mayor, se deben usar válvulas reductoras de presión.

#### 2.5.7.2. SISTEMA DE ROCIADORES

Asimismo, de acuerdo al título 23.4.4.12 de la NFPA 13, la presión máxima para el sistema debe ser de **175psi**.

### *2.5.8. CALCULO DE PRESIÓN*

De acuerdo al título 23.4.2.5 de la NFPA 13, el cálculo de presión se obtiene mediante lo siguiente:

$$Q = K_n \cdot \sqrt{P}$$

Dónde: Q es el caudal que suministra el rociador, $K_n$ es el factor de descarga del orifico que generalmente es de 5.6 y P es la presión residual en el nodo del rociador.

En conclusión, se puede obtener la presión a partir del caudal o viceversa.

### *2.5.9. DIAMETRO MINIMO*

#### 2.5.9.1. SISTEMA DE GABINETES

De acuerdo al numeral 7.6.1 de la NFPA 14, el diámetro mínimo de la tubería de que va a cada gabinete debe ser de 4".

Por otro lado, el diámetro mínimo de la tubería que alimenta dos o más gabinetes es de 6".

---

*Nota: Ver anexos 7.1.2 y 7.9 para verificar los cálculos de la red contra incendio*

---

#### 2.5.9.2. SISTEMA DE ROCIADORES

Por otro lado, el diámetro mínimo para las tuberías en acero al carbón principales es de 4" y para las que alimentan los rociadores es de 1", de acuerdo a la NFPA 14 Y al título 23.4.1.2 de la NFPA 13.

---

*Nota: Ver Anexo 7.8 para verificar los cálculos del sistema de rociadores*

---

### *2.5.10. CALCULO VOLUMEN TANQUE*

Debido a que el sistema de red contra incendio es mixto (Rociadores + Gabinetes), se consideró el funcionamiento simultáneo más desfavorable generado por los rociadores de un (1) piso tipo y un (1) gabinete **Clase III** durante **30 minutos**. Finalmente, el volumen será equivalente a lo siguiente:

$$30min \cdot \frac{3.785l}{1gal} \cdot \left(1\ Gabinete\ Clase\ II \cdot 100\frac{gal}{min} + 390\frac{gal}{min}\right)$$

$$= 55{,}640l = 55.64m^3$$

## 2.6. CALCULO DE FLUJO COMPRESIBLE (GAS)

Para el cálculo de las redes de gas se siguen las recomendaciones de las siguientes normas:

- NTC 2505 - Instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales
- NTC 4282 Instalaciones para suministro de gas destinadas a usos industriales cuando sea requerido en el alcance del proyecto.

### *2.6.1. CALCULO DE CAUDAL*

Para el cálculo de caudal de se usa la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{P_T}{P_c}$$

En donde:

Q = caudal del gas ($m^3/h$)
P = Potencia total de los gasodomésticos que alimentan el tramo (kW/h)
Pc = Poder calorífico del gas dependiendo de sus propiedades (Gas Natural = 10,72 $kW/m^3$ y G.L.P. = 26,13 $kW/m^3$)

### *2.6.2. CÁLCULO DE PERDIDAS*

Se considera presión baja un valor que venga de la acometida menor o igual a 70mbar, mientras que una presión alta tiene un valor mayor a 70mbar.

#### 2.6.2.1. PRESION BAJA

Para el cálculo de flujo incompresible a baja presión se usa la ecuación de Pole:

$$h = \frac{Q^2 \cdot G \cdot L}{(3.04 * 10^{-3})^2 \cdot C^2 \cdot D^5}$$

En donde:

h = perdida de presión del tramo (mbar)
Q = caudal del gas ($m^3/h$)
G = Gravedad especifica del gas dependiendo de sus propiedades (Gas Natural = 0.67 y GLP = 1.52)
L = longitud total del tramo teniendo en cuenta la longitud horizontal total, longitud vertical total y las longitudes equivalentes por perdidas localizadas por accesorios (m)
C = factor en función del diámetro (Factor “C” en función del diámetro para la fórmula de Pole en diseño de líneas a baja presión (tomado del documento “Instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas”, de Rafael Pérez Carmona), ver Tabla 5.
D = diámetro de la tubería (mm)

*Tabla 5. Constante C de Pole*

| Diámetro | | | Factor C |
|---|---|---|---|
| in | pulg | mm | |
| 3/8 | 0.375 | 9.525 | 1.65 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 1.65 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 1.8 |
| 1 | 1 | 25.4 | 1.8 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 1.98 |
| 1 ½ | 1.5 | 38.1 | 1.98 |
| 2 | 2 | 50.8 | 2.16 |
| 3 | 3 | 76.2 | 2.34 |
| 4 | 4 | 101.6 | 2.42 |

#### 2.6.2.2. CALCULO DE PERDIDAS BAJO PRESION ALTA

Para el cálculo de flujo incompresible a alta presión se usa la ecuación de Müller:

$$P_1{}^2 - P_2{}^2 = \left[\frac{Q \cdot G^{0.425} \cdot 10^7}{D^{2.725} \cdot 461}\right]^{1/0.575} \cdot L$$

, y

$$h = P_1 - P_2$$

En donde:

$P_1$ = presión relativa del nudo inicial del tramo (mbar)
$P_2$ = presión relativa del nudo final del tramo (mbar)
Q = caudal del gas ($m^3/h$)
G = Gravedad especifica del gas dependiendo de sus propiedades (Gas Natural = 0.67 y GLP = 1.52)
D = diámetro de la tubería (mm)
L = longitud total del tramo teniendo en cuenta la longitud horizontal total, longitud vertical total y las longitudes equivalentes por perdidas localizadas por accesorios (m)
h = perdida de presión del tramo (mbar)

### *2.6.3. CALCULO DE VELOCIDAD*

De acuerdo a la normativa la velocidad máxima en un tramo debe ser de 20m/s.

Por otro lado, para el cálculo de velocidad del flujo se usa la siguiente ecuación:

$$V = \frac{354 \cdot Q}{D^2 \cdot P}$$

V = Velocidad media velocidad media del flujo (m/s)
Q = caudal del gas ($m^3/h$)
D = diámetro de la tubería (mm)
P = presión absoluta del nudo inicial del tramo, equivalente a la presión de la tubería más la presión atmosférica (mbar). Vale recordar que la Presión atmosférica en Bogotá es de 746,61 mbar y a nivel del mar es de 1013,25 mbar.

---

*Nota: Ver anexo 7.9.2 y 7.9.3 para verificar el dimensionamiento de la tubería y cálculo de pérdidas de presión*

---

### *2.6.4. VENTILACION*

La ventilación se calculó de acuerdo al volumen total requerido por la cantidad de gasodomésticos. Si el volumen requerido es menor al espacio arquitectónico, será necesario adicionar ventilaciones.

Para este caso se adicionaron rejillas por los muros para cumplir los requerimientos de ventilación.

---

*Nota: Ver anexo 7.9.1 para verificar el cálculo de ventilación requerido*

---

### *2.6.5. TIPO DE GAS Y DISPONIBILIDAD*

De acuerdo a la disponibilidad del servicio suministrada por **VANTI Gas Natural**, el predio cuenta con redes de Gas Natural, con lo cual se hizo el diseño de la red de suministro de gas. Por otro lado, la red principal se conectará a la red **su**r del predio, sobre la **Calle 12**.

# 3. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS

## 3.1. ACOMETIDA

Se toma como acometida desde la red de acueducto del lado este del predio, sobre el camino de la florida, y la conexión que alimenta los tanques de almacenamiento subterráneos. Esta red será en tubería PVC para una presión de trabajo mínima de 200 psi a 23°C, fabricada de acuerdo a la NTC-382 con unión mecánica que cumpla la NTC-2295 y será instalada de acuerdo a la NTC-3742.

El dimensionamiento de la tubería de la acometida se obtiene mediante lo siguiente:

$$Q = \frac{V \cdot 1000 \frac{l}{m^3}}{t \cdot \frac{3600s}{1h}}$$

Dónde: Q es el caudal de la tubería de la acometida (l/s), V es el volumen total de almacenamiento requerido ($m^3$) y t es el tiempo de llenado (h).

Finalmente, a partir del caudal y tomando una velocidad máxima de 2m/s se puede obtener el diámetro aproximado con ayuda de la ecuación de continuidad:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot \frac{Q}{1000}}{\pi \cdot v} \cdot \frac{1000}{25.4}}$$

Dónde: v es la velocidad máxima del flujo (m/s) y D es el diámetro de la tubería en (pulg).

En consecuencia, se debe tomar el diámetro comercial siguiente redondeado.

---

*Nota: ver anexo 7.1.3 para verificar el cálculo de la acometida*

---

### *3.1.1.MATERIALES*

Accesorios necesarios para la conexión de la acometida:

- ✓ Tee Reducida PVC Unión Platino 2X1/2"
- ✓ Tubería Unión Platino RDE 21 200PSI 1/2"
- ✓ Registro de Corte 1/2"
- ✓ Cheque o válvula antirretorno 1/2”
- ✓ Cinta teflón en cantidad adecuada para evitar escapes.
- ✓ Medidor tipo DN 55 (1/2") con sus respectivos racores, tuercas y empaques, que cumplan las especificaciones según la norma ISO-4064 y la NTC-1063.
- ✓ Una caja en concreto reforzado con malla electro soldada o en mampostería, con su respectiva tapa y marco de acuerdo con la norma vigente del acueducto de Bogotá “NP021 Cajilla unitaria de piso para medidores" y "NP-022 Tapa con marco para la cajilla unitaria de medidores".

## 3.2. RED DE SUMINISTRO DE AGUA FRÍA POTABLE

La red de tubería para agua fría potable comprende desde el punto cercano a la esquina noreste donde se encuentran los tanques subterráneos de almacenamiento hasta la llegada a cada uno de los servicios. Esta red será en tubería y accesorios PVC-P para presiones de trabajo mínimas de 200 psi a 23°C, fabricados de acuerdo a la NTC-382 y NTC-1339. La RDE será de 9 para tuberías de ½" de diámetro, 11 para tubería de ¾" y 21 para tuberías hasta de 6". Se debe tener en cuenta que para efectos del presente diseño no existen puntos hidráulicos, sino que dentro de este capítulo se incluyen la tubería y accesorios hasta la conexión con los aparatos.

### *3.2.1.MATERIALES*

- ✓ Tubería de diámetro ½" - RDE 9 PVC-P
- ✓ Tubería de diámetro ¾" - RDE 11 PVC-P
- ✓ Tubería de diámetro 1" - RDE 13.5 PVC-P
- ✓ Tubería de diámetro 1 ¼, 1 1½, 2, 2 ½, 3, 4 y 6" - RDE 21 PVC-P
- ✓ Codos 90° de diámetro ½, ¾, 1, 1 ¼, 1 1½, 2, 2 ½, 3,4 y 6" - PVC-P
- ✓ Válvulas de compuerta:

Las válvulas deben cumplir la Norma, MSS SP-80 de la Manufacturers Standardization Society of The Valve And fittings Industry (MSS).

- Válvula de compuerta en bronce de 6, 4, 3, 2, 1 ½, 1 ¼ y 1", con uniones roscadas.
- Válvula universal roscada de ¾ y ½".

## 3.3. REDES DE VENTILACION Y DESAGÜE DE AGUAS RESIDUALES Y LLUVIAS: BAJANTES, RAMALES Y COLECTORES

Los ramales y bajantes de aguas lluvias y residuales serán construidos en tubería y accesorios de PVC Sanitaria que cumplan con las normas NTC-1087 y NTC-1341; la tubería de ventilación será tubería PVC liviana que cumpla con la norma NTC-1260. Las juntas de expansión serán en PVC.

Los colectores exteriores del parque serán de PVC Sanitaria que cumplan con las normas NTC-1087 y NTC-1341.

Durante el proceso de construcción de la obra, se deberán proteger las bocas sanitarias para evitar futuros taponamientos. Se protegerán utilizando tapones hembra PVC-S.

### *3.3.1.MATERIALES*

- ✓ Tubería de diámetro de 2, 3, 4, 6 y 8**" -** PVC-S
- ✓ Codo 45° de diámetro 2, 3, 4, 6 y 8" C X C - PVC-S
- ✓ Codo 45° de diámetro 2, 3, 4, 6 y 8" C X E - PVC-S
- ✓ Codo 90° de diámetro 2, 3, 4, 6 y 8" C X C - PVC-S
- ✓ Codo 90° de diámetro 2, 3, 4, 6 y 8" C X E - PVC-S
- ✓ Yees de diámetro 2, 3, 4, 6 y 8" C X E - PVC-S
- ✓ Uniones de diámetro 2, 3, 4, 6 y 8" - PVC-S
- ✓ Tapones machos roscados de diámetro de 2, 3, 4 y 6" - PVC-S
- ✓ Caja de inspección:

- Las dimensiones de las cajas de Caja de inspección son de 60 cm x 60 cm. Serán construidas de ladrillo tolete o concreto de 2500 PSI. El interior será revestido con pañete de mortero 1:2 impermeabilizado integralmente de 2 cm de espesor. La tapa será en concreto reforzado de 3000 PSI con marco y contramarco en ángulos de acero.

## 3.4. RED CONTRA INCENDIO

La red de tubería para red contra incendio comprende desde el punto cercano a la esquina noreste donde se encuentran los tanques subterráneos de almacenamiento hasta la llegada a cada gabinete. Esta red será en tubería en ACERO AL CARBON O NEGRO, para tuberías enterradas serán en PVC C900 y los accesorios en HIERRO DUCTIL para presiones de trabajo mínimas de 200 psi a 23°C. La RDE será de 40 para cualquier diámetro de tubería.

### *3.4.1.MATERIALES*

- ✓ Tubería de diámetro 1 ½, 2 ½, 4 y 6” – SCH 40
- ✓ Codos 45° de diámetro 6” - SCH 40
- ✓ Codos 90° de diámetro 1 ½, 2 ½, 4 y 6” - SCH 40
- ✓ Válvulas de compuerta:

Las válvulas deben cumplir la Norma, MSS SP-80 de la Manufacturers Standardization Society of The Valve And fittings Industry (MSS).

- Válvula de compuerta en bronce de 1 ½, 2 ½, 4 y 6” ", con uniones roscadas.

## 3.5. RED DE GAS

La red de tubería para gas comprende desde la **Calle 12** frente al predio hasta la llegada a cada equipo de cocina. Esta red será en tubería y accesorios en ACERO para presiones de trabajo mínimas de 5bar. La RDE será de 40 para cualquier diámetro de tubería.

### *3.5.1.MATERIALES*

- ✓ Tubería de diámetro ½, ¾, 1, 1½ y 2” – SCH 40
- ✓ Codos 45° de diámetro ½, ¾, y 2" - SCH 40
- ✓ Codos 90° de diámetro ½, ¾, 1, 1½ y 2” - SCH 40
- ✓ Válvulas de compuerta:

Las válvulas deben cumplir la Norma, MSS SP-80 de la Manufacturers Standardization Society of The Valve And fittings Industry (MSS).

- Válvula de bola en bronce de ½, ¾, 1, 1½ y 2” ", con uniones roscadas.

## 3.6. MONTAJE DE APARATOS

Se seguirán en general las recomendaciones que aparecen en los catálogos de los fabricantes, manteniéndose las dimensiones y cotas que aparecen en los planos arquitectónicos. Las instalaciones comunes para aparatos se harán de acuerdo a los planos hidráulicos. Se debe tener en cuenta que los aparatos sanitarios son del tipo empotrado en muro.

## 3.7. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y OBRA CIVIL

Este capítulo se refiere a las excavaciones, rellenos y retiro de material, necesarios para la instalación de las tuberías enterradas, así como los elementos en concreto y mampostería que hacen parte del sistema. Se deben tener en cuenta las indicaciones de 4.1.

En los sitios indicados en los planos, se construirán cajas de inspección y limpieza, construidas en ladrillo tolete recocido, de acuerdo con los detalles anotados en los planos.

Las paredes y el fondo se pañetarán con un mortero de cemento al cual se le adicionara una impermeabilizante integral apropiado. En el fondo de las cajas y pozos, se construirán cañuelas circulares, de profundidad igual a los 2/3 del diámetro del tubo saliente. Las tapas de las cajas serán en concreto reforzado, con doble cerco en ángulos de hierro. Las tapas de inspección serán en concreto reforzado.

## 3.8. TAPONES PARA INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

Comprende los tapones utilizados para la protección de las bocas hidrosanitarias durante el proceso constructivo y las pruebas, antes del montaje de los aparatos.

## 3.9. SUMINISTRO EQUIPOS

Los equipos para agua potable deberán cumplir con lo estipulado en el capítulo “Especificaciones de Equipos”, de acuerdo con los resultados de la memoria hidráulica.

### *3.9.1.SISTEMA DE BOMBEO RED DE SUMINISTRO*

El sistema está compuesto por dos (2) bombas en paralelo de por lo menos 1HP, un caudal de diseño de 40.9GPM, un diámetro de succión y de descarga de 1 1/2”.

### *3.9.2.SISTEMA DE BOMBEO RED CONTRA INCENDIO*

El sistema está compuesto por una bomba principal y una bomba jockey de por lo menos 15.0 y 1.0HP, un caudal de diseño de 100GPM, un diámetro de succión y de descarga de 6”.

## 3.10. PRUEBAS

Las tuberías interiores para la conducción de agua fría serán probadas con agua a presión de 150psi durante (4) horas y sostener la presión con una tolerancia máxima del 2%.

Las pruebas deben realizarse antes que las tuberías queden ocultas en muros, pisos y cielos falsos. Antes de dar al servicio el sistema de agua potable se recomienda desinfectarlo con uno de los siguientes procedimientos:

Se llenan las tuberías de una solución que contenga 50 partes por millón de cloro disponible y se mantendrán llenas durante seis (6) horas, después de las cuales se vaciaran y se permitirá circular agua potable a través de ellas hasta evacuar y lavar completamente la solución.

También siguiendo el procedimiento anterior, utilizando una solución de 100 (PPM) de cloro disponible durante dos (2) horas.

Se debe aplicar una prueba de estanqueidad a los sistemas de desagüe y ventilación, ya sea en su totalidad o por secciones. Si se aplica a todo el sistema, los puntos abiertos de este deben estar taponados provisionalmente, excepto el punto más alto, y todo el sistema debe ser llenado con agua hasta rebosarlo. Si el sistema se prueba por secciones cada punto abierto debe estar taponado provisionalmente excepto el más alto, llenar la sección con agua y someterla a una presión mínima de 3 m columna de agua.

# 4. ESPECIFICACIONES GENERALES

## 4.1. EXCAVACIONES

En los sitios indicados en los planos, se excavarán zanjas a lo largo de los lineamientos rasantes anotados en los planos. La excavación podrá hacerse con maquinaria o a mano o una combinación entre ambas.

El contratista deberá tomar las precauciones que sean necesarias y emplear los métodos de excavación más adecuados para obtener superficies de excavaciones regulares y estables que cumplan con las dimensiones requeridas.

La excavación para instalar la tubería de PVC alcantarillado, será del ancho mínimo necesario para la manipulación adecuada de los tubos. Los anchos de zanja máximos se estipulan a continuación:

*Tabla 6. Anchos de excavación para tuberías de alcantarillado*

| DIÁMETRO NOMINAL (mm) | ANCHO MÍNIMO (cm) | ANCHO MEDIO (cm) |
|---|---|---|
| 110 | 45 | 50 |
| 160 | 45 | 60 |
| 200 | 50 | 60 |
| 250 | 55 | 65 |
| 315 | 60 | 70 |

La tubería se colocará en la brecha sobre una capa de arena de peña de 5 a 10 cm y se atracará con recebo hasta medio diámetro. El resto puede llenarse con material de la excavación seleccionado. Cuando se indica atraque en concreto, este será de 3000psi, embebiendo la tubería hasta 10cm sobre la clave.

La aprobación por parte de la interventoría de los procedimientos de excavación no exime al contratista de su responsabilidad de obtener las secciones de excavación recomendadas y de salvaguardar la estabilidad de todos los taludes excavados en la obra.

Cuando una excavación o un tramo de excavación hayan sido terminados hasta las líneas y cotas específicas, el contratista deberá notificar a la interventoría quien procederá a inspeccionar dicha excavación. No se deberá continuar con los trabajos de relleno e instalación de la tubería mientras no se haya dado por terminada la inspección.

- ✓ Profundidad de Zanjas

Las zanjas para la colocación de las tuberías tendrán las profundidades indicadas en los planos. Cuando en la ejecución de las zanjas se emplee equipo mecánico, las excavaciones se llevarán hasta una cota de 0.20 m por encima de la indicada en los planos. Se excavará el resto por medios manuales y en forma cuidadosa, nivelando el fondo de la excavación, de tal manera que se presente un apoyo continuo en la totalidad del área del tubo en contacto con el suelo de fundación, incluyendo las campanas, para garantizar que la distribución de esfuerzos sea uniforme en la superficie de apoyo del tubo y evitar que éste quede sometido a esfuerzos de flexión o se presenten asentamientos diferenciales.

Si los materiales encontrados a las cotas especificadas de colocación de las tuberías, previo concepto del diseñador en los casos en que se considere necesario, no son aptos para la instalación de las mismas, la excavación se llevará hasta la profundidad indicada por el diseñador, quien también definirá el material de apoyo a utilizar.

Las excavaciones en roca se llevarán hasta una cota de por lo menos 0.10 m por debajo de la indicada en los planos, el volumen adicional excavado se llenará con material seleccionado que sirva de apoyo uniforme y adecuado.

## 4.2. RELLENOS

En los sitios indicados en los planos a lo largo de las zanjas, por donde se encuentren líneas hidrosanitarias enterradas se deberá realizar esta actividad, para proporcionar un adecuado apoyo y aislamiento de esfuerzos sobre la tubería.

El terreno base del relleno deberá estar libre de vegetación, materiales de desecho de construcción u otros materiales objetables, libre de elementos rígidos que puedan quedar en contacto con la tubería.

Las tuberías deberán quedar instaladas sobre una cama de arena o recebo libre de piedras o elementos puntiagudos o punzantes.

El Constructor deberá notificar al INTERVENTOR, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que éste verifique los trabajos topográficos, la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos serán colocados.

## 4.3. SOPORTES PARA TUBERÍAS

Todas las redes de tuberías colgantes a placa de contrapiso, techos o dentro de ductos, deberán ser soportadas y/o ancladas siguiendo las siguientes indicaciones.

Las tuberías horizontales suspendidas de la estructura, llevaran soportes individuales.

Los soportes serán del tipo indicado en planos o similares aprobados, los cuales se fijarán a la estructura por medio de colgantes soportados por varillas ancladas a viguetas mediante chazos.

La separación entre soportes deberá ceñirse a las recomendaciones del fabricante para cada clase de tubería, pero nunca será superior a 2.0m.

# 5. ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS

## 5.1. CONDICIONES GENERALES PARA LA PROPUESTA DE SUMINISTRO DE EQUIPOS

El proveedor deberá atenerse estrictamente a las especificaciones. Además, podrá ofrecer diseños o sistemas que a su parecer sean alternativas más económicas pero que respeten las condiciones técnicas exigidas.

Se deberá anexar un esquema con la descripción del sistema que permita conocer su principio de funcionamiento y calificar la conveniencia de su instalación para esta obra.

El proponente deberá consultar el proyecto hidrosanitario elaborado por el diseñador, en el sitio y con la persona que asigne el propietario de la obra.

# 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se deben seguir las recomendaciones de la normatividad.
- Se deben seguir los parámetros e indicaciones mostradas en los planos de diseño.
- Se debe verificar la localización y cotas de las redes existentes antes de ejecutar los trabajos de construcción.
- Se deben verificar en campo cotas de tuberías antes de ser instaladas.
- Se deben verificar la no ocurrencia de cruces con otras redes.
- Al presentarse algún problema durante la construcción se debe consultar con el ingeniero diseñador.
- Durante la construcción no se debe obstruir ni arrojar desperdicios en el desagüe de aguas negras y aguas lluvias.
- Se deben hacer las pruebas correspondientes para verificar el funcionamiento de las redes.
- Se recomienda adquirir los materiales con mejor calidad en la construcción de las redes de suministro, aguas negras, aguas lluvias, gas y contra incendio.
- Se debe elegir equipos y accesorios que garanticen el óptimo funcionamiento del sistema de bombeo.
- La instalación de la acometida de suministro de agua potable, gas natural y conexiones a la red de alcantarillado se debe hacer bajo las recomendaciones de la empresa de servicios públicos.

# 7. ANEXOS - MEMORIAS DE CÁLCULO

## 7.1. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

*7.1.1. DIMENSIONAMIENTO TANQUE DE AGUA POTABLE*
*7.1.2. DIMENSIONAMIENTO TANQUE RED CONTRA INCENDIO Y VERIFICACIÓN RED PRINCIPAL*
*7.1.3. DISEÑO DE LA ACOMETIDA*

## 7.2. RED DE SUMINISTRO

*7.2.1. TOPOLOGIA RED DE SUMINISTRO*
*7.2.2. CÁLCULO DE CAUDALES POR TRAMO*
*7.2.3. CÁLCULO RUTA CRÍTICA RED DE SUMINISTRO DE AGUA*
*7.2.4. UNIDADES DE CONSUMO DE APARATOS SANITARIOS*
*7.2.5. LISTADO ACCESORIOS RED DE SUMINISTRO*
*7.2.6. TABLAS DE LONGITUDES EQUIVALENTE POR ACCESORIO*

## 7.3. DISEÑO SISTEMA DE BOMBEO RED DE SUMINISTRO

*7.3.1. TOPOLOGIA RED DE BOMBEO SUMINISTRO*
*7.3.2. CÁLCULO DE DIAMETROS Y PRESIONES DE SERVICIO*
*7.3.3. CÁLCULO DE PERDIDAS POR SUCCION*
*7.3.4. CÁLCULO DE PERDIDAS POR DESCARGA*
*7.3.5. SELECCIÓN DE BOMBA Y CALCULO NPSH*
*7.3.6. CURVAS DE CAUDAL VS ALTURA DINAMICA EN BOMBAS*
*7.3.7. DISEÑO SISTEMA DE EYECCIÓN*

## 7.4. RED DE DESAGÜE AGUAS NEGRAS

*7.4.1. TOPOLOGIA RED AGUAS NEGRAS*
*7.4.2. DISEÑO DE RAMALES*
*7.4.3. DISEÑO DE BAJANTES*
*7.4.4. DIMENSIONAMIENTO DE VENTILACIONES*

## 7.5. RED DE DESAGÜE AGUAS LLUVIAS

*7.5.1. TOPOLOGIA RED AGUAS LLUVIAS*
*7.5.2. TOPOLOGIA DE AREAS DE DRENAJE*
*7.5.3. CURVA IDF*
*7.5.4. DISEÑO DE RAMALES*
*7.5.5. DISEÑO DE BAJANTES*

## 7.6. RED CONTRAINCENDIO – SISTEMA DE ROCIADORES

*7.6.1. TOPOLOGIA SISTEMA DE ROCIADORES*
*7.6.2. VERIFICACIÓN DE PRESIONES Y CAUDALES EN ROCIADORES*
*7.6.3. AREAS DE OPERACIÓN Y CANTIDAD DE ROCIADORES*
*7.6.4. CAPACIDAD ROCIADORES*

## 7.7. RED CONTRAINCENDIO – SISTEMA GABINETES

*7.7.1. TOPOLOGIA SISTEMA GABINETES*

## 7.8. DISEÑO SISTEMA DE BOMBEO RED CONTRAINCENDIO

*7.8.1. TOPOLOGIA SISTEMA DE BOMBEO*
*7.8.2. CÁLCULO DE DIAMETROS Y PRESIONES DE SERVICIO*
*7.8.3. CÁLCULO DE PERDIDAS POR SUCCION*
*7.8.4. CÁLCULO DE PERDIDAS POR DESCARGA*
*7.8.5. SELECCIÓN DE BOMBA Y CALCULO NPSH*
*7.8.6. CURVAS DE CAUDAL VS ALTURA DINAMICA EN BOMBAS*

## 7.9. RED DE GAS

*7.9.1. TOPOLOGIA RED DE GAS*
*7.9.2. POTENCIA Y CAUDAL DE EQUIPOS DE GAS*
*7.9.3. CÁLCULO DE DIAMETROS Y PERDIDAS DE PRESION*
*7.9.4. CÁLCULO RUTA CRÍTICA Y COMPROBACION DE PRESION*
*7.9.5. LISTADO ACCESORIOS RED DE SUMINISTRO GAS*
*7.9.6. TABLA DE LONGITUDES EQUIVALENTE POR ACCESORIO DE GAS*

## 8. REFERENCIAS


- Norma Técnica NTC-1500: Código Colombiano de Fontanería
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Resolución 0330 del 8 de junio de 2017)
- Norma norteamericana de protección contra incendio (NFPA – National Fire Protection Agency)
- NTC 2505 - Instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales
- Jorge Granados Robayo, Hidráulica en Edificaciones, 1988
- Jaime Maestre Rodriguez, Instalaciones hidráulicas y sanitarias
- Ricardo Lopez Cualla, Elementos de diseño para Acueductos y Alcantarillados
- Jorge Eleazar Blanco Clavijo, Guía para diseño integral de sistemas de distribución de gas natural para edificaciones residenciales, comerciales e industriales, 2017
- Jairo Alberto Romero Rojas, Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño.


Cordialmente,



CAMILO ANDRES PICO R. MS
**Ingeniero Civil – Especialista en Redes Hidrosanitarias**
**MP 252021 60428 CND**

# 7. MEMORIAS DE CÁLCULO

# 7.1. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

## 7.1.1 - DIMENSIONAMIENTO TANQUE DE AGUA POTABLE

| | | |
|---|---|---|
| No Ususarios | 135 | hab |
| Dotacion | 8 | l/hab.d |
| Total/día | 1,080 | l/d |
| Dias de almacenamiento | 3 | d |
| % Uso Potable | 100% | |
| **Volumen Total** | **3,240** | **l** |
| | **3.24** | **$m^3$** |
| h | 2.00 | m |
| A | **1.62** | $m^2$ |
| $B_{teórico\ cuadrado}$ | 1.27 | m |
| **b supuesto** | **1.60** | **m** |
| **l supuesto** | **1.01** | **m** |
| Area Total | 1.62 | $m^2$ |
| Altura Placa Superior Tanque | 0.3 | m |
| Diametro Entrada ALL | 0 | in |
| Recubrimiento Tuberia Entrada | 0.60 | m |
| Diferencia de altura entre Batea entrada ALL y Clave | 0 | m |
| Diametro Reboce | 4 | in |
| Distancia Clave Reboce a lamina máxima | 0.15 | m |
| Lamina mÍnima | 0 | m |
| Distancia Fondo a Batea Reboce | 2.15 | m |
| Distancia Fondo a Clave Entrada ALL | 2.25 | |
| Borde Libre | 0.30 | m |
| **Altura Libre** | **2.55** | **m** |

**Relación L/B =** 0.63

**7.1.2 - DIMENSIONAMIENTO TANQUE RED CONTRA INCENDIO Y REUSO AGUAS LLUVIAS**

**SISTEMA COMBINADO - ROCIADORES + GABINETES**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Gabinetes | 100 | gpm | Rociadores | 19.5 | gpm |
| No de Gabinetes por Edificio | 1 | | Red Principal | 20 | |
| Tiempo de Operación | 30 | min | Tiempo de Operación | 30 | min |
| Volumen | 11,355<br>11.36 | l<br>$m^3$ | Volumen | 44,285<br>44.28 | l<br>$m^3$ |

## VOLUMEN TOTAL

| | | |
|---|---|---|
| **Volumen Total** | **55,640**<br>**55.64** | **l**<br>**$m^3$** |
| h | 2.00 | m |
| A | **27.82** | $m^2$ |
| $B_{teórico\ cuadrado}$ | 5.27 | m |
| b supuesto | **3.10** | m |
| **l supuesto** | **6.40** | **m** |
| Area Total | 19.84 | $m^2$ |
| Altura Placa Superior Tanque | 0.3 | m |
| Diametro Entrada ALL | 0 | in |
| Recubrimiento Tuberia Entrada ALL | 0.60 | m |
| Diferencia de altura entre Batea entrada ALL y Clave Reboce | 0.00 | m |
| Diametro Reboce | 4 | in |
| Distancia Clave Reboce a lamina máxima | 0.15 | m |
| Lamina mÍnima | 0 | m |
| Distancia Fondo a Batea Reboce | 2.15 | m |
| Distancia Fondo a Clave Entrada ALL | 2.25 | m |
| Borde Libre | 0.30 | m |
| **Altura Libre Tanque** | **2.55** | **m** |

**Relación L/B =** 2.06

**SISTEMA RED CONTRAINCENDIO - GABINETES**

| Q (GPM) | Q (LPS) | $v_{max}$ (m/s) | $D_{Teórico}$ (pulg) | D (pulg) | D (mm) | v (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 6.31 | 2.50 | 2.23 | 4.00 | 101.60 | 0.78 |

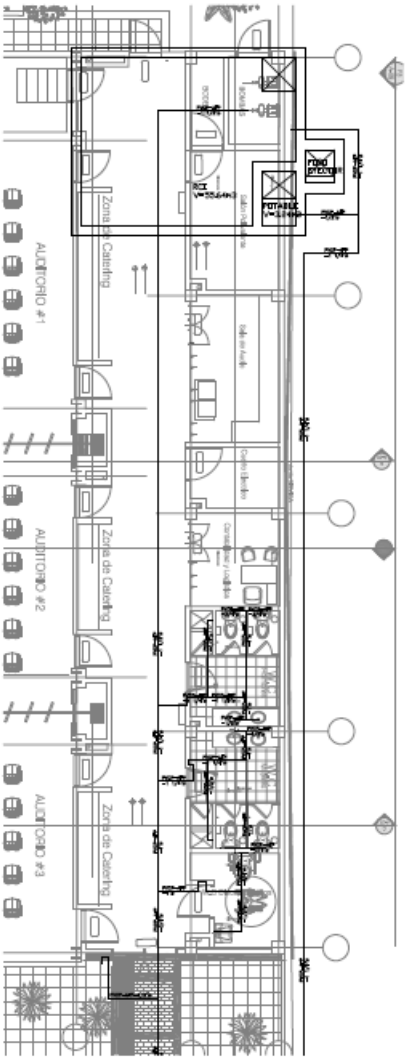
### 7.1.3 - DISEÑO DE LA ACOMETIDA

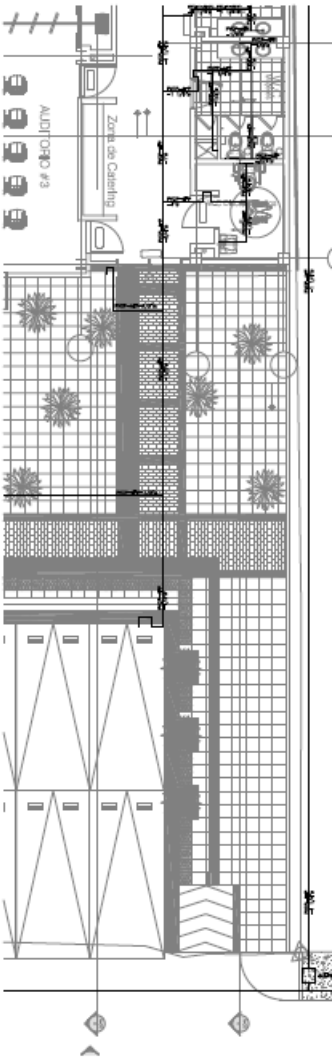
| | |
|---|---|
| Volumen Suministro ($m^3$) | 3.24 |
| Volumen RCI ($m^3$) | 55.64 |
| Volumen Total ($m^3$) | 58.88 |
| Tiempo de llenado (h) | **12** |
| Q (l/s) | 1.36 |
| $V_{max}$ (m/s) | **1.99** |
| $D_{Teórico}$ (pulg) | 1.16 |
| $D_{comercial}$ (pulg) | 1.25 |
| $D_{comercial}$ (mm) | 38.14 |
| $V_{real}$ (m/s) | 1.19 |

# 7.2. RED DE SUMINISTRO

## 7.2.1 TOPOLOGIA RUTA CRITICA RED SUMINISTRO

### PISO 1



### 7.2.2 - CÁLCULO DE CAUDALES Y LONGITUD EQUIVALENTE POR PÉRDIDAS DE ACCESORIOS

| NODO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | APARATO | U.C | CANT. | U.C · CANT | $U.C_R$ | Q (LPS) | $D_{Teórico}$ (pulg) | D (pulg) | $D_{comercial}$ (mm) | V (m/s) | Material | Accesorios | CANT. | Le (m) | $Le_T$ (m) |
| 1 | 2 | INO-PU-F | 10 | | 0 | | | | | | | | K1 | | 0.139 | 0.000 |
| | | INO-PU-T | 5 | | 0 | | | | | | | | K2 | | 0.364 | 0.000 |
| | | ORI-PU-F-1" | 10 | | 0 | | | | | | | | K3 | 4 | 0.281 | 1.126 |
| | | ORI-PU-F-3/4" | 5 | | 0 | | | | | | | | K4 | | 0.199 | 0.000 |
| | | ORI-PU-LL | 2 | | 0 | | | | | | | | K5 | | 0.205 | 0.000 |
| | | LM-PU-LL | 4 | | 0 | | | | | | | | K6 | | 0.228 | 0.000 |
| | | LM-PU-F | 7 | | 0 | | | | | | | | K7 | 1 | 0.281 | 0.282 |
| | | T-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | K8 | | 0.056 | 0.000 |
| | | D-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | K9 | | 0.109 | 0.000 |
| | | FS-PU | 2 | | 0 | | | | | | | | K10 | 1 | 0.076 | 0.077 |
| | | FC-PU | 4 | 1 | 4 | | | | | | | | K11 | | 3.124 | 0.000 |
| | | INO-PR-F | 6 | | 0 | | | | | | | | K12 | | 0.202 | 0.000 |
| | | INO-PR-T | 3 | | 0 | | | | | | | | K13 | | 0.761 | 0.000 |
| | | LM-PR-LL | 1 | | 0 | | | | | | | | K14 | | 0.761 | 0.000 |
| | | B | 2 | | 0 | | | | | | | | K15 | | 2.376 | 0.000 |
| | | T-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | K16 | | 0.794 | 0.000 |
| | | D-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | K17 | | 1.079 | 0.000 |
| | | D-S | 2 | | 0 | | | | | | | | K18 | | 0.099 | 0.000 |
| | | CB-F | 8 | | 0 | **4** | **0.25** | **0.50** | **0.50** | **16.60** | **1.16** | **PVC** | **TOTAL** | **6** | | **1.485** |
| | | CB-T | 6 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | FC-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LV-PR | 3 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LP-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PR | 3 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PU | 6 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | PA | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | J | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | BB | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | | **TOTAL** | **1** | **4** | | | | | | | | | | | |

| NODO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | APARATO | U.C | CANT. | U.C · CANT | $U.C_R$ | Q (LPS) | $D_{Teórico}$ (pulg) | D (pulg) | $D_{comercial}$ (mm) | V (m/s) | Material | Accesorios | CANT. | Le (m) | $Le_T$ (m) |
| 2 | 3 | INO-PU-F | 10 | | 0 | | | | | | | | K1 | | 0.139 | 0 |
| | | INO-PU-T | 5 | | 0 | | | | | | | | K2 | | 0.364 | 0 |
| | | ORI-PU-F-1" | 10 | | 0 | | | | | | | | K3 | 2 | 0.281 | 0.563 |
| | | ORI-PU-F-3/4" | 5 | | 0 | | | | | | | | K4 | | 0.199 | 0 |
| | | ORI-PU-LL | 2 | | 0 | | | | | | | | K5 | | 0.205 | 0 |
| | | LM-PU-LL | 4 | | 0 | | | | | | | | K6 | | 0.228 | 0 |
| | | LM-PU-F | 7 | | 0 | | | | | | | | K7 | 1 | 0.281 | 0.282 |
| | | T-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | K8 | | 0.056 | 0 |
| | | D-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | K9 | | 0.109 | 0 |
| | | FS-PU | 2 | | 0 | | | | | | | | K10 | | 0.076 | 0 |
| | | FC-PU | 4 | 1 | 4 | | | | | | | | K11 | | 3.124 | 0 |
| | | INO-PR-F | 6 | | 0 | | | | | | | | K12 | | 0.202 | 0 |
| | | INO-PR-T | 3 | | 0 | | | | | | | | K13 | | 0.761 | 0 |
| | | LM-PR-LL | 1 | | 0 | | | | | | | | K14 | | 0.761 | 0 |
| | | B | 2 | | 0 | | | | | | | | K15 | | 2.376 | 0 |
| | | T-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | K16 | | 0.794 | 0 |
| | | D-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | K17 | | 1.079 | 0 |
| | | D-S | 2 | | 0 | | | | | | | | K18 | | 0.099 | 0 |
| | | CB-F | 8 | | 0 | **6** | **0.32** | **0.56** | **0.50** | **16.60** | **1.48** | **PVC** | **TOTAL** | **3** | | **0.845** |
| | | CB-T | 6 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | FC-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LV-PR | 3 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LP-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PR | 3 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PU | 6 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | PA | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | J | 2 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | |
| | | BB | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | | **TOTAL** | **2** | **6** | | | | | | | | | | | |

### 7.2.2 - CÁLCULO DE CAUDALES Y LONGITUD EQUIVALENTE POR PÉRDIDAS DE ACCESORIOS

| NODO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | APARATO | U.C | CANT. | U.C · CANT | $U.C_R$ | Q (LPS) | $D_{Teórico}$ (pulg) | D (pulg) | $D_{comercial}$ (mm) | V (m/s) | Material | Accesorios | CANT. | Le (m) | $Le_T$ (m) |
| 3 | 4 | INO-PU-F | 10 | | 0 | | | | | | | | K1 | | 0.202 | 0 |
| | | INO-PU-T | 5 | | 0 | | | | | | | | K2 | | 0.490 | 0 |
| | | ORI-PU-F-1" | 10 | | 0 | | | | | | | | K3 | 2 | 0.392 | 0.785 |
| | | ORI-PU-F-3/4" | 5 | | 0 | | | | | | | | K4 | | 0.285 | 0 |
| | | ORI-PU-LL | 2 | | 0 | | | | | | | | K5 | | 0.281 | 0 |
| | | LM-PU-LL | 4 | | 0 | | | | | | | | K6 | | 0.356 | 0 |
| | | LM-PU-F | 7 | | 0 | | | | | | | | K7 | 1 | 0.409 | 0.409 |
| | | T-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | K8 | | 0.081 | 0 |
| | | D-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | K9 | | 0.160 | 0 |
| | | FS-PU | 2 | | 0 | | | | | | | | K10 | | 0.104 | 0 |
| | | FC-PU | 4 | 1 | 4 | | | | | | | | K11 | | 4.520 | 0 |
| | | INO-PR-F | 6 | | 0 | | | | | | | | K12 | | 0.290 | 0 |
| | | INO-PR-T | 3 | | 0 | | | | | | | | K13 | | 1.019 | 0 |
| | | LM-PR-LL | 1 | | 0 | | | | | | | | K14 | | 1.019 | 0 |
| | | B | 2 | | 0 | | | | | | | | K15 | | 3.431 | 0 |
| | | T-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | K16 | | 1.125 | 0 |
| | | D-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | K17 | | 1.608 | 0 |
| | | D-S | 2 | | 0 | | | | | | | | K18 | | 0.129 | 0 |
| | | CB-F | 8 | | 0 | **8** | **0.44** | **0.66** | **0.75** | **21.81** | **1.18** | **PVC** | **TOTAL** | **3** | | **1.194** |
| | | CB-T | 6 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | FC-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LV-PR | 3 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LP-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PR | 3 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PU | 6 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | PA | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | J | 2 | 2 | 4 | | | | | | | | | | | |
| | | BB | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | **TOTAL** | **3** | | **8** | | | | | | | | | | | |

### 7.2.2 - CÁLCULO DE CAUDALES Y LONGITUD EQUIVALENTE POR PÉRDIDAS DE ACCESORIOS

| NODO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | APARATO | U.C | CANT. | U.C · CANT | $U.C_R$ | Q (LPS) | $D_{Teórico}$ (pulg) | D (pulg) | $D_{comercial}$ (mm) | V (m/s) | Material | Accesorios | CANT. | Le (m) | $Le_T$ (m) |
| 4 | 5 | INO-PU-F | 10 | 1 | 10 | | | | | | | | K1 | | 0.265 | 0 |
| | | INO-PU-T | 5 | | 0 | | | | | | | | K2 | | 0.615 | 0 |
| | | ORI-PU-F-1" | 10 | | 0 | | | | | | | | K3 | 6 | 0.503 | 3.018 |
| | | ORI-PU-F-3/4" | 5 | | 0 | | | | | | | | K4 | | 0.371 | 0 |
| | | ORI-PU-LL | 2 | | 0 | | | | | | | | K5 | | 0.357 | 0 |
| | | LM-PU-LL | 4 | | 0 | | | | | | | | K6 | | 0.483 | 0 |
| | | LM-PU-F | 7 | 1 | 7 | | | | | | | | K7 | | 0.536 | 0 |
| | | T-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | K8 | | 0.106 | 0 |
| | | D-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | K9 | | 0.212 | 0 |
| | | FS-PU | 2 | | 0 | | | | | | | | K10 | 1 | 0.132 | 0.133 |
| | | FC-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | K11 | | 5.916 | 0 |
| | | INO-PR-F | 6 | | 0 | | | | | | | | K12 | | 0.377 | 0 |
| | | INO-PR-T | 3 | | 0 | | | | | | | | K13 | | 1.277 | 0 |
| | | LM-PR-LL | 1 | | 0 | | | | | | | | K14 | 1 | 1.277 | 1.278 |
| | | B | 2 | | 0 | | | | | | | | K15 | | 4.487 | 0 |
| | | T-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | K16 | | 1.456 | 0 |
| | | D-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | K17 | | 2.138 | 0 |
| | | D-S | 2 | | 0 | | | | | | | | K18 | | 0.159 | 0 |
| | | CB-F | 8 | | 0 | **17** | **0.82** | **0.90** | **1.00** | **28.48** | **1.29** | **PVC** | **TOTAL** | **8** | | **4.429** |
| | | CB-T | 6 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | FC-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LV-PR | 3 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LP-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PR | 3 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PU | 6 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | PA | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | J | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | BB | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | | **TOTAL** | **2** | **17** | | | | | | | | | | | |

| NODO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | APARATO | U.C | CANT. | U.C · CANT | $U.C_R$ | Q (LPS) | $D_{Teórico}$ (pulg) | D (pulg) | $D_{comercial}$ (mm) | V (m/s) | Material | Accesorios | CANT. | Le (m) | $Le_T$ (m) |
| 5 | 6 | INO-PU-F | 10 | 1 | 10 | | | | | | | | K1 | | 0.265 | 0 |
| | | INO-PU-T | 5 | 0 | 0 | | | | | | | | K2 | | 0.615 | 0 |
| | | ORI-PU-F-1" | 10 | 0 | 0 | | | | | | | | K3 | 2 | 0.503 | 1.006 |
| | | ORI-PU-F-3/4" | 5 | 0 | 0 | | | | | | | | K4 | | 0.371 | 0 |
| | | ORI-PU-LL | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K5 | | 0.357 | 0 |
| | | LM-PU-LL | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K6 | | 0.483 | 0 |
| | | LM-PU-F | 7 | 1 | 7 | | | | | | | | K7 | 1 | 0.536 | 0.537 |
| | | T-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K8 | | 0.106 | 0 |
| | | D-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K9 | | 0.212 | 0 |
| | | FS-PU | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K10 | | 0.132 | 0 |
| | | FC-PU | 4 | 1 | 4 | | | | | | | | K11 | | 5.916 | 0 |
| | | INO-PR-F | 6 | 0 | 0 | | | | | | | | K12 | | 0.377 | 0 |
| | | INO-PR-T | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | K13 | | 1.277 | 0 |
| | | LM-PR-LL | 1 | 0 | 0 | | | | | | | | K14 | | 1.277 | 0 |
| | | B | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K15 | | 4.487 | 0 |
| | | T-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K16 | | 1.456 | 0 |
| | | D-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K17 | | 2.138 | 0 |
| | | D-S | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K18 | | 0.159 | 0 |
| | | CB-F | 8 | 0 | 0 | **25** | **1.13** | **1.06** | **1.00** | **28.48** | **1.77** | **PVC** | **TOTAL** | **3** | | **1.543** |
| | | CB-T | 6 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | FC-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LV-PR | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LP-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PR | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PU | 6 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | PA | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | J | 2 | 2 | 4 | | | | | | | | | | | |
| | | BB | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | | **TOTAL** | **5** | **25** | | | | | | | | | | | |

### 7.2.2 - CÁLCULO DE CAUDALES Y LONGITUD EQUIVALENTE POR PÉRDIDAS DE ACCESORIOS

| NODO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | APARATO | U.C | CANT. | U.C · CANT | $U.C_R$ | Q (LPS) | $D_{Teórico}$ (pulg) | D (pulg) | $D_{comercial}$ (mm) | V (m/s) | Material | Accesorios | CANT. | Le (m) | $Le_T$ (m) |
| 6 | 7 | INO-PU-F | 10 | | 0 | | | | | | | | K1 | | 0.265 | 0 |
| | | INO-PU-T | 5 | | 0 | | | | | | | | K2 | | 0.615 | 0 |
| | | ORI-PU-F-1" | 10 | | 0 | | | | | | | | K3 | 2 | 0.503 | 1.006 |
| | | ORI-PU-F-3/4" | 5 | | 0 | | | | | | | | K4 | | 0.371 | 0 |
| | | ORI-PU-LL | 2 | | 0 | | | | | | | | K5 | | 0.357 | 0 |
| | | LM-PU-LL | 4 | | 0 | | | | | | | | K6 | | 0.483 | 0 |
| | | LM-PU-F | 7 | 2 | 14 | | | | | | | | K7 | 1 | 0.536 | 0.537 |
| | | T-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | K8 | | 0.106 | 0 |
| | | D-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | K9 | | 0.212 | 0 |
| | | FS-PU | 2 | | 0 | | | | | | | | K10 | | 0.132 | 0 |
| | | FC-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | K11 | | 5.916 | 0 |
| | | INO-PR-F | 6 | | 0 | | | | | | | | K12 | | 0.377 | 0 |
| | | INO-PR-T | 3 | | 0 | | | | | | | | K13 | | 1.277 | 0 |
| | | LM-PR-LL | 1 | | 0 | | | | | | | | K14 | | 1.277 | 0 |
| | | B | 2 | | 0 | | | | | | | | K15 | | 4.487 | 0 |
| | | T-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | K16 | | 1.456 | 0 |
| | | D-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | K17 | | 2.138 | 0 |
| | | D-S | 2 | | 0 | | | | | | | | K18 | | 0.159 | 0 |
| | | CB-F | 8 | | 0 | **14** | **0.76** | **0.87** | **1.00** | **28.48** | **1.19** | **PVC** | **TOTAL** | **3** | | **1.543** |
| | | CB-T | 6 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | FC-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LV-PR | 3 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LP-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PR | 3 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PU | 6 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | PA | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | J | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | BB | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | **TOTAL** | **2** | | **14** | | | | | | | | | | | |

| NODO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | APARATO | U.C | CANT. | U.C · CANT | $U.C_R$ | Q (LPS) | $D_{Teórico}$ (pulg) | D (pulg) | $D_{comercial}$ (mm) | V (m/s) | Material | Accesorios | CANT. | Le (m) | $Le_T$ (m) |
| 7 | 8 | INO-PU-F | 10 | 2 | 20 | | | | | | | | K1 | | 0.265 | 0 |
| | | INO-PU-T | 5 | | 0 | | | | | | | | K2 | | 0.615 | 0 |
| | | ORI-PU-F-1" | 10 | | 0 | | | | | | | | K3 | 6 | 0.503 | 3.018 |
| | | ORI-PU-F-3/4" | 5 | | 0 | | | | | | | | K4 | | 0.371 | 0 |
| | | ORI-PU-LL | 2 | | 0 | | | | | | | | K5 | | 0.357 | 0 |
| | | LM-PU-LL | 4 | | 0 | | | | | | | | K6 | | 0.483 | 0 |
| | | LM-PU-F | 7 | | 0 | | | | | | | | K7 | | 0.536 | 0 |
| | | T-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | K8 | | 0.106 | 0 |
| | | D-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | K9 | | 0.212 | 0 |
| | | FS-PU | 2 | | 0 | | | | | | | | K10 | 1 | 0.132 | 0.133 |
| | | FC-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | K11 | | 5.916 | 0 |
| | | INO-PR-F | 6 | | 0 | | | | | | | | K12 | | 0.377 | 0 |
| | | INO-PR-T | 3 | | 0 | | | | | | | | K13 | | 1.277 | 0 |
| | | LM-PR-LL | 1 | | 0 | | | | | | | | K14 | 1 | 1.277 | 1.278 |
| | | B | 2 | | 0 | | | | | | | | K15 | | 4.487 | 0 |
| | | T-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | K16 | | 1.456 | 0 |
| | | D-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | K17 | | 2.138 | 0 |
| | | D-S | 2 | | 0 | | | | | | | | K18 | | 0.159 | 0 |
| | | CB-F | 8 | | 0 | **20** | **0.88** | **0.93** | **1.00** | **28.48** | **1.38** | **PVC** | **TOTAL** | **8** | | **4.429** |
| | | CB-T | 6 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | FC-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LV-PR | 3 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PU | 4 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LP-PR | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PR | 3 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PU | 6 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | PA | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | J | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | BB | 2 | | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | **TOTAL** | **2** | | **20** | | | | | | | | | | | |

### 7.2.2 - CÁLCULO DE CAUDALES Y LONGITUD EQUIVALENTE POR PÉRDIDAS DE ACCESORIOS

| NODO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | APARATO | U.C | CANT. | U.C · CANT | $U.C_R$ | Q (LPS) | $D_{Teórico}$ (pulg) | D (pulg) | $D_{comercial}$ (mm) | V (m/s) | Material | Accesorios | CANT. | Le (m) | $Le_T$ (m) |
| 8 | 9 | INO-PU-F | 10 | 2 | 20 | | | | | | | | K1 | | 0.328 | 0 |
| | | INO-PU-T | 5 | 0 | 0 | | | | | | | | K2 | | 0.741 | 0 |
| | | ORI-PU-F-1" | 10 | 0 | 0 | | | | | | | | K3 | 1 | 0.614 | 0.614 |
| | | ORI-PU-F-3/4" | 5 | 0 | 0 | | | | | | | | K4 | | 0.457 | 0 |
| | | ORI-PU-LL | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K5 | | 0.433 | 0 |
| | | LM-PU-LL | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K6 | | 0.610 | 0 |
| | | LM-PU-F | 7 | 2 | 14 | | | | | | | | K7 | | 0.663 | 0 |
| | | T-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K8 | | 0.131 | 0 |
| | | D-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K9 | | 0.263 | 0 |
| | | FS-PU | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K10 | | 0.160 | 0 |
| | | FC-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K11 | | 7.313 | 0 |
| | | INO-PR-F | 6 | 0 | 0 | | | | | | | | K12 | | 0.465 | 0 |
| | | INO-PR-T | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | K13 | | 1.535 | 0 |
| | | LM-PR-LL | 1 | 0 | 0 | | | | | | | | K14 | 1 | 1.535 | 1.536 |
| | | B | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K15 | | 5.542 | 0 |
| | | T-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K16 | | 1.787 | 0 |
| | | D-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K17 | | 2.667 | 0 |
| | | D-S | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K18 | | 0.189 | 0 |
| | | CB-F | 8 | 0 | 0 | **34** | **1.39** | **1.17** | **1.25** | **38.14** | **1.22** | **PVC** | **TOTAL** | **2** | | **2.15** |
| | | CB-T | 6 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | FC-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LV-PR | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LP-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PR | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PU | 6 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | PA | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | J | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | BB | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | | **TOTAL** | **4** | **34** | | | | | | | | | | | |

| NODO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | APARATO | U.C | CANT. | U.C · CANT | $U.C_R$ | Q (LPS) | $D_{Teórico}$ (pulg) | D (pulg) | $D_{comercial}$ (mm) | V (m/s) | Material | Accesorios | CANT. | Le (m) | $Le_T$ (m) |
| 9 | 10 | INO-PU-F | 10 | 2 | 20 | | | | | | | | K1 | | 0.328 | 0 |
| | | INO-PU-T | 5 | 0 | 0 | | | | | | | | K2 | | 0.741 | 0 |
| | | ORI-PU-F-1" | 10 | 0 | 0 | | | | | | | | K3 | 8 | 0.614 | 4.911 |
| | | ORI-PU-F-3/4" | 5 | 0 | 0 | | | | | | | | K4 | | 0.457 | 0 |
| | | ORI-PU-LL | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K5 | | 0.433 | 0 |
| | | LM-PU-LL | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K6 | | 0.610 | 0 |
| | | LM-PU-F | 7 | 2 | 14 | | | | | | | | K7 | 1 | 0.663 | 0.664 |
| | | T-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K8 | | 0.131 | 0 |
| | | D-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K9 | | 0.263 | 0 |
| | | FS-PU | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K10 | 1 | 0.160 | 0.161 |
| | | FC-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K11 | | 7.313 | 0 |
| | | INO-PR-F | 6 | 0 | 0 | | | | | | | | K12 | | 0.465 | 0 |
| | | INO-PR-T | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | K13 | | 1.535 | 0 |
| | | LM-PR-LL | 1 | 0 | 0 | | | | | | | | K14 | | 1.535 | 0 |
| | | B | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K15 | | 5.542 | 0 |
| | | T-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K16 | | 1.787 | 0 |
| | | D-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K17 | | 2.667 | 0 |
| | | D-S | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K18 | | 0.189 | 0 |
| | | CB-F | 8 | 0 | 0 | **36** | **1.45** | **1.20** | **1.25** | **38.14** | **1.27** | **PVC** | **TOTAL** | **10** | | **5.736** |
| | | CB-T | 6 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | FC-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LV-PR | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LP-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PR | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PU | 6 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | PA | 2 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | |
| | | J | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | BB | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | | **TOTAL** | **5** | **36** | | | | | | | | | | | |

### 7.2.2 - CÁLCULO DE CAUDALES Y LONGITUD EQUIVALENTE POR PÉRDIDAS DE ACCESORIOS

| NODO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | APARATO | U.C | CANT. | U.C · CANT | $U.C_R$ | Q (LPS) | $D_{Teórico}$ (pulg) | D (pulg) | $D_{comercial}$ (mm) | V (m/s) | Material | Accesorios | CANT. | Le (m) | $Le_T$ (m) |
| 10 | 11 | INO-PU-F | 10 | 3 | 30 | | | | | | | | K1 | | 0.328 | 0 |
| | | INO-PU-T | 5 | 0 | 0 | | | | | | | | K2 | | 0.741 | 0 |
| | | ORI-PU-F-1" | 10 | 0 | 0 | | | | | | | | K3 | | 0.614 | 0 |
| | | ORI-PU-F-3/4" | 5 | 0 | 0 | | | | | | | | K4 | | 0.457 | 0 |
| | | ORI-PU-LL | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K5 | | 0.433 | 0 |
| | | LM-PU-LL | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K6 | | 0.610 | 0 |
| | | LM-PU-F | 7 | 3 | 21 | | | | | | | | K7 | | 0.663 | 0 |
| | | T-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K8 | | 0.131 | 0 |
| | | D-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K9 | | 0.263 | 0 |
| | | FS-PU | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K10 | | 0.160 | 0 |
| | | FC-PU | 4 | 1 | 4 | | | | | | | | K11 | | 7.313 | 0 |
| | | INO-PR-F | 6 | 0 | 0 | | | | | | | | K12 | | 0.465 | 0 |
| | | INO-PR-T | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | K13 | 1 | 1.535 | 1.536 |
| | | LM-PR-LL | 1 | 0 | 0 | | | | | | | | K14 | | 1.535 | 0 |
| | | B | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K15 | | 5.542 | 0 |
| | | T-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K16 | | 1.787 | 0 |
| | | D-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K17 | | 2.667 | 0 |
| | | D-S | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K18 | | 0.189 | 0 |
| | | CB-F | 8 | 0 | 0 | **61** | **2.08** | **1.43** | **1.25** | **38.14** | **1.82** | **PVC** | **TOTAL** | **1** | | **1.536** |
| | | CB-T | 6 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | FC-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LV-PR | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LP-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PR | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PU | 6 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | PA | 2 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | |
| | | J | 2 | 2 | 4 | | | | | | | | | | | |
| | | BB | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | | **TOTAL** | **10** | **61** | | | | | | | | | | | |

| NODO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | APARATO | U.C | CANT. | U.C · CANT | $U.C_R$ | Q (LPS) | $D_{Teórico}$ (pulg) | D (pulg) | $D_{comercial}$ (mm) | V (m/s) | Material | Accesorios | CANT. | Le (m) | $Le_T$ (m) |
| 11 | 12 | INO-PU-F | 10 | 5 | 50 | | | | | | | | K1 | | 0.390 | 0 |
| | | INO-PU-T | 5 | 0 | 0 | | | | | | | | K2 | 2 | 0.867 | 1.734 |
| | | ORI-PU-F-1" | 10 | 0 | 0 | | | | | | | | K3 | | 0.725 | 0 |
| | | ORI-PU-F-3/4" | 5 | 0 | 0 | | | | | | | | K4 | | 0.543 | 0 |
| | | ORI-PU-LL | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K5 | | 0.510 | 0 |
| | | LM-PU-LL | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K6 | | 0.738 | 0 |
| | | LM-PU-F | 7 | 5 | 35 | | | | | | | | K7 | 1 | 0.791 | 0.791 |
| | | T-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K8 | | 0.156 | 0 |
| | | D-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | K9 | | 0.314 | 0 |
| | | FS-PU | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K10 | | 0.189 | 0 |
| | | FC-PU | 4 | 1 | 4 | | | | | | | | K11 | | 8.709 | 0 |
| | | INO-PR-F | 6 | 0 | 0 | | | | | | | | K12 | | 0.553 | 0 |
| | | INO-PR-T | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | K13 | | 1.793 | 0 |
| | | LM-PR-LL | 1 | 0 | 0 | | | | | | | | K14 | | 1.793 | 0 |
| | | B | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K15 | | 6.598 | 0 |
| | | T-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K16 | | 2.118 | 0 |
| | | D-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K17 | | 3.196 | 0 |
| | | D-S | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | K18 | | 0.218 | 0 |
| | | CB-F | 8 | 0 | 0 | **97** | **2.58** | **1.60** | **1.50** | **43.68** | **1.72** | **PVC** | **TOTAL** | **3** | | **2.525** |
| | | CB-T | 6 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | FC-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LV-PR | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LAV-PU | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LP-PR | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PR | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | LPE-PU | 6 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | PA | 2 | 2 | 4 | | | | | | | | | | | |
| | | J | 2 | 2 | 4 | | | | | | | | | | | |
| | | BB | 2 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | | | **TOTAL** | **15** | **97** | | | | | | | | | | | |

## 7.2.3. - CÁLCULO RUTA CRÍTICA RED DE SUMINISTRO DE AGUA

| | |
|---|---|
| T (°C) | 15 |
| Ks (mm) | 0.0015 |
| v ($m^2/s$) | 1.139E-06 |
| g ($m/s^2$) | 9.806 |

**PVC**

| TRAMO | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | | | | | Presion (m.c.a) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | $U.C_R$ | Q (l/S) | D (pulg) | D (mm) | v (m/s) | $L_H$ (m) | $L_V$ (m) | Le (m) | $L_T$ (m) | Re | f | Solver | $v^2/2g$ (m) | $S_f$ (m/m) | $h_f$ (m) | Inicial | Final |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.00 |
| 1 | 2 | 4.00 | 0.25 | 0.50 | 16.60 | 1.16 | 3.00 | 2.90 | 1.49 | 7.39 | 16835 | 0.027 | -0.0008 | 0.068 | 0.111 | 0.82 | 1.00 | 1.82 |
| 2 | 3 | 6.00 | 0.32 | 0.50 | 16.60 | 1.48 | 4.00 | 1.28 | 0.85 | 6.12 | 21549 | 0.026 | 0.0008 | 0.111 | 0.172 | 1.05 | 1.82 | 2.88 |
| 3 | 4 | 8.00 | 0.44 | 0.75 | 21.81 | 1.18 | 1.50 | 1.08 | 1.19 | 3.77 | 22552 | 0.025 | 0.0000 | 0.071 | 0.082 | 0.31 | 2.88 | 3.19 |
| 5 | 6 | 25.00 | 1.13 | 1.00 | 28.48 | 1.77 | 2.00 | 1.28 | 1.54 | 4.82 | 44353 | 0.022 | -0.0004 | 0.160 | 0.122 | 0.59 | 0.00 | 0.59 |
| 8 | 9 | 34.00 | 1.39 | 1.25 | 38.14 | 1.22 | 2.00 | 0.00 | 2.15 | 4.15 | 40740 | 0.022 | -0.0003 | 0.075 | 0.044 | 0.18 | 0.00 | 0.18 |
| 9 | 10 | 36.00 | 1.45 | 1.25 | 38.14 | 1.27 | 2.00 | 0.88 | 5.74 | 8.61 | 42499 | 0.022 | -0.0001 | 0.082 | 0.047 | 0.40 | 0.18 | 0.58 |
| 10 | 11 | 61.00 | 2.08 | 1.25 | 38.14 | 1.82 | 2.00 | 0.00 | 1.54 | 3.54 | 60963 | 0.020 | -0.0007 | 0.169 | 0.089 | 0.32 | 0.58 | 0.90 |
| 11 | 12 | 97.00 | 2.58 | 1.50 | 43.68 | 1.72 | 2.00 | 1.28 | 2.53 | 5.80 | 66027 | 0.020 | -0.0005 | 0.151 | 0.069 | 0.40 | 0.90 | 1.30 |
| | | | | | | **TOTAL** | **18.50** | **8.68** | **17.01** | **44.19** | | | | | **Pérdidas Totales (m)** | **4.07** | | |

**Nodo Inicial**

| Cota Nivel (m.s.n.m) | elevacion sobre el terreno (m) | Cota Red Acueducto (m.s.n.m) |
|---|---|---|
| -2.45 | 0.00 | -2.45 |

| | |
|---|---|
| **Altura Estatica (m)** | 2.95 |

**Nodo Final**

| Cota Nivel (m.s.n.m) | Desnivel (m) | Nivel Final (m.s.n.m) | Elevación sobre piso (m) | Aparato Crítico (m.s.n.m) |
|---|---|---|---|---|
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.50 |

| | |
|---|---|
| **Altura Dinamica (m)** | 8.02 |
| **Eficiencia** | 60% |

Presion Acometida (m.c.a) = 0.00

Presion Total Requerida (m) = 1.00

| | |
|---|---|
| **Potencia Requerida (HP)** | 1.00 |

Presión Nodo Final (m) = -7.09 Necesita altura de presión, se requiere un sistema hidroneumático

| | |
|---|---|
| **Q (GPM)** | 41.0 |

**Tabla 8. Unidades de consumo por aparatos sanitarios**

| Aparatos | Ocupación | Tipo de Control de Suministro | Unidades de Consumo |
|---|---|---|---|
| Inodoro | Público | Flúxometro | 10 |
| Inodoro | Público | Tanque de Limpieza | 5 |
| Orinal | Público | Flúxometro de ϕ = 2.5cm (1 pulg) | 10 |
| Orinal | Público | Flúxometro de ϕ = 2cm (3/4 pulg) | 5 |
| Orinal | Público | Llave | 2 |
| Lavamanos | Público | Llave | 4 |
| Lavamanos | Público | Flúxometro | 7 |
| Tina | Público | Válvula Mezcladora | 4 |
| Ducha | Público | Válvula Mezcladora | 4 |
| Fregadero de Servicio | Público | Llave | 2 |
| Fregadero de Cocina | Hotel, Restaurante | Llave | 4 |
| Inodoro | Privado | Flúxometro | 6 |
| Inodoro | Privado | Tanque de Limpieza | 3 |
| Lavamanos | Privado | Llave | 1 |
| Bidé | Privado | Válvula Mezcladora | 2 |
| Tina | Privado | Válvula Mezcladora | 2 |
| Ducha | Privado | Válvula Mezcladora | 2 |
| Ducha Separada | Privado | Válvula Mezcladora | 2 |
| Cuarto de Baño | Privado | Un flúxometro por cuarto | 8 |
| Cuarto de Baño | Privado | Tanque de Limpieza | 6 |
| Fregadero de Cocina | Privado | Llave | 2 |
| Lavadero de 1 a 3 Compartimentos | Privado | Llave | 3 |
| Lavadora | Privado | Llave | 2 |
| Lavadora | Público | Llave | 4 |
| Lavaplatos | Privado | Llave | 2 |
| Lavaplatos Eléctrico | Privado | Llave | 3 |
| Lavaplatos Eléctrico | Público | Llave | 6 |
| Poceta de Aseo | Pública | Llave | 2 |
| Llave jardín, parqueadero, patio, etc. | Pública | Llave | 2 |
| Bebederos | Pública | Válvula | 2 |

1) Los valores de unidades relacionados representan la carga total para el sistema de abastecimiento de agua. Los valores individuales tanto para agua fria como para agua caliente en aparatos que incluyan las dos conexiones se debe tomar como x del valor total relacionado para el aparato.

| ORDEN K's | ACCCESORIO |
|---|---|
| 1 | CODO 45° |
| 2 | CODO RADIO CORTO 90° |
| 3 | CODO RADIO MEDIO 90° |
| 4 | CODO RADIO LARGO 90° |
| 5 | ENTRADA NORMAL |
| 6 | ENTRADA DE BORDA |
| 7 | SALIDA DE TUBERIA |
| 8 | REDUCCION |
| 9 | AMPLIACION |
| 10 | VALVULA DE COMPUERTA ABIERTA |
| 11 | VALVULA DE GLOBO ABIERTA |
| 12 | TEE PASO DIRECTO |
| 13 | TEE PASO DE LADO |
| 14 | TEE SALIDA BILATERAL |
| 15 | VALVULA DE PIE CON CALADERA |
| 16 | VALVULA DE RETENCION LIVIANA |
| 17 | VALVULA DE RETENCION PESADAS (RED WHITE) |
| 18 | CURVA 45° |

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CODO 45° | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 0.38 | k2 = | 0.02 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 0.29 | 0.21 | 0.18 | 0.16 | 0.14 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 0.43 | 0.31 | 0.26 | 0.23 | 0.20 |
| 1 | 1 | 25.4 | 0.56 | 0.40 | 0.34 | 0.30 | 0.26 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 0.69 | 0.50 | 0.43 | 0.37 | 0.33 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 0.83 | 0.59 | 0.51 | 0.44 | 0.39 |
| 2 | 2 | 50.8 | 1.09 | 0.78 | 0.67 | 0.59 | 0.52 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 1.36 | 0.97 | 0.84 | 0.73 | 0.64 |
| 3 | 3 | 76.2 | 1.63 | 1.16 | 1.00 | 0.87 | 0.77 |
| 4 | 4 | 101.6 | 2.16 | 1.54 | 1.33 | 1.16 | 1.02 |
| 6 | 6 | 152.4 | 3.22 | 2.30 | 1.98 | 1.73 | 1.52 |
| 8 | 8 | 203.2 | 4.29 | 3.06 | 2.64 | 2.30 | 2.03 |
| 10 | 10 | 254 | 5.35 | 3.82 | 3.29 | 2.87 | 2.53 |
| 12 | 12 | 304.8 | 6.42 | 4.58 | 3.95 | 3.44 | 3.03 |
| 14 | 14 | 355.6 | 7.48 | 5.34 | 4.61 | 4.02 | 3.53 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CODO RADIO CORTO 90° | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 0.76 | k2 = | 0.17 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 0.77 | 0.55 | 0.47 | 0.41 | 0.36 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 1.04 | 0.74 | 0.64 | 0.56 | 0.49 |
| 1 | 1 | 25.4 | 1.30 | 0.93 | 0.80 | 0.70 | 0.62 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 1.57 | 1.12 | 0.97 | 0.84 | 0.74 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 1.84 | 1.31 | 1.13 | 0.98 | 0.87 |
| 2 | 2 | 50.8 | 2.37 | 1.69 | 1.46 | 1.27 | 1.12 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 2.90 | 2.07 | 1.79 | 1.56 | 1.37 |
| 3 | 3 | 76.2 | 3.43 | 2.45 | 2.11 | 1.84 | 1.62 |
| 4 | 4 | 101.6 | 4.50 | 3.21 | 2.77 | 2.41 | 2.12 |
| 6 | 6 | 152.4 | 6.63 | 4.73 | 4.08 | 3.56 | 3.13 |
| 8 | 8 | 203.2 | 8.76 | 6.25 | 5.39 | 4.70 | 4.14 |
| 10 | 10 | 254 | 10.89 | 7.77 | 6.70 | 5.84 | 5.14 |
| 12 | 12 | 304.8 | 13.02 | 9.29 | 8.01 | 6.98 | 6.15 |
| 14 | 14 | 355.6 | 15.15 | 10.81 | 9.32 | 8.13 | 7.15 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CODO RADIO MEDIO 90° | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 0.67 | k2 = | 0.09 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 0.60 | 0.43 | 0.37 | 0.32 | 0.28 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 0.83 | 0.59 | 0.51 | 0.45 | 0.39 |
| 1 | 1 | 25.4 | 1.06 | 0.76 | 0.66 | 0.57 | 0.50 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 1.30 | 0.93 | 0.80 | 0.70 | 0.61 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 1.53 | 1.10 | 0.94 | 0.82 | 0.72 |
| 2 | 2 | 50.8 | 2.00 | 1.43 | 1.23 | 1.08 | 0.95 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 2.47 | 1.77 | 1.52 | 1.33 | 1.17 |
| 3 | 3 | 76.2 | 2.94 | 2.10 | 1.81 | 1.58 | 1.39 |
| 4 | 4 | 101.6 | 3.88 | 2.77 | 2.39 | 2.08 | 1.83 |
| 6 | 6 | 152.4 | 5.76 | 4.11 | 3.54 | 3.09 | 2.72 |
| 8 | 8 | 203.2 | 7.64 | 5.45 | 4.70 | 4.10 | 3.61 |
| 10 | 10 | 254 | 9.51 | 6.79 | 5.86 | 5.11 | 4.49 |
| 12 | 12 | 304.8 | 11.39 | 8.13 | 7.01 | 6.11 | 5.38 |
| 14 | 14 | 355.6 | 13.27 | 9.47 | 8.17 | 7.12 | 6.27 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CODO RADIO LARGO 90° | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 0.52 | k2 = | 0.04 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 0.42 | 0.30 | 0.26 | 0.23 | 0.20 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 0.60 | 0.43 | 0.37 | 0.32 | 0.28 |
| 1 | 1 | 25.4 | 0.78 | 0.56 | 0.48 | 0.42 | 0.37 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 0.97 | 0.69 | 0.60 | 0.52 | 0.46 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 1.15 | 0.82 | 0.71 | 0.62 | 0.54 |
| 2 | 2 | 50.8 | 1.51 | 1.08 | 0.93 | 0.81 | 0.71 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 1.88 | 1.34 | 1.16 | 1.01 | 0.89 |
| 3 | 3 | 76.2 | 2.24 | 1.60 | 1.38 | 1.20 | 1.06 |
| 4 | 4 | 101.6 | 2.97 | 2.12 | 1.83 | 1.59 | 1.40 |
| 6 | 6 | 152.4 | 4.43 | 3.16 | 2.73 | 2.38 | 2.09 |
| 8 | 8 | 203.2 | 5.88 | 4.20 | 3.62 | 3.16 | 2.78 |
| 10 | 10 | 254 | 7.34 | 5.24 | 4.52 | 3.94 | 3.47 |
| 12 | 12 | 304.8 | 8.80 | 6.28 | 5.42 | 4.72 | 4.16 |
| 14 | 14 | 355.6 | 10.26 | 7.32 | 6.31 | 5.50 | 4.84 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ENTRADA NORMAL | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 0.46 | k2 = | 0.08 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 0.43 | 0.31 | 0.27 | 0.23 | 0.21 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 0.60 | 0.43 | 0.37 | 0.32 | 0.28 |
| 1 | 1 | 25.4 | 0.76 | 0.54 | 0.47 | 0.41 | 0.36 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 0.92 | 0.66 | 0.56 | 0.49 | 0.43 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 1.08 | 0.77 | 0.66 | 0.58 | 0.51 |
| 2 | 2 | 50.8 | 1.40 | 1.00 | 0.86 | 0.75 | 0.66 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 1.72 | 1.23 | 1.06 | 0.92 | 0.81 |
| 3 | 3 | 76.2 | 2.05 | 1.46 | 1.26 | 1.10 | 0.97 |
| 4 | 4 | 101.6 | 2.69 | 1.92 | 1.66 | 1.44 | 1.27 |
| 6 | 6 | 152.4 | 3.98 | 2.84 | 2.45 | 2.14 | 1.88 |
| 8 | 8 | 203.2 | 5.27 | 3.76 | 3.24 | 2.83 | 2.49 |
| 10 | 10 | 254 | 6.56 | 4.68 | 4.04 | 3.52 | 3.10 |
| 12 | 12 | 304.8 | 7.85 | 5.60 | 4.83 | 4.21 | 3.71 |
| 14 | 14 | 355.6 | 9.14 | 6.52 | 5.62 | 4.90 | 4.31 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ENTRADA DE BORDA | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi - k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 0.77 | k2 = | 0.04 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 0.48 | 0.35 | 0.30 | 0.26 | 0.23 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 0.75 | 0.54 | 0.46 | 0.40 | 0.36 |
| 1 | 1 | 25.4 | 1.02 | 0.73 | 0.63 | 0.55 | 0.48 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 1.29 | 0.92 | 0.80 | 0.69 | 0.61 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 1.56 | 1.12 | 0.96 | 0.84 | 0.74 |
| 2 | 2 | 50.8 | 2.10 | 1.50 | 1.29 | 1.13 | 0.99 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 2.64 | 1.89 | 1.63 | 1.42 | 1.25 |
| 3 | 3 | 76.2 | 3.18 | 2.27 | 1.96 | 1.71 | 1.50 |
| 4 | 4 | 101.6 | 4.26 | 3.04 | 2.62 | 2.29 | 2.01 |
| 6 | 6 | 152.4 | 6.42 | 4.58 | 3.95 | 3.44 | 3.03 |
| 8 | 8 | 203.2 | 8.58 | 6.12 | 5.28 | 4.60 | 4.05 |
| 10 | 10 | 254 | 10.73 | 7.66 | 6.61 | 5.76 | 5.07 |
| 12 | 12 | 304.8 | 12.89 | 9.20 | 7.93 | 6.92 | 6.09 |
| 14 | 14 | 355.6 | 15.05 | 10.74 | 9.26 | 8.08 | 7.11 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SALIDA DE TUBERIA | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 0.77 | k2 = | 0.04 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 0.60 | 0.43 | 0.37 | 0.32 | 0.28 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 0.87 | 0.62 | 0.53 | 0.46 | 0.41 |
| 1 | 1 | 25.4 | 1.13 | 0.81 | 0.70 | 0.61 | 0.54 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 1.40 | 1.00 | 0.86 | 0.75 | 0.66 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 1.67 | 1.20 | 1.03 | 0.90 | 0.79 |
| 2 | 2 | 50.8 | 2.21 | 1.58 | 1.36 | 1.19 | 1.05 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 2.75 | 1.97 | 1.69 | 1.48 | 1.30 |
| 3 | 3 | 76.2 | 3.29 | 2.35 | 2.03 | 1.77 | 1.56 |
| 4 | 4 | 101.6 | 4.37 | 3.12 | 2.69 | 2.35 | 2.06 |
| 6 | 6 | 152.4 | 6.53 | 4.66 | 4.02 | 3.50 | 3.08 |
| 8 | 8 | 203.2 | 8.69 | 6.20 | 5.35 | 4.66 | 4.10 |
| 10 | 10 | 254 | 10.84 | 7.74 | 6.67 | 5.82 | 5.12 |
| 12 | 12 | 304.8 | 13.00 | 9.28 | 8.00 | 6.98 | 6.14 |
| 14 | 14 | 355.6 | 15.16 | 10.82 | 9.33 | 8.14 | 7.16 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| REDUCCION | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 0.15 | k2 = | 0.01 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 0.12 | 0.09 | 0.07 | 0.06 | 0.06 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 0.17 | 0.12 | 0.11 | 0.09 | 0.08 |
| 1 | 1 | 25.4 | 0.22 | 0.16 | 0.14 | 0.12 | 0.11 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 0.28 | 0.20 | 0.17 | 0.15 | 0.13 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 0.33 | 0.24 | 0.20 | 0.18 | 0.16 |
| 2 | 2 | 50.8 | 0.43 | 0.31 | 0.27 | 0.23 | 0.21 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 0.54 | 0.39 | 0.33 | 0.29 | 0.25 |
| 3 | 3 | 76.2 | 0.64 | 0.46 | 0.40 | 0.35 | 0.30 |
| 4 | 4 | 101.6 | 0.85 | 0.61 | 0.53 | 0.46 | 0.40 |
| 6 | 6 | 152.4 | 1.28 | 0.91 | 0.78 | 0.68 | 0.60 |
| 8 | 8 | 203.2 | 1.70 | 1.21 | 1.04 | 0.91 | 0.80 |
| 10 | 10 | 254 | 2.12 | 1.51 | 1.30 | 1.14 | 1.00 |
| 12 | 12 | 304.8 | 2.54 | 1.81 | 1.56 | 1.36 | 1.20 |
| 14 | 14 | 355.6 | 2.96 | 2.11 | 1.82 | 1.59 | 1.40 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AMPLIACION | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 0.31 | k2 = | 0.01 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 0.23 | 0.17 | 0.14 | 0.12 | 0.11 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 0.34 | 0.24 | 0.21 | 0.18 | 0.16 |
| 1 | 1 | 25.4 | 0.45 | 0.32 | 0.28 | 0.24 | 0.21 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 0.56 | 0.40 | 0.34 | 0.30 | 0.26 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 0.67 | 0.48 | 0.41 | 0.36 | 0.31 |
| 2 | 2 | 50.8 | 0.88 | 0.63 | 0.54 | 0.47 | 0.42 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 1.10 | 0.79 | 0.68 | 0.59 | 0.52 |
| 3 | 3 | 76.2 | 1.32 | 0.94 | 0.81 | 0.71 | 0.62 |
| 4 | 4 | 101.6 | 1.75 | 1.25 | 1.08 | 0.94 | 0.83 |
| 6 | 6 | 152.4 | 2.62 | 1.87 | 1.61 | 1.41 | 1.24 |
| 8 | 8 | 203.2 | 3.49 | 2.49 | 2.15 | 1.87 | 1.65 |
| 10 | 10 | 254 | 4.36 | 3.11 | 2.68 | 2.34 | 2.06 |
| 12 | 12 | 304.8 | 5.23 | 3.73 | 3.22 | 2.80 | 2.47 |
| 14 | 14 | 355.6 | 6.10 | 4.35 | 3.75 | 3.27 | 2.88 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VALVULA DE COMPUERTA ABIERTA | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 0.17 | k2 = | 0.03 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 0.16 | 0.12 | 0.10 | 0.09 | 0.08 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 0.22 | 0.16 | 0.14 | 0.12 | 0.10 |
| 1 | 1 | 25.4 | 0.28 | 0.20 | 0.17 | 0.15 | 0.13 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 0.34 | 0.24 | 0.21 | 0.18 | 0.16 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 0.40 | 0.29 | 0.25 | 0.21 | 0.19 |
| 2 | 2 | 50.8 | 0.52 | 0.37 | 0.32 | 0.28 | 0.24 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 0.64 | 0.46 | 0.39 | 0.34 | 0.30 |
| 3 | 3 | 76.2 | 0.76 | 0.54 | 0.47 | 0.41 | 0.36 |
| 4 | 4 | 101.6 | 0.99 | 0.71 | 0.61 | 0.53 | 0.47 |
| 6 | 6 | 152.4 | 1.47 | 1.05 | 0.91 | 0.79 | 0.69 |
| 8 | 8 | 203.2 | 1.95 | 1.39 | 1.20 | 1.05 | 0.92 |
| 10 | 10 | 254 | 2.42 | 1.73 | 1.49 | 1.30 | 1.14 |
| 12 | 12 | 304.8 | 2.90 | 2.07 | 1.79 | 1.56 | 1.37 |
| 14 | 14 | 355.6 | 3.38 | 2.41 | 2.08 | 1.81 | 1.59 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VALVULA DE GLOBO ABIERTA | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 8.44 | k2 = | 0.5 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 6.61 | 4.72 | 4.07 | 3.55 | 3.12 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 9.57 | 6.83 | 5.89 | 5.14 | 4.52 |
| 1 | 1 | 25.4 | 12.53 | 8.94 | 7.71 | 6.72 | 5.92 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 15.48 | 11.05 | 9.53 | 8.31 | 7.31 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 18.44 | 13.16 | 11.35 | 9.89 | 8.71 |
| 2 | 2 | 50.8 | 24.35 | 17.38 | 14.99 | 13.07 | 11.50 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 30.26 | 21.60 | 18.63 | 16.24 | 14.29 |
| 3 | 3 | 76.2 | 36.18 | 25.82 | 22.27 | 19.41 | 17.09 |
| 4 | 4 | 101.6 | 48.00 | 34.26 | 29.54 | 25.76 | 22.67 |
| 6 | 6 | 152.4 | 71.65 | 51.14 | 44.10 | 38.45 | 33.84 |
| 8 | 8 | 203.2 | 95.31 | 68.02 | 58.66 | 51.14 | 45.01 |
| 10 | 10 | 254 | 118.96 | 84.90 | 73.21 | 63.83 | 56.19 |
| 12 | 12 | 304.8 | 142.61 | 101.78 | 87.77 | 76.53 | 67.36 |
| 14 | 14 | 355.6 | 166.26 | 118.66 | 102.33 | 89.22 | 78.53 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TEE PASO DIRECTO | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 0.53 | k2 = | 0.04 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 0.43 | 0.31 | 0.26 | 0.23 | 0.20 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 0.61 | 0.44 | 0.38 | 0.33 | 0.29 |
| 1 | 1 | 25.4 | 0.80 | 0.57 | 0.49 | 0.43 | 0.38 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 0.98 | 0.70 | 0.61 | 0.53 | 0.46 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 1.17 | 0.84 | 0.72 | 0.63 | 0.55 |
| 2 | 2 | 50.8 | 1.54 | 1.10 | 0.95 | 0.83 | 0.73 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 1.91 | 1.37 | 1.18 | 1.03 | 0.90 |
| 3 | 3 | 76.2 | 2.28 | 1.63 | 1.41 | 1.23 | 1.08 |
| 4 | 4 | 101.6 | 3.03 | 2.16 | 1.86 | 1.62 | 1.43 |
| 6 | 6 | 152.4 | 4.51 | 3.22 | 2.78 | 2.42 | 2.13 |
| 8 | 8 | 203.2 | 6.00 | 4.28 | 3.69 | 3.22 | 2.83 |
| 10 | 10 | 254 | 7.48 | 5.34 | 4.61 | 4.02 | 3.53 |
| 12 | 12 | 304.8 | 8.97 | 6.40 | 5.52 | 4.81 | 4.24 |
| 14 | 14 | 355.6 | 10.45 | 7.46 | 6.43 | 5.61 | 4.94 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TEE PASO DE LADO | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 1.56 | k2 = | 0.37 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 1.61 | 1.15 | 0.99 | 0.86 | 0.76 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 2.16 | 1.54 | 1.33 | 1.16 | 1.02 |
| 1 | 1 | 25.4 | 2.70 | 1.93 | 1.66 | 1.45 | 1.28 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 3.25 | 2.32 | 2.00 | 1.74 | 1.54 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 3.80 | 2.71 | 2.34 | 2.04 | 1.79 |
| 2 | 2 | 50.8 | 4.89 | 3.49 | 3.01 | 2.62 | 2.31 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 5.98 | 4.27 | 3.68 | 3.21 | 2.83 |
| 3 | 3 | 76.2 | 7.08 | 5.05 | 4.35 | 3.80 | 3.34 |
| 4 | 4 | 101.6 | 9.26 | 6.61 | 5.70 | 4.97 | 4.37 |
| 6 | 6 | 152.4 | 13.63 | 9.73 | 8.39 | 7.32 | 6.44 |
| 8 | 8 | 203.2 | 18.00 | 12.85 | 11.08 | 9.66 | 8.50 |
| 10 | 10 | 254 | 22.38 | 15.97 | 13.77 | 12.01 | 10.57 |
| 12 | 12 | 304.8 | 26.75 | 19.09 | 16.46 | 14.35 | 12.63 |
| 14 | 14 | 355.6 | 31.12 | 22.21 | 19.15 | 16.70 | 14.70 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TEE SALIDA BILATERAL | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 1.56 | k2 = | 0.37 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 1.61 | 1.15 | 0.99 | 0.86 | 0.76 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 2.16 | 1.54 | 1.33 | 1.16 | 1.02 |
| 1 | 1 | 25.4 | 2.70 | 1.93 | 1.66 | 1.45 | 1.28 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 3.25 | 2.32 | 2.00 | 1.74 | 1.54 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 3.80 | 2.71 | 2.34 | 2.04 | 1.79 |
| 2 | 2 | 50.8 | 4.89 | 3.49 | 3.01 | 2.62 | 2.31 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 5.98 | 4.27 | 3.68 | 3.21 | 2.83 |
| 3 | 3 | 76.2 | 7.08 | 5.05 | 4.35 | 3.80 | 3.34 |
| 4 | 4 | 101.6 | 9.26 | 6.61 | 5.70 | 4.97 | 4.37 |
| 6 | 6 | 152.4 | 13.63 | 9.73 | 8.39 | 7.32 | 6.44 |
| 8 | 8 | 203.2 | 18.00 | 12.85 | 11.08 | 9.66 | 8.50 |
| 10 | 10 | 254 | 22.38 | 15.97 | 13.77 | 12.01 | 10.57 |
| 12 | 12 | 304.8 | 26.75 | 19.09 | 16.46 | 14.35 | 12.63 |
| 14 | 14 | 355.6 | 31.12 | 22.21 | 19.15 | 16.70 | 14.70 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VALVULA DE PIE CON COLADERA | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 6.38 | k2 = | 0.4 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 5.03 | 3.59 | 3.10 | 2.70 | 2.38 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 7.26 | 5.19 | 4.47 | 3.90 | 3.43 |
| 1 | 1 | 25.4 | 9.50 | 6.78 | 5.85 | 5.10 | 4.49 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 11.73 | 8.38 | 7.22 | 6.30 | 5.54 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 13.97 | 9.97 | 8.60 | 7.50 | 6.60 |
| 2 | 2 | 50.8 | 18.44 | 13.16 | 11.35 | 9.89 | 8.71 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 22.91 | 16.35 | 14.10 | 12.29 | 10.82 |
| 3 | 3 | 76.2 | 27.38 | 19.54 | 16.85 | 14.69 | 12.93 |
| 4 | 4 | 101.6 | 36.32 | 25.92 | 22.35 | 19.49 | 17.15 |
| 6 | 6 | 152.4 | 54.20 | 38.68 | 33.36 | 29.08 | 25.60 |
| 8 | 8 | 203.2 | 72.08 | 51.44 | 44.36 | 38.68 | 34.04 |
| 10 | 10 | 254 | 89.95 | 64.20 | 55.36 | 48.27 | 42.49 |
| 12 | 12 | 304.8 | 107.83 | 76.96 | 66.37 | 57.86 | 50.93 |
| 14 | 14 | 355.6 | 125.71 | 89.72 | 77.37 | 67.46 | 59.38 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VALVULA DE RETENCION LIVIANA | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 2 | k2 = | 0.2 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 1.68 | 1.20 | 1.03 | 0.90 | 0.79 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 2.38 | 1.70 | 1.47 | 1.28 | 1.13 |
| 1 | 1 | 25.4 | 3.08 | 2.20 | 1.90 | 1.65 | 1.46 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 3.78 | 2.70 | 2.33 | 2.03 | 1.79 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 4.48 | 3.20 | 2.76 | 2.41 | 2.12 |
| 2 | 2 | 50.8 | 5.88 | 4.20 | 3.62 | 3.16 | 2.78 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 7.29 | 5.20 | 4.48 | 3.91 | 3.44 |
| 3 | 3 | 76.2 | 8.69 | 6.20 | 5.35 | 4.66 | 4.10 |
| 4 | 4 | 101.6 | 11.49 | 8.20 | 7.07 | 6.17 | 5.43 |
| 6 | 6 | 152.4 | 17.09 | 12.20 | 10.52 | 9.17 | 8.07 |
| 8 | 8 | 203.2 | 22.70 | 16.20 | 13.97 | 12.18 | 10.72 |
| 10 | 10 | 254 | 28.30 | 20.20 | 17.42 | 15.19 | 13.37 |
| 12 | 12 | 304.8 | 33.91 | 24.20 | 20.87 | 18.20 | 16.02 |
| 14 | 14 | 355.6 | 39.51 | 28.20 | 24.32 | 21.20 | 18.66 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VALVULA DE RETENCION PESADAS (RED WHITE) | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 3.2 | k2 = | 0.03 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 2.28 | 1.63 | 1.41 | 1.23 | 1.08 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 3.40 | 2.43 | 2.10 | 1.83 | 1.61 |
| 1 | 1 | 25.4 | 4.53 | 3.23 | 2.79 | 2.43 | 2.14 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 5.65 | 4.03 | 3.48 | 3.03 | 2.67 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 6.77 | 4.83 | 4.17 | 3.63 | 3.20 |
| 2 | 2 | 50.8 | 9.01 | 6.43 | 5.54 | 4.83 | 4.26 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 11.25 | 8.03 | 6.92 | 6.04 | 5.31 |
| 3 | 3 | 76.2 | 13.49 | 9.63 | 8.30 | 7.24 | 6.37 |
| 4 | 4 | 101.6 | 17.98 | 12.83 | 11.06 | 9.65 | 8.49 |
| 6 | 6 | 152.4 | 26.94 | 19.23 | 16.58 | 14.46 | 12.73 |
| 8 | 8 | 203.2 | 35.91 | 25.63 | 22.10 | 19.27 | 16.96 |
| 10 | 10 | 254 | 44.88 | 32.03 | 27.62 | 24.08 | 21.20 |
| 12 | 12 | 304.8 | 53.85 | 38.43 | 33.14 | 28.89 | 25.43 |
| 14 | 14 | 355.6 | 62.81 | 44.83 | 38.66 | 33.71 | 29.67 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

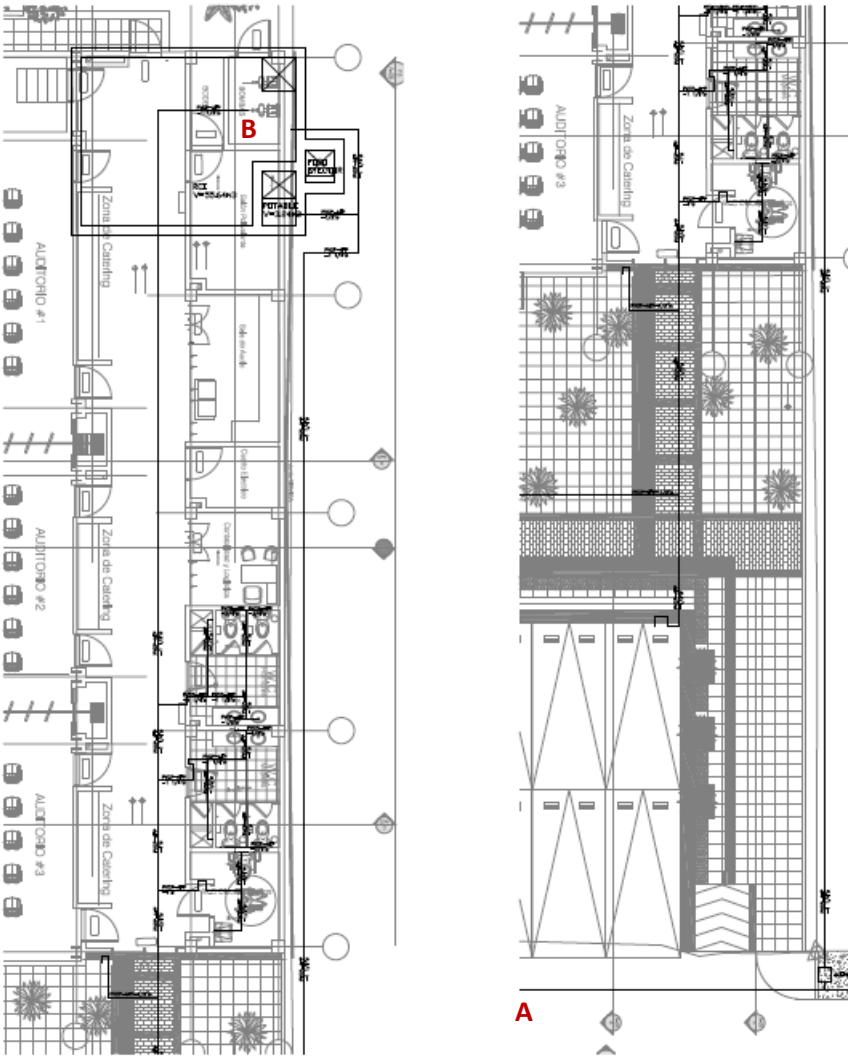
| LONGITUDES EQUIVALENTES (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CURVA 45° | | | | | | | |
| $Le = (k_1 \cdot \phi + k_2) \cdot (120/C)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Coeficientes | | | | k1 = | 0.18 | k2 = | 0.06 |
| Ø - Diametro | | | C - Hazen – Williams | | | | |
| in | Pulgadas | mm | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 0.21 | 0.15 | 0.13 | 0.11 | 0.10 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 0.27 | 0.20 | 0.17 | 0.15 | 0.13 |
| 1 | 1 | 25.4 | 0.34 | 0.24 | 0.21 | 0.18 | 0.16 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 0.40 | 0.29 | 0.25 | 0.21 | 0.19 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 0.46 | 0.33 | 0.28 | 0.25 | 0.22 |
| 2 | 2 | 50.8 | 0.59 | 0.42 | 0.36 | 0.32 | 0.28 |
| 2½ | 2.5 | 63.5 | 0.71 | 0.51 | 0.44 | 0.38 | 0.34 |
| 3 | 3 | 76.2 | 0.84 | 0.60 | 0.52 | 0.45 | 0.40 |
| 4 | 4 | 101.6 | 1.09 | 0.78 | 0.67 | 0.59 | 0.52 |
| 6 | 6 | 152.4 | 1.60 | 1.14 | 0.98 | 0.86 | 0.75 |
| 8 | 8 | 203.2 | 2.10 | 1.50 | 1.29 | 1.13 | 0.99 |
| 10 | 10 | 254 | 2.61 | 1.86 | 1.60 | 1.40 | 1.23 |
| 12 | 12 | 304.8 | 3.11 | 2.22 | 1.91 | 1.67 | 1.47 |
| 14 | 14 | 355.6 | 3.61 | 2.58 | 2.22 | 1.94 | 1.71 |

**Ing. Jaime Maestre Rodríguez**

# 7.3. SISTEMA DE BOMBEO RED DE SUMINISTRO

## 7.3.1 TOPOLOGIA RUTA CRITICA SISTEMA DE BOMBEO - RED SUMINISTRO

### PISO 1



## 7.3.2. - CÁLCULO DE DIAMETROS Y PRESIONES DE SERVICIO

| | |
|---|---|
| T (°C) | 15 |
| Ks (mm) | 0.0015 |
| v ($m^2/s$) | 1.139E-06 |
| g ($m/s^2$) | 9.806 |

**PVC**

| TRAMO | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | | | | | Presion (m.c.a) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **INICIAL** | **FINAL** | **U.$C_R$** | **Q (LPS)** | **D (pulg)** | **D (mm)** | **v (m/s)** | **$L_H$ (m)** | **$L_V$ (m)** | **Le (m)** | **$L_T$ (m)** | **Re** | **f** | **Solver** | **$v^2/2g$ (m)** | **$S_f$ (m/m)** | **$h_f$ (m)** | **Inicial** | **Final** |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.00 |
| 1 | 2 | 133.00 | 3.28 | 2.00 | 54.58 | 1.40 | 1.13 | 3.10 | 44.10 | 48.33 | 67178 | 0.020 | 0.0000 | 0.100 | 0.036 | 1.75 | 1.00 | 2.75 |
| 3 | 4 | 133.00 | 3.28 | 2.00 | 54.58 | 1.40 | 24.19 | 15.50 | 11.54 | 51.23 | 67178 | 0.020 | 0.0000 | 0.100 | 0.036 | 1.85 | 2.75 | 4.60 |
| | | | | | | | | | **TOTAL** | **99.56** | | | | | **Perdidas Totales (m)** | **3.60** | | |

## 7.3.3. - CÁLCULO DE PERDIDAS POR SUCCION

| | |
|---|---|
| T (°C) | 15 |
| Ks (mm) | 0.0015 |
| v ($m^2/s$) | 1.139E-06 |
| g ($m/s^2$) | 9.806 |

PVC

| Punto | Q (GPM) | Q (LPS) | D (pulg) | D (mm) | v (m/s) | $L_H$ (m) | $L_V$ (m) | Le (m) | $L_T$ (m) | Re | f | Solver | $v^2/2g$ (m) | $S_f$ (m/m) | $h_f$ (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 20.80 | 1.31 | 2.00 | 54.58 | 0.56 | 1.13 | 3.10 | 44.10 | 48.33 | 26871 | 0.024 | 0.0000 | 0.016 | 0.007 | 0.34 |
| 2 | 26.00 | 1.64 | 2.00 | 54.58 | 0.70 | 1.13 | 3.10 | 44.10 | 48.33 | 33589 | 0.023 | 0.0000 | 0.025 | 0.011 | 0.51 |
| 3 | 31.20 | 1.97 | 2.00 | 54.58 | 0.84 | 1.13 | 3.10 | 44.10 | 48.33 | 40307 | 0.022 | 0.0000 | 0.036 | 0.015 | 0.70 |
| 4 | 36.40 | 2.30 | 2.00 | 54.58 | 0.98 | 1.13 | 3.10 | 44.10 | 48.33 | 47025 | 0.021 | 0.0000 | 0.049 | 0.019 | 0.93 |
| 5 | 41.60 | 2.62 | 2.00 | 54.58 | 1.12 | 1.13 | 3.10 | 44.10 | 48.33 | 53742 | 0.021 | 0.0000 | 0.064 | 0.024 | 1.17 |
| 6 | 46.80 | 2.95 | 2.00 | 54.58 | 1.26 | 1.13 | 3.10 | 44.10 | 48.33 | 60460 | 0.020 | 0.0000 | 0.081 | 0.030 | 1.45 |
| **7** | **51.99** | **3.28** | **2.00** | **54.58** | **1.40** | **1.13** | **3.10** | **44.10** | **48.33** | **67178** | **0.020** | **0.0000** | **0.100** | **0.036** | **1.75** |
| 8 | 57.19 | 3.61 | 2.00 | 54.58 | 1.54 | 1.13 | 3.10 | 44.10 | 48.33 | 73896 | 0.019 | 0.0000 | 0.121 | 0.043 | 2.07 |
| 9 | 62.39 | 3.94 | 2.00 | 54.58 | 1.68 | 1.13 | 3.10 | 44.10 | 48.33 | 80614 | 0.019 | 0.0000 | 0.144 | 0.050 | 2.42 |
| 10 | 67.59 | 4.26 | 2.00 | 54.58 | 1.82 | 1.13 | 3.10 | 44.10 | 48.33 | 87331 | 0.019 | 0.0000 | 0.169 | 0.058 | 2.80 |
| 11 | 72.79 | 4.59 | 2.00 | 54.58 | 1.96 | 1.13 | 3.10 | 44.10 | 48.33 | 94049 | 0.018 | 0.0000 | 0.196 | 0.066 | 3.19 |
| 12 | 77.99 | 4.92 | 2.00 | 54.58 | 2.10 | 1.13 | 3.10 | 44.10 | 48.33 | 100767 | 0.018 | 0.0000 | 0.225 | 0.075 | 3.62 |
| 13 | 83.19 | 5.25 | 2.00 | 54.58 | 2.24 | 1.13 | 3.10 | 44.10 | 48.33 | 107485 | 0.018 | 0.0000 | 0.257 | 0.084 | 4.06 |
| 14 | 88.39 | 5.58 | 2.00 | 54.58 | 2.38 | 1.13 | 3.10 | 44.10 | 48.33 | 114203 | 0.018 | 0.0000 | 0.290 | 0.094 | 4.53 |
| 15 | 93.59 | 5.90 | 2.00 | 54.58 | 2.52 | 1.13 | 3.10 | 44.10 | 48.33 | 120920 | 0.017 | 0.0000 | 0.325 | 0.104 | 5.02 |

## 7.3.4.CÁLCULO DE PERDIDAS POR DESCARGA

| | |
|---|---|
| T (°C) | 15 |
| Ks (mm) | 0.0015 |
| v ($m^2/s$) | 1.139E-06 |
| g ($m/s^2$) | 9.806 |

PVC

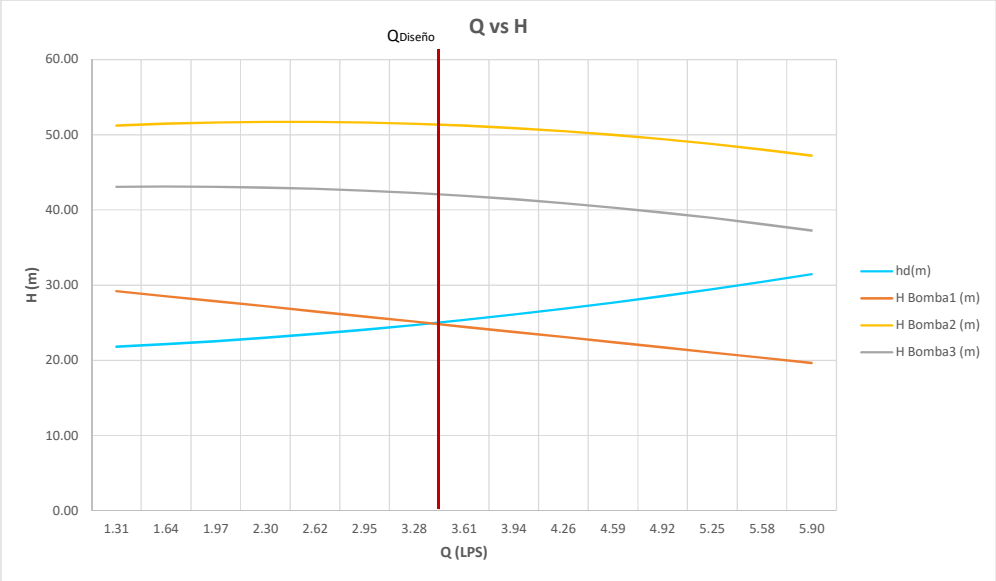
| Punto | Q (GPM) | Q (LPS) | D (pulg) | D (mm) | v (m/s) | $L_H$ (m) | $L_V$ (m) | Le (m) | $L_T$ (m) | Re | f | Solver | $v^2/2g$ (m) | $S_f$ (m/m) | $h_f$ (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 20.80 | 1.31 | 2.00 | 54.58 | 0.56 | 24.19 | 15.50 | 11.54 | 51.23 | 26871 | 0.024 | 0.0000 | 0.016 | 0.007 | 0.36 |
| 2 | 26.00 | 1.64 | 2.00 | 54.58 | 0.70 | 24.19 | 15.50 | 11.54 | 51.23 | 33589 | 0.023 | 0.0000 | 0.025 | 0.011 | 0.54 |
| 3 | 31.20 | 1.97 | 2.00 | 54.58 | 0.84 | 24.19 | 15.50 | 11.54 | 51.23 | 40307 | 0.022 | 0.0000 | 0.036 | 0.015 | 0.75 |
| 4 | 36.40 | 2.30 | 2.00 | 54.58 | 0.98 | 24.19 | 15.50 | 11.54 | 51.23 | 47025 | 0.021 | 0.0000 | 0.049 | 0.019 | 0.98 |
| 5 | 41.60 | 2.62 | 2.00 | 54.58 | 1.12 | 24.19 | 15.50 | 11.54 | 51.23 | 53742 | 0.021 | 0.0000 | 0.064 | 0.024 | 1.24 |
| 6 | 46.80 | 2.95 | 2.00 | 54.58 | 1.26 | 24.19 | 15.50 | 11.54 | 51.23 | 60460 | 0.020 | 0.0000 | 0.081 | 0.030 | 1.53 |
| **7** | **51.99** | **3.28** | **2.00** | **54.58** | **1.40** | **24.19** | **15.50** | **11.54** | **51.23** | **67178** | **0.020** | **0.0000** | **0.100** | **0.036** | **1.85** |
| 8 | 57.19 | 3.61 | 2.00 | 54.58 | 1.54 | 24.19 | 15.50 | 11.54 | 51.23 | 73896 | 0.019 | 0.0000 | 0.121 | 0.043 | 2.20 |
| 9 | 62.39 | 3.94 | 2.00 | 54.58 | 1.68 | 24.19 | 15.50 | 11.54 | 51.23 | 80614 | 0.019 | 0.0000 | 0.144 | 0.050 | 2.57 |
| 10 | 67.59 | 4.26 | 2.00 | 54.58 | 1.82 | 24.19 | 15.50 | 11.54 | 51.23 | 87331 | 0.019 | 0.0000 | 0.169 | 0.058 | 2.96 |
| 11 | 72.79 | 4.59 | 2.00 | 54.58 | 1.96 | 24.19 | 15.50 | 11.54 | 51.23 | 94049 | 0.018 | 0.0000 | 0.196 | 0.066 | 3.39 |
| 12 | 77.99 | 4.92 | 2.00 | 54.58 | 2.10 | 24.19 | 15.50 | 11.54 | 51.23 | 100767 | 0.018 | 0.0000 | 0.225 | 0.075 | 3.83 |
| 13 | 83.19 | 5.25 | 2.00 | 54.58 | 2.24 | 24.19 | 15.50 | 11.54 | 51.23 | 107485 | 0.018 | 0.0000 | 0.257 | 0.084 | 4.30 |
| 14 | 88.39 | 5.58 | 2.00 | 54.58 | 2.38 | 24.19 | 15.50 | 11.54 | 51.23 | 114203 | 0.018 | 0.0000 | 0.290 | 0.094 | 4.80 |
| 15 | 93.59 | 5.90 | 2.00 | 54.58 | 2.52 | 24.19 | 15.50 | 11.54 | 51.23 | 120920 | 0.017 | 0.0000 | 0.325 | 0.104 | 5.32 |

### 7.3.5. - SELECCIÓN DE BOMBA Y CALCULO NPSH

| | |
|---|---|
| T (°C) | 15 |
| Ks (mm) | 0.0015 |
| v ($m^2/s$) | 1.139E-06 |
| g ($m/s^2$) | 9.806 |

PVC

| Punto | Q (GPM) | Q (LPS) | D (pulg) | D (mm) | $h_f$ (m) | he(m) | Presión Aparato Crítico(mca) | hd(m) | $H_{Bomba1}$ (m) | $H_{Bomba2}$ (m) | $H_{Bomba3}$ (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 20.80 | 1.31 | 2.00 | 54.58 | 0.71 | 20.10 | 1.00 | 21.81 | 29.20 | 51.22 | 43.07 |
| 2 | 26.00 | 1.64 | 2.00 | 54.58 | 1.05 | 20.10 | 1.00 | 22.15 | 28.53 | 51.46 | 43.11 |
| 3 | 31.20 | 1.97 | 2.00 | 54.58 | 1.45 | 20.10 | 1.00 | 22.55 | 27.85 | 51.62 | 43.08 |
| 4 | 36.40 | 2.30 | 2.00 | 54.58 | 1.91 | 20.10 | 1.00 | 23.01 | 27.18 | 51.70 | 42.98 |
| 5 | 41.60 | 2.62 | 2.00 | 54.58 | 2.42 | 20.10 | 1.00 | 23.52 | 26.50 | 51.70 | 42.81 |
| 6 | 46.80 | 2.95 | 2.00 | 54.58 | 2.98 | 20.10 | 1.00 | 24.08 | 25.82 | 51.62 | 42.57 |
| **7** | **51.99** | **3.28** | **2.00** | **54.58** | **3.60** | **20.10** | **1.00** | **24.70** | **25.14** | **51.45** | **42.26** |
| 8 | 57.19 | 3.61 | 2.00 | 54.58 | 4.27 | 20.10 | 1.00 | 25.37 | 24.46 | 51.21 | 41.88 |
| 9 | 62.39 | 3.94 | 2.00 | 54.58 | 4.99 | 20.10 | 1.00 | 26.09 | 23.78 | 50.88 | 41.43 |
| 10 | 67.59 | 4.26 | 2.00 | 54.58 | 5.76 | 20.10 | 1.00 | 26.86 | 23.09 | 50.48 | 40.91 |
| 11 | 72.79 | 4.59 | 2.00 | 54.58 | 6.58 | 20.10 | 1.00 | 27.68 | 22.41 | 49.99 | 40.32 |
| 12 | 77.99 | 4.92 | 2.00 | 54.58 | 7.45 | 20.10 | 1.00 | 28.55 | 21.72 | 49.42 | 39.66 |
| 13 | 83.19 | 5.25 | 2.00 | 54.58 | 8.36 | 20.10 | 1.00 | 29.46 | 21.03 | 48.77 | 38.93 |
| 14 | 88.39 | 5.58 | 2.00 | 54.58 | 9.33 | 20.10 | 1.00 | 30.43 | 20.34 | 48.03 | 38.13 |
| 15 | 93.59 | 5.90 | 2.00 | 54.58 | 10.34 | 20.10 | 1.00 | 31.44 | 19.65 | 47.22 | 37.25 |




| | |
|---|---|
| Presión Atmosférica Bogotá [hPa] | 1023 |
| Presión Vapor Agua (15°C) [hPa] | 17.06 |

| Diseño | |
|---|---|
| Q (LPS) | 3.28 |
| H (m) | 24.7 |
| ϒ (Kg/m3) | 999.1 |
| P (HP) | 1.80 |

| | |
|---|---|
| Pa [m] | 10.435 |
| Pv [m] | 0.174 |
| He [m] | 3.10 |
| Hs [m] | 1.75 |

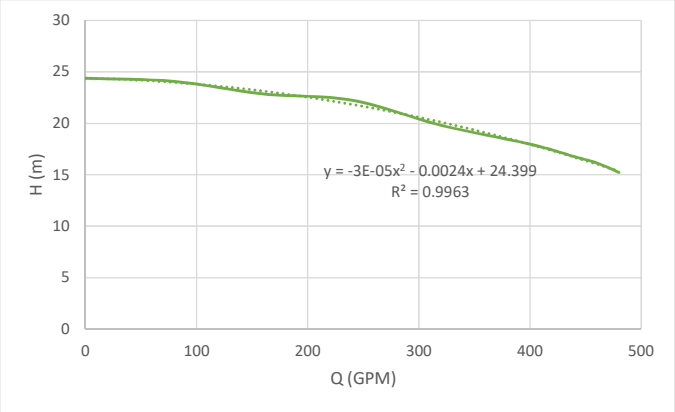
| | | |
|---|---|---|
| NPSH Disponible | 5.41 | |
| NPSH Requerido | 3.81 | OK |

| Bomba | Bomba 3 |
|---|---|
| Diametro Succión (pulg) | 2" |
| Diametro Descarga (pulg) | 1 1/2" |
| H máx. (mca) | 42.4 |
| Q máx. (GPM) | 185 |
| Q medio (GPM) | 92.5 |
| Potencia (HP) | 5 |

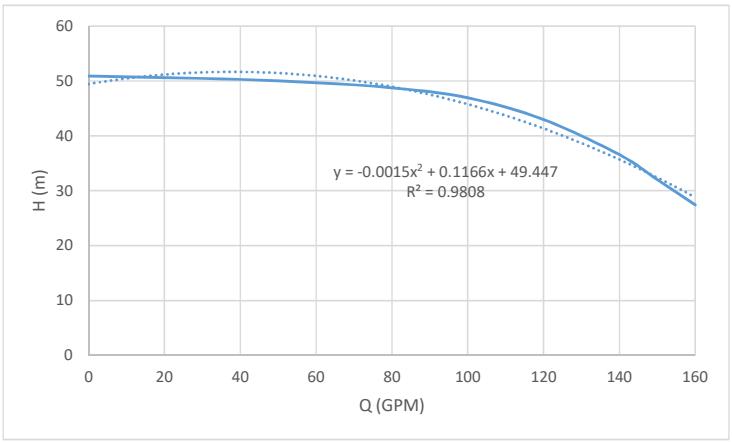
| Tanque Hidroacumulador | |
|---|---|
| Capacidad | 132 gal / 500 Litros |
| Presión max operación | 500 |
| Diametro de salida | 1 1/4'' NPT |
| Versión | Tanque vertical |

### 7.3.6. - CURVAS DE CAUDAL VS ALTURA DINAMICA EN BOMBAS

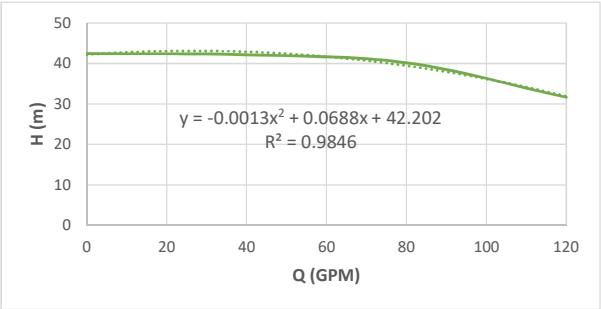
| Bomba 1 | | | |
|---|---|---|---|
| Q [GPM] | H [ft] | H [m] | Q [LPS] |
| 0 | 80.00 | 24.38 | 0.000 |
| 80 | 79.00 | 24.08 | 5.047 |
| 160 | 75.00 | 22.86 | 10.093 |
| 240 | 73.00 | 22.25 | 15.140 |
| 320 | 65.00 | 19.81 | 20.187 |
| 400 | 59.00 | 17.98 | 25.233 |
| 440 | 55.00 | 16.76 | 27.757 |
| 460 | 53.00 | 16.15 | 29.018 |
| 480 | 50.00 | 15.24 | 30.280 |



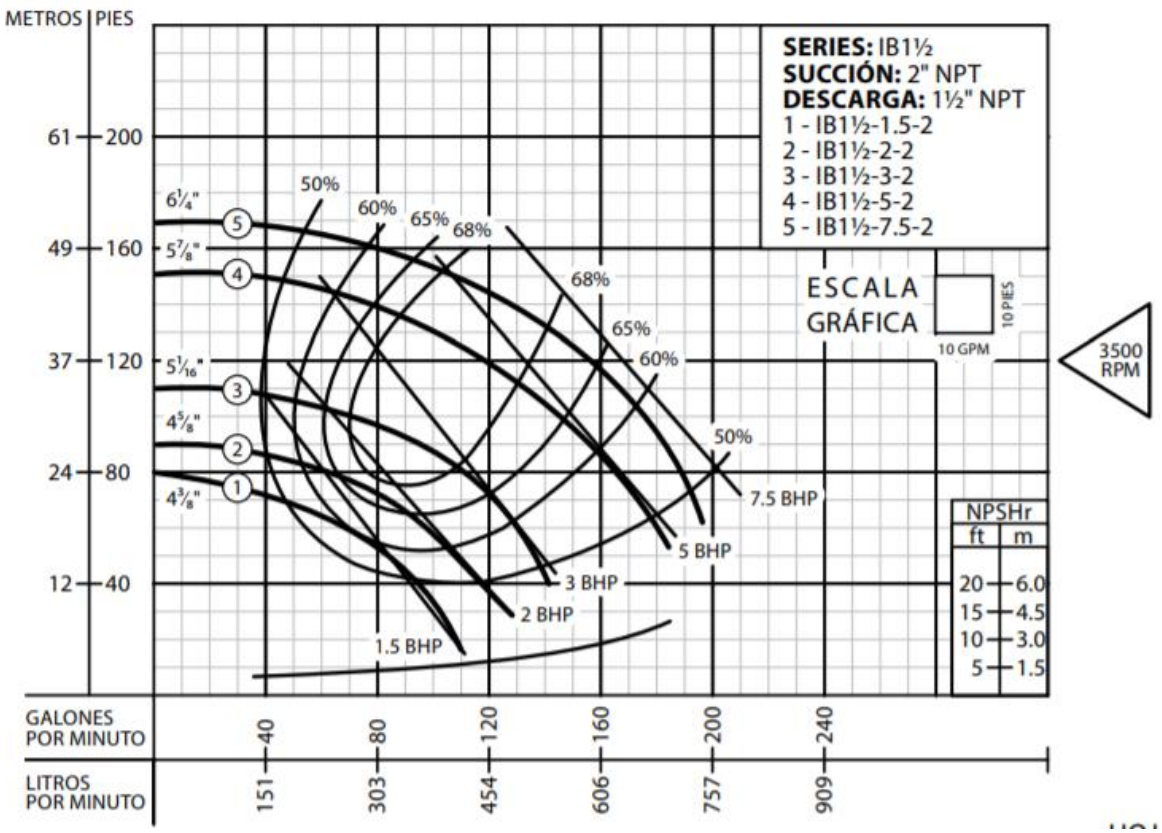

| Bomba 2 | | | |
|---|---|---|---|
| Q [GPM] | H [ft] | H [m] | Q [LPS] |
| 0 | 167.00 | 50.90 | 0.000 |
| 20 | 166.00 | 50.60 | 1.262 |
| 40 | 165.00 | 50.29 | 2.523 |
| 60 | 163.00 | 49.68 | 3.785 |
| 80 | 160.00 | 48.77 | 5.047 |
| 100 | 154.00 | 46.94 | 6.308 |
| 120 | 141.00 | 42.98 | 7.570 |
| 140 | 120.00 | 36.58 | 8.832 |
| 150 | 105.00 | 32.00 | 9.463 |
| 160 | 90.00 | 27.43 | 10.093 |




| Bomba 3 - CENTRIFUGA IB 1 1/2" 5HP | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Q [GPM] | H [ft] | H [m] | H [m] = f (Q) | Q [LPS] |
| 0 | 139.26 | 42.45 | 42.20 | 0.000 |
| 40 | 138.32 | 42.16 | 42.87 | 2.523 |
| 80 | 131.85 | 40.19 | 39.39 | 5.047 |
| 120 | 103.84 | 31.65 | 31.74 | 7.570 |
| 160 | 83.10 | 25.33 | 19.93 | 10.093 |



## 7.3.6a – CURVA CARACTERISTICA BOMBA 3



## 7.3.7a - DIMENSIONAMIENTO SISTEMA DE EYECCIÓN

| | |
|---|---|
| Volumen Limpieza ($m^3$) | 10.95 |
| Volumen Adicional ($m^3$) | 0 |
| Volumen Total ($m^3$) | 10.95 |
| Tiempo de Eyección (h) | 1.000 |
| Q (l/s) | 3.05 |
| **Q (GPM)** | **48.35** |
| $V_{max}$ (m/s) | 1.99 |
| $D_{Teórico}$ (pulg) | 1.74 |
| $D_{comercial}$ (pulg) | **2** |
| $D_{comercial}$ (mm) | 54.58 |
| $V_{real}$ (m/s) | 1.30 |
| $H_e$ [m] | 2.65 |
| $H_s$ [m] | 0.36 |
| $H_d$ [m] | 1.01 |
| $H_T$ [m] | 4.01 |
| **$H_T$ [psi]** | **5.71** |
| ϒ ($Kg/m^3$) | 999.1 |
| **P (HP)** | **0.27** |

## 7.3.7b - CÁLCULO DE DIAMETROS Y PRESIONES DE SERVICIO

| | |
|---|---|
| T (°C) | 15 |
| Ks (mm) | 0.0015 |
| v ($m^2/s$) | 1.139E-06 |
| g ($m/s^2$) | 9.806 |

**PVC**

| TRAMO | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | | | | | Presion (m.c.a) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **INICIAL** | **FINAL** | **U.$C_R$** | **Q (LPS)** | **D (pulg)** | **D (mm)** | **v (m/s)** | **$L_H$ (m)** | **$L_V$ (m)** | **Le (m)** | **$L_T$ (m)** | **Re** | **f** | **Solver** | **$v^2/2g$ (m)** | **$S_f$ (m/m)** | **$h_f$ (m)** | **Inicial** | **Final** |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 |
| 1 | 2 | 124.22 | 3.05 | 2.00 | 54.58 | 1.30 | 0.42 | 0.10 | 10.74 | 11.26 | 62475 | 0.020 | 0.0001 | 0.087 | 0.032 | 0.36 | 0.00 | 0.36 |
| 3 | 4 | 124.22 | 3.05 | 2.00 | 54.58 | 1.30 | 20.13 | 2.65 | 9.02 | 31.80 | 62475 | 0.020 | 0.0001 | 0.087 | 0.032 | 1.01 | 0.36 | 1.37 |
| | | | | | | | | | **TOTAL** | **43.05** | | | | | **Perdidas Totales (m)** | **1.37** | | |

## 7.3.7c. - CÁLCULO DE PERDIDAS POR SUCCION

| | |
|---|---|
| T (°C) | 15 |
| Ks (mm) | 0.0015 |
| v ($m^2/s$) | 1.139E-06 |
| g ($m/s^2$) | 9.806 |

PVC

| Punto | Q (GPM) | Q (LPS) | D (pulg) | D (mm) | v (m/s) | $L_H$ (m) | $L_V$ (m) | Le (m) | $L_T$ (m) | Re | f | Solver | $v^2/2g$ (m) | $S_f$ (m/m) | $h_f$ (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 19.34 | 1.22 | 2.00 | 54.58 | 0.52 | 0.42 | 0.10 | 10.74 | 11.26 | 24990 | 0.025 | 0.0001 | 0.014 | 0.006 | 0.07 |
| 2 | 24.18 | 1.53 | 2.00 | 54.58 | 0.65 | 0.42 | 0.10 | 10.74 | 11.26 | 31238 | 0.023 | 0.0001 | 0.022 | 0.009 | 0.10 |
| 3 | 29.01 | 1.83 | 2.00 | 54.58 | 0.78 | 0.42 | 0.10 | 10.74 | 11.26 | 37485 | 0.022 | 0.0001 | 0.031 | 0.013 | 0.14 |
| 4 | 33.85 | 2.14 | 2.00 | 54.58 | 0.91 | 0.42 | 0.10 | 10.74 | 11.26 | 43733 | 0.022 | 0.0001 | 0.042 | 0.017 | 0.19 |
| 5 | 38.68 | 2.44 | 2.00 | 54.58 | 1.04 | 0.42 | 0.10 | 10.74 | 11.26 | 49980 | 0.021 | 0.0001 | 0.055 | 0.021 | 0.24 |
| 6 | 43.52 | 2.75 | 2.00 | 54.58 | 1.17 | 0.42 | 0.10 | 10.74 | 11.26 | 56228 | 0.020 | 0.0001 | 0.070 | 0.026 | 0.30 |
| **7** | **48.36** | **3.05** | **2.00** | **54.58** | **1.30** | **0.42** | **0.10** | **10.74** | **11.26** | **62475** | **0.020** | **0.0001** | **0.087** | **0.032** | **0.36** |
| 8 | 53.19 | 3.36 | 2.00 | 54.58 | 1.43 | 0.42 | 0.10 | 10.74 | 11.26 | 68723 | 0.020 | 0.0001 | 0.105 | 0.038 | 0.42 |
| 9 | 58.03 | 3.66 | 2.00 | 54.58 | 1.56 | 0.42 | 0.10 | 10.74 | 11.26 | 74970 | 0.019 | 0.0001 | 0.125 | 0.044 | 0.50 |
| 10 | 62.86 | 3.97 | 2.00 | 54.58 | 1.69 | 0.42 | 0.10 | 10.74 | 11.26 | 81218 | 0.019 | 0.0001 | 0.146 | 0.051 | 0.57 |
| 11 | 67.70 | 4.27 | 2.00 | 54.58 | 1.83 | 0.42 | 0.10 | 10.74 | 11.26 | 87466 | 0.019 | 0.0001 | 0.170 | 0.058 | 0.65 |
| 12 | 72.53 | 4.58 | 2.00 | 54.58 | 1.96 | 0.42 | 0.10 | 10.74 | 11.26 | 93713 | 0.018 | 0.0001 | 0.195 | 0.066 | 0.74 |
| 13 | 77.37 | 4.88 | 2.00 | 54.58 | 2.09 | 0.42 | 0.10 | 10.74 | 11.26 | 99961 | 0.018 | 0.0001 | 0.222 | 0.074 | 0.83 |
| 14 | 82.20 | 5.19 | 2.00 | 54.58 | 2.22 | 0.42 | 0.10 | 10.74 | 11.26 | 106208 | 0.018 | 0.0001 | 0.250 | 0.082 | 0.93 |
| 15 | 87.04 | 5.49 | 2.00 | 54.58 | 2.35 | 0.42 | 0.10 | 10.74 | 11.26 | 112456 | 0.018 | 0.0001 | 0.281 | 0.091 | 1.03 |

## 7.3.7d. - CÁLCULO DE PERDIDAS POR DESCARGA

| | |
|---|---|
| T (°C) | 15 |
| Ks (mm) | 0.0015 |
| v ($m^2/s$) | 1.139E-06 |
| g ($m/s^2$) | 9.806 |

PVC

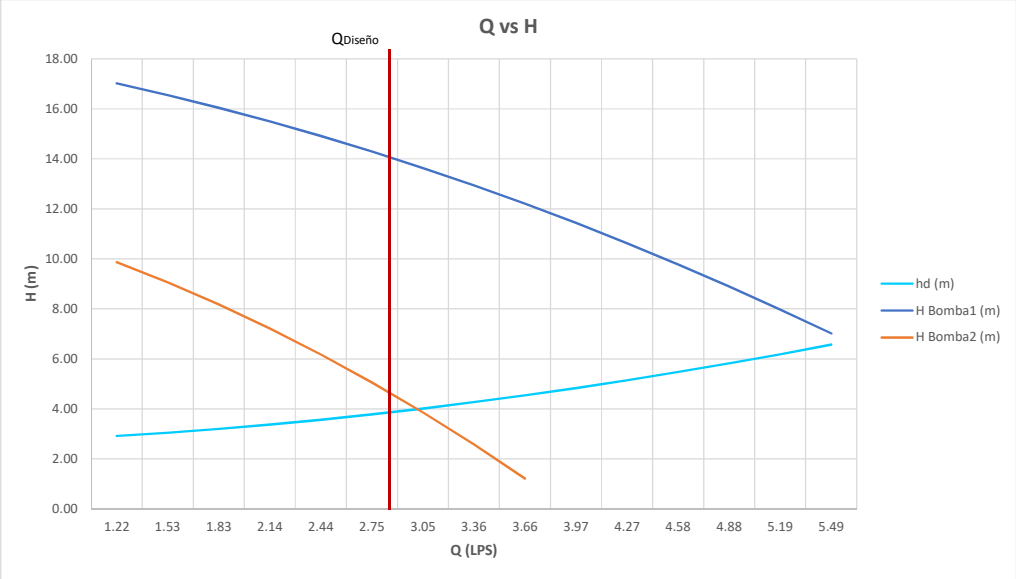
| Punto | Q (GPM) | Q (LPS) | D (pulg) | D (mm) | v (m/s) | $L_H$ (m) | $L_V$ (m) | Le (m) | $L_T$ (m) | Re | f | Solver | $v^2/2g$ (m) | $S_f$ (m/m) | $h_f$ (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 19.34 | 1.22 | 2.00 | 54.58 | 0.52 | 20.13 | 2.65 | 9.02 | 31.80 | 24990 | 0.025 | 0.0001 | 0.014 | 0.006 | 0.20 |
| 2 | 24.18 | 1.53 | 2.00 | 54.58 | 0.65 | 20.13 | 2.65 | 9.02 | 31.80 | 31238 | 0.023 | 0.0001 | 0.022 | 0.009 | 0.29 |
| 3 | 29.01 | 1.83 | 2.00 | 54.58 | 0.78 | 20.13 | 2.65 | 9.02 | 31.80 | 37485 | 0.022 | 0.0001 | 0.031 | 0.013 | 0.41 |
| 4 | 33.85 | 2.14 | 2.00 | 54.58 | 0.91 | 20.13 | 2.65 | 9.02 | 31.80 | 43733 | 0.022 | 0.0001 | 0.042 | 0.017 | 0.53 |
| 5 | 38.68 | 2.44 | 2.00 | 54.58 | 1.04 | 20.13 | 2.65 | 9.02 | 31.80 | 49980 | 0.021 | 0.0001 | 0.055 | 0.021 | 0.68 |
| 6 | 43.52 | 2.75 | 2.00 | 54.58 | 1.17 | 20.13 | 2.65 | 9.02 | 31.80 | 56228 | 0.020 | 0.0001 | 0.070 | 0.026 | 0.84 |
| **7** | **48.36** | **3.05** | **2.00** | **54.58** | **1.30** | **20.13** | **2.65** | **9.02** | **31.80** | **62475** | **0.020** | **0.0001** | **0.087** | **0.032** | **1.01** |
| 8 | 53.19 | 3.36 | 2.00 | 54.58 | 1.43 | 20.13 | 2.65 | 9.02 | 31.80 | 68723 | 0.020 | 0.0001 | 0.105 | 0.038 | 1.20 |
| 9 | 58.03 | 3.66 | 2.00 | 54.58 | 1.56 | 20.13 | 2.65 | 9.02 | 31.80 | 74970 | 0.019 | 0.0001 | 0.125 | 0.044 | 1.40 |
| 10 | 62.86 | 3.97 | 2.00 | 54.58 | 1.69 | 20.13 | 2.65 | 9.02 | 31.80 | 81218 | 0.019 | 0.0001 | 0.146 | 0.051 | 1.62 |
| 11 | 67.70 | 4.27 | 2.00 | 54.58 | 1.83 | 20.13 | 2.65 | 9.02 | 31.80 | 87466 | 0.019 | 0.0001 | 0.170 | 0.058 | 1.84 |
| 12 | 72.53 | 4.58 | 2.00 | 54.58 | 1.96 | 20.13 | 2.65 | 9.02 | 31.80 | 93713 | 0.018 | 0.0001 | 0.195 | 0.066 | 2.09 |
| 13 | 77.37 | 4.88 | 2.00 | 54.58 | 2.09 | 20.13 | 2.65 | 9.02 | 31.80 | 99961 | 0.018 | 0.0001 | 0.222 | 0.074 | 2.34 |
| 14 | 82.20 | 5.19 | 2.00 | 54.58 | 2.22 | 20.13 | 2.65 | 9.02 | 31.80 | 106208 | 0.018 | 0.0001 | 0.250 | 0.082 | 2.61 |
| 15 | 87.04 | 5.49 | 2.00 | 54.58 | 2.35 | 20.13 | 2.65 | 9.02 | 31.80 | 112456 | 0.018 | 0.0001 | 0.281 | 0.091 | 2.90 |

### 7.3.7e. - SELECCIÓN DE BOMBA Y CALCULO NPSH

| | |
|---|---|
| T (°C) | 15 |
| Ks (mm) | 0.0015 |
| v ($m^2/s$) | 1.139E-06 |
| g ($m/s^2$) | 9.806 |

PVC

| Punto | Q (GPM) | Q (LPS) | D (pulg) | D (mm) | $h_f$ (m) | he (m) | Presión Aparato Crítico (mca) | hd (m) | $H_{Bomba1}$ (m) | $H_{Bomba2}$ (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 19.34 | 1.22 | 2.00 | 54.58 | 0.27 | 2.65 | 0.00 | 2.91 | 17.02 | 9.87 |
| 2 | 24.18 | 1.53 | 2.00 | 54.58 | 0.40 | 2.65 | 0.00 | 3.04 | 16.55 | 9.06 |
| 3 | 29.01 | 1.83 | 2.00 | 54.58 | 0.55 | 2.65 | 0.00 | 3.20 | 16.04 | 8.18 |
| 4 | 33.85 | 2.14 | 2.00 | 54.58 | 0.72 | 2.65 | 0.00 | 3.37 | 15.50 | 7.22 |
| 5 | 38.68 | 2.44 | 2.00 | 54.58 | 0.92 | 2.65 | 0.00 | 3.56 | 14.91 | 6.18 |
| 6 | 43.52 | 2.75 | 2.00 | 54.58 | 1.13 | 2.65 | 0.00 | 3.78 | 14.29 | 5.05 |
| **7** | **48.36** | **3.05** | **2.00** | **54.58** | **1.37** | **2.65** | **0.00** | **4.01** | **13.63** | **3.85** |
| 8 | 53.19 | 3.36 | 2.00 | 54.58 | 1.62 | 2.65 | 0.00 | 4.27 | 12.94 | 2.57 |
| 9 | 58.03 | 3.66 | 2.00 | 54.58 | 1.89 | 2.65 | 0.00 | 4.54 | 12.20 | 1.21 |
| 10 | 62.86 | 3.97 | 2.00 | 54.58 | 2.19 | 2.65 | 0.00 | 4.83 | 11.43 | |
| 11 | 67.70 | 4.27 | 2.00 | 54.58 | 2.50 | 2.65 | 0.00 | 5.14 | 10.62 | |
| 12 | 72.53 | 4.58 | 2.00 | 54.58 | 2.83 | 2.65 | 0.00 | 5.47 | 9.78 | |
| 13 | 77.37 | 4.88 | 2.00 | 54.58 | 3.17 | 2.65 | 0.00 | 5.82 | 8.90 | |
| 14 | 82.20 | 5.19 | 2.00 | 54.58 | 3.54 | 2.65 | 0.00 | 6.19 | 7.97 | |
| 15 | 87.04 | 5.49 | 2.00 | 54.58 | 3.92 | 2.65 | 0.00 | 6.57 | 7.02 | |




| | |
|---|---|
| Presión Atmosférica Bogotá [hPa] | 1016 |
| Presión Vapor Agua (15°C) [hPa] | 17.06 |

| Diseño | |
|---|---|
| Q (LPS) | 3.05 |
| H (m) | 4.01 |
| Y ($Kg/m^3$) | 999.1 |
| P (HP) | 0.27 |

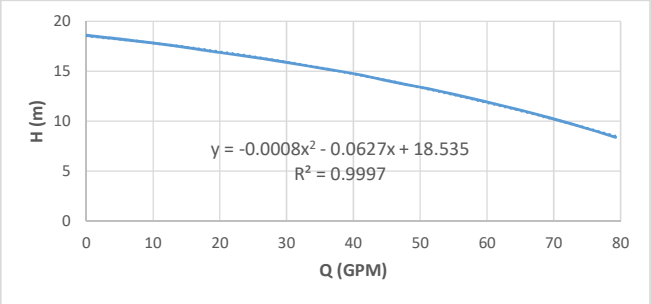
| | |
|---|---|
| Pa [m] | 10.363 |
| Pv [m] | 0.174 |
| He [m] | 3.15 |
| Hs [m] | 0.36 |

| | | |
|---|---|---|
| NPSH Disponible | 6.69 | |
| NPSH Requerido | 3.81 | OK |

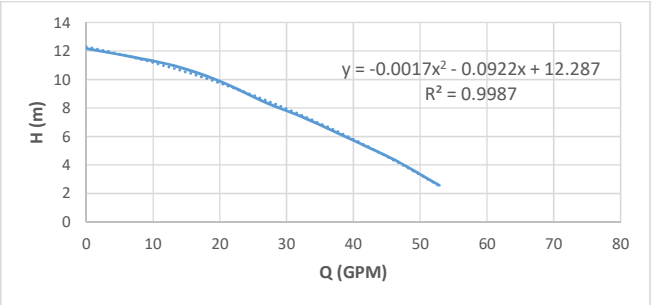
| Bomba | 2AHS-101A |
|---|---|
| Diametro Succión (pulg) | 2" |
| Diametro Descarga (pulg) | 2" |
| H máx. (mca) | 18.5 |
| Q máx. (GPM) | 96.4 |
| Q medio (GPM) | 48.2 |
| Potencia (HP) | 1 |

### 7.3.7f. - CURVAS DE CAUDAL VS ALTURA DINAMICA EN BOMBAS

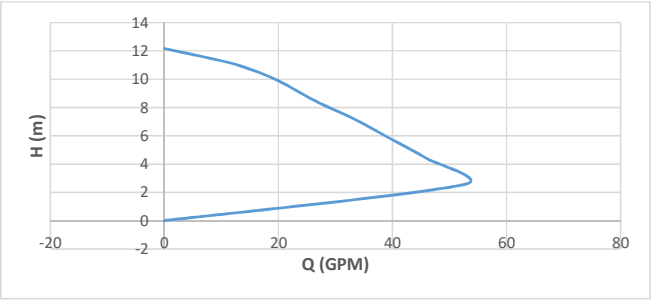
| Bomba 1 - SUMERGIBLE 2AHS-101A | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Q [GPM] | H [ft] | H [m] | H [m] = f (Q) | Q [LPS] |
| 0 | 61.01 | 18.60 | 18.54 | 0.000 |
| 6.61 | 59.40 | 18.11 | 18.09 | 0.417 |
| 13.21 | 57.56 | 17.54 | 17.57 | 0.833 |
| 19.82 | 55.43 | 16.89 | 16.98 | 1.250 |
| 26.42 | 53.36 | 16.26 | 16.32 | 1.667 |
| 33.03 | 51.00 | 15.54 | 15.59 | 2.083 |
| 39.63 | 48.58 | 14.81 | 14.79 | 2.500 |
| 46.24 | 45.59 | 13.89 | 13.93 | 2.917 |
| 52.84 | 42.71 | 13.02 | 12.99 | 3.333 |
| 59.45 | 39.37 | 12.00 | 11.98 | 3.750 |
| 66.05 | 35.86 | 10.93 | 10.90 | 4.167 |
| 72.66 | 31.89 | 9.72 | 9.76 | 4.583 |
| 79.26 | 27.51 | 8.39 | 8.54 | 5.000 |



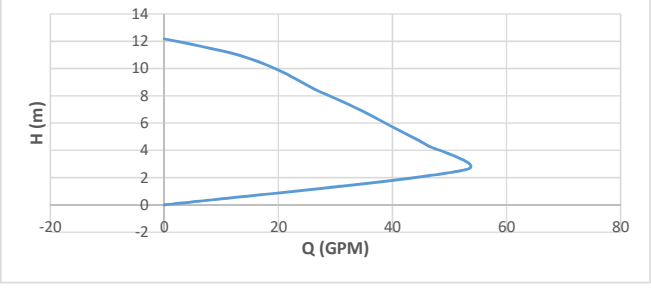

| Bomba 2 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Q [GPM] | H [ft] | H [m] | H [m] = f (Q) | Q [LPS] |
| 0 | 39.93 | 12.17 | 12.29 | 0.000 |
| 6.61 | 38.09 | 11.61 | 11.60 | 0.417 |
| 13.21 | 35.96 | 10.96 | 10.77 | 0.833 |
| 19.82 | 32.56 | 9.92 | 9.79 | 1.250 |
| 26.42 | 27.81 | 8.48 | 8.66 | 1.667 |
| 33.03 | 23.73 | 7.23 | 7.39 | 2.083 |
| 39.63 | 19.04 | 5.80 | 5.96 | 2.500 |
| 46.24 | 14.24 | 4.34 | 4.39 | 2.917 |
| 52.84 | 8.49 | 2.59 | 2.67 | 3.333 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.29 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.29 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.29 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.29 | 0.000 |



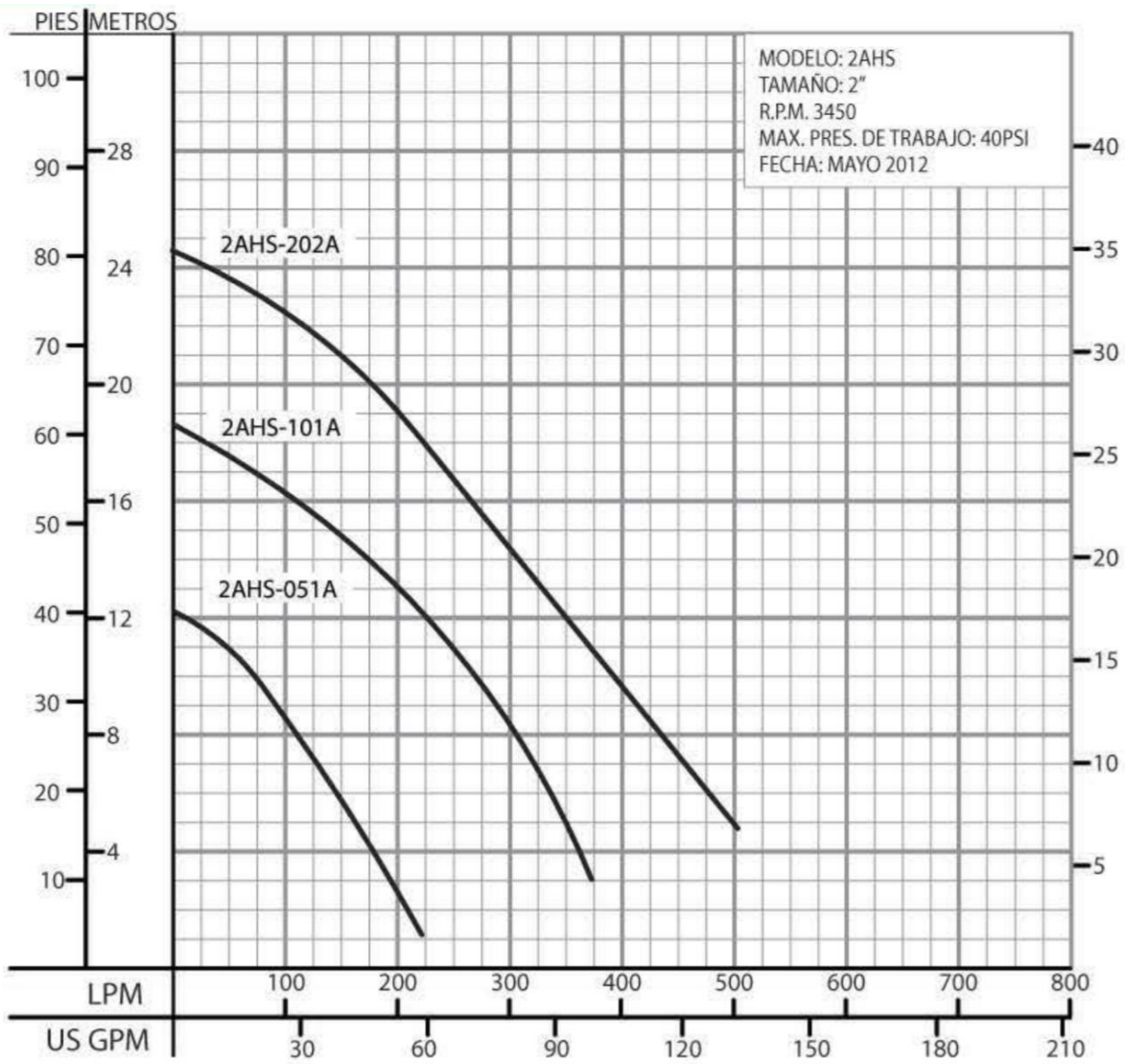

| Bomba 3 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Q [GPM] | H [ft] | H [m] | H [m] = f (Q) | Q [LPS] |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |




| Bomba 4 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Q [GPM] | H [ft] | H [m] | H [m] = f (Q) | Q [LPS] |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.54 | 0.000 |



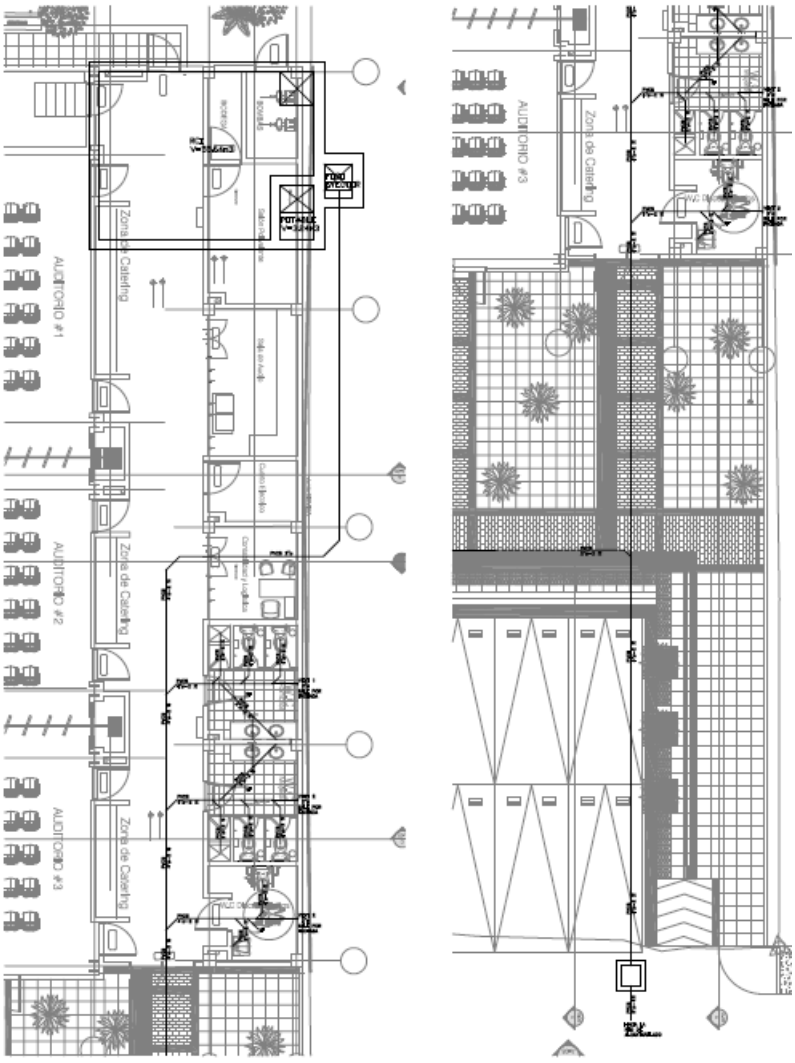
## 7.3.7g – CURVA CARACTERISTICA BOMBA 1



# 7.4. RED DE DESAGUE AGUAS NEGRAS

## 7.4.1 TOPOLOGIA RED DE AGUAS NEGRAS

### PISO 1



## 7.4.2. - DISEÑO DE RAMALES

### RED DE DESAGÜE PISO 1

### DIMENSIONAMIENTO DE LA RED INTERIOR DE DESAGÜES SANITARIOS

n = 0.009

| TRAMO | | | | | CAUDAL | | | DIMENSION | | | PARAMETROS | | | F1 | Q/Qo | d/Do | V/Vo | d | V | NF | CAIDA | COTA CLAVE | | COTA BATEA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NODO | | ITEM | APARATO | CANTIDAD | UNIDADES | | Q | L | $D_o$ | $D_{comercial}$ | S | Vo | Qo | | | | | | | | DH | INICIAL | FINAL | INICIAL | FINAL |
| Inicial | Final | | | | Propias | Acum | l/s | (m) | (Pulg) | mm | % | m/s | l/s | $Kg/m^2$ | "" | "" | m | "" | m/s | "" | m | m | m | m | m |
| | | | | | | | | | | | | | | > 0,10 ok | | < 0,85 ok | | | | 0,9>NF Y NF>1.1 ok | | | | | |
| 1 | 2 | 25 | PA | 1 | 3 | 3 | 0.51 | 1.70 | 2 | 54.48 | 2.0 | 0.90 | 2.09 | 0.27 | 0.24 | 0.28 | 0.68 | 0.015 | 0.61 | 1.58 | 0.034 | -1.14 | -1.17 | -1.19 | -1.22 |
| 3 | 2 | 2 | INO-PU-T | 1 | 5 | 5 | 0.85 | 1.80 | 4 | 107.70 | 2.0 | 1.41 | 12.86 | 0.54 | 0.07 | 0.14 | 0.46 | 0.015 | 0.66 | 1.73 | 0.036 | -1.08 | -1.12 | -1.19 | -1.22 |
| 2 | 2'' | | | | | 8 | 1.36 | 0.43 | 4 | 107.70 | 2.0 | 1.41 | 12.86 | 0.54 | 0.11 | 0.18 | 0.54 | 0.019 | 0.77 | 1.79 | 0.009 | -1.12 | -1.13 | -1.22 | -1.23 |
| 2' | 2'' | 27 | SF | 1 | 2 | 2 | 0.34 | 0.42 | 2 | 54.48 | 2.0 | 0.90 | 2.09 | 0.27 | 0.16 | 0.22 | 0.61 | 0.012 | 0.55 | 1.58 | 0.008 | -1.17 | -1.18 | -1.23 | -1.23 |
| 2'' | 6 | | | | | 10 | 1.69 | 0.48 | 4 | 107.70 | 2.0 | 1.41 | 12.86 | 0.54 | 0.13 | 0.20 | 0.58 | 0.021 | 0.81 | 1.78 | 0.010 | -1.13 | -1.14 | -1.23 | -1.24 |
| 5 | 6 | 2 | INO-PU-T | 1 | 5 | 5 | 0.85 | 1.80 | 4 | 107.70 | 2.0 | 1.41 | 12.86 | 0.54 | 0.07 | 0.14 | 0.46 | 0.015 | 0.66 | 1.73 | 0.036 | -1.10 | -1.14 | -1.21 | -1.24 |
| 6 | 6' | | | | | 15 | 1.96 | 0.30 | 4 | 107.70 | 2.0 | 1.41 | 12.86 | 0.54 | 0.15 | 0.21 | 0.60 | 0.023 | 0.84 | 1.77 | 0.006 | -1.14 | -1.14 | -1.24 | -1.25 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 9 | 7 | LM-PU-LL | 1 | 4 | 4 | 0.68 | 0.71 | 2 | 54.48 | 2.0 | 0.90 | 2.09 | 0.27 | 0.33 | 0.34 | 0.75 | 0.018 | 0.67 | 1.59 | 0.014 | -1.16 | -1.17 | -1.21 | -1.23 |
| 8 | 9 | 7 | LM-PU-LL | 1 | 4 | 4 | 0.68 | 0.70 | 2 | 54.48 | 2.0 | 0.90 | 2.09 | 0.27 | 0.33 | 0.34 | 0.75 | 0.018 | 0.67 | 1.59 | 0.014 | -1.16 | -1.17 | -1.21 | -1.23 |
| 9 | 6' | | | | | 8 | 1.36 | 1.17 | 2 | 54.48 | 2.0 | 0.90 | 2.09 | 0.27 | 0.65 | 0.58 | 0.93 | 0.031 | 0.84 | 1.51 | 0.023 | -1.17 | -1.19 | -1.23 | -1.25 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6' | 10 | | | | | 23 | 2.31 | 3.29 | 4 | 107.70 | 2.0 | 1.41 | 12.86 | 0.54 | 0.18 | 0.24 | 0.63 | 0.025 | 0.88 | 1.77 | 0.066 | -1.14 | -1.21 | -1.25 | -1.31 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 11 | | | | | 46 | 3.08 | 1.54 | 4 | 107.70 | 2.0 | 1.41 | 12.86 | 0.54 | 0.24 | 0.28 | 0.68 | 0.030 | 0.96 | 1.77 | 0.031 | -1.21 | -1.24 | -1.31 | -1.35 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 13 | 2 | INO-PU-T | 1 | 5 | 5 | 0.85 | 1.64 | 4 | 107.70 | 2.0 | 1.41 | 12.86 | 0.54 | 0.07 | 0.14 | 0.46 | 0.015 | 0.66 | 1.73 | 0.033 | -1.12 | -1.15 | -1.22 | -1.26 |
| 13' | 13 | 27 | SF | 1 | 2 | 2 | 0.34 | 0.45 | 2 | 54.48 | 2.0 | 0.90 | 2.09 | 0.27 | 0.16 | 0.22 | 0.61 | 0.012 | 0.55 | 1.58 | 0.009 | -1.19 | -1.20 | -1.25 | -1.26 |
| 13 | 13'' | | | | | 7 | 1.19 | 0.96 | 4 | 107.70 | 2.0 | 1.41 | 12.86 | 0.54 | 0.09 | 0.16 | 0.52 | 0.018 | 0.73 | 1.77 | 0.019 | -1.15 | -1.17 | -1.26 | -1.28 |
| 14 | 13'' | 7 | LM-PU-LL | 1 | 4 | 4 | 0.68 | 1.13 | 2 | 54.48 | 2.0 | 0.90 | 2.09 | 0.27 | 0.33 | 0.34 | 0.75 | 0.018 | 0.67 | 1.59 | 0.023 | -1.20 | -1.22 | -1.25 | -1.28 |
| 13'' | 15 | | | | | 11 | 1.75 | 1.65 | 4 | 107.70 | 2.0 | 1.41 | 12.86 | 0.54 | 0.14 | 0.20 | 0.58 | 0.022 | 0.82 | 1.78 | 0.033 | -1.17 | -1.20 | -1.28 | -1.31 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 18 | 20 | FC-PR | 1 | 2 | 2 | 0.34 | 1.20 | 2 | 54.48 | 2.0 | 0.90 | 2.09 | 0.27 | 0.16 | 0.22 | 0.61 | 0.012 | 0.55 | 1.58 | 0.024 | -1.20 | -1.22 | -1.25 | -1.27 |
| 17 | 18 | 27 | SF | 1 | 2 | 2 | 0.34 | 0.41 | 2 | 54.48 | 2.0 | 0.90 | 2.09 | 0.27 | 0.16 | 0.22 | 0.61 | 0.012 | 0.55 | 1.58 | 0.008 | -1.21 | -1.22 | -1.27 | -1.27 |
| 18 | 15 | | | | | 4 | 0.68 | 1.79 | 2 | 54.48 | 2.0 | 0.90 | 2.09 | 0.27 | 0.33 | 0.34 | 0.75 | 0.018 | 0.67 | 1.59 | 0.036 | -1.22 | -1.26 | -1.27 | -1.31 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 11 | | | | | 15 | 1.96 | 1.80 | 4 | 107.70 | 2.0 | 1.41 | 12.86 | 0.54 | 0.15 | 0.21 | 0.60 | 0.023 | 0.84 | 1.77 | 0.036 | -1.20 | -1.24 | -1.31 | -1.35 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | CAN | | | | | 61 | 3.46 | 7.42 | 4 | 107.70 | 2.0 | 1.41 | 12.86 | 0.54 | 0.27 | 0.30 | 0.71 | 0.032 | 1.00 | 1.77 | 0.148 | -1.24 | -1.39 | -1.35 | -1.49 |

## 7.4.3. - DISEÑO DE BAJANTES

### BAJANTES DE AGUAS NEGRAS

| | | | | | | r = | 0.25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **BAN** | **CAUDAL** | | | **F Calc.** | | **DIMENSION** | |
| | **UNIDADES** | | **Q** | | | **L** | **$D_{comercial}$** |
| | **PROPIAS** | **ACUM** | **L/S** | **pulg** | **mm** | **m** | **pulg** |
| N.A. | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.00 | **N.A.** |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

### 7.4.4. - DIMENSIONAMIENTO DE VENTILACIONES

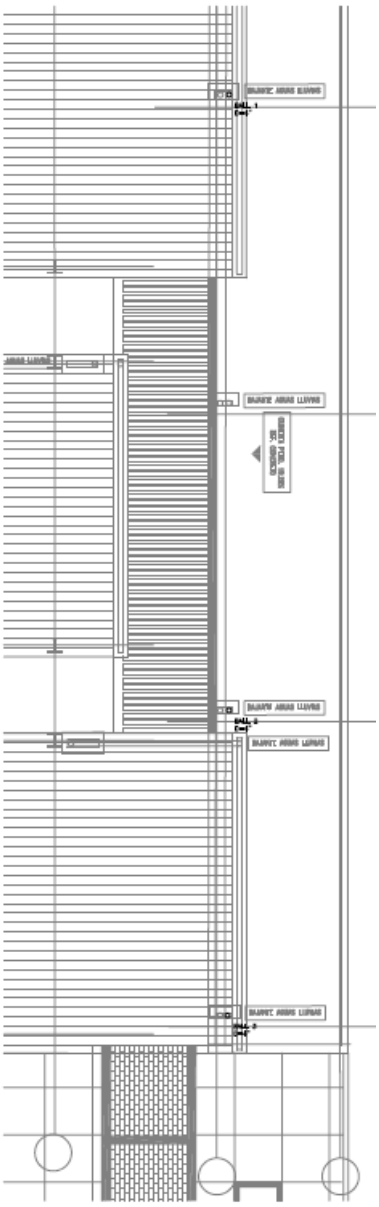
Dimensionamiento a partir de las Tablas 19, 20 y 21 de la NTC-1500

| NIVEL | PISO 1 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Item | Σ U.D. | Diámetro del ramal horizontal del desague | Longitud Tubo de Ventilación | Diametro | Número Máximo de Unidades de Descarga |
| | | pulg | m | pulg | |
| VENT 1 | 23 | 4 | 4.15 | 2 | 100 |
| VENT 2 | 23 | 4 | 4.15 | 2 | 100 |
| VENT 3 | 11 | 4 | 4.15 | 2 | 100 |
| VENT 4 | 4 | 2 | 4.15 | 2 | 12 |

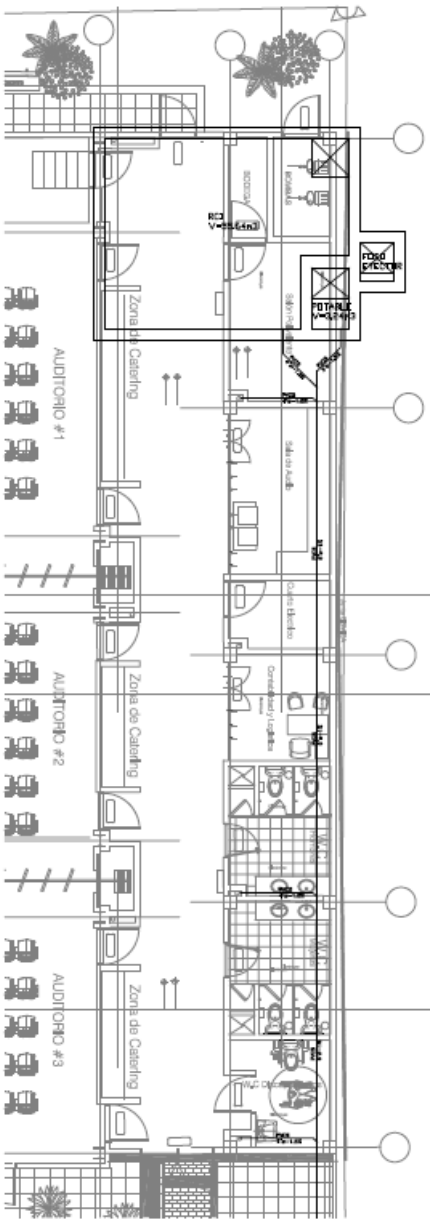
# 7.5. RED DE DESAGUE AGUAS LLUVIAS

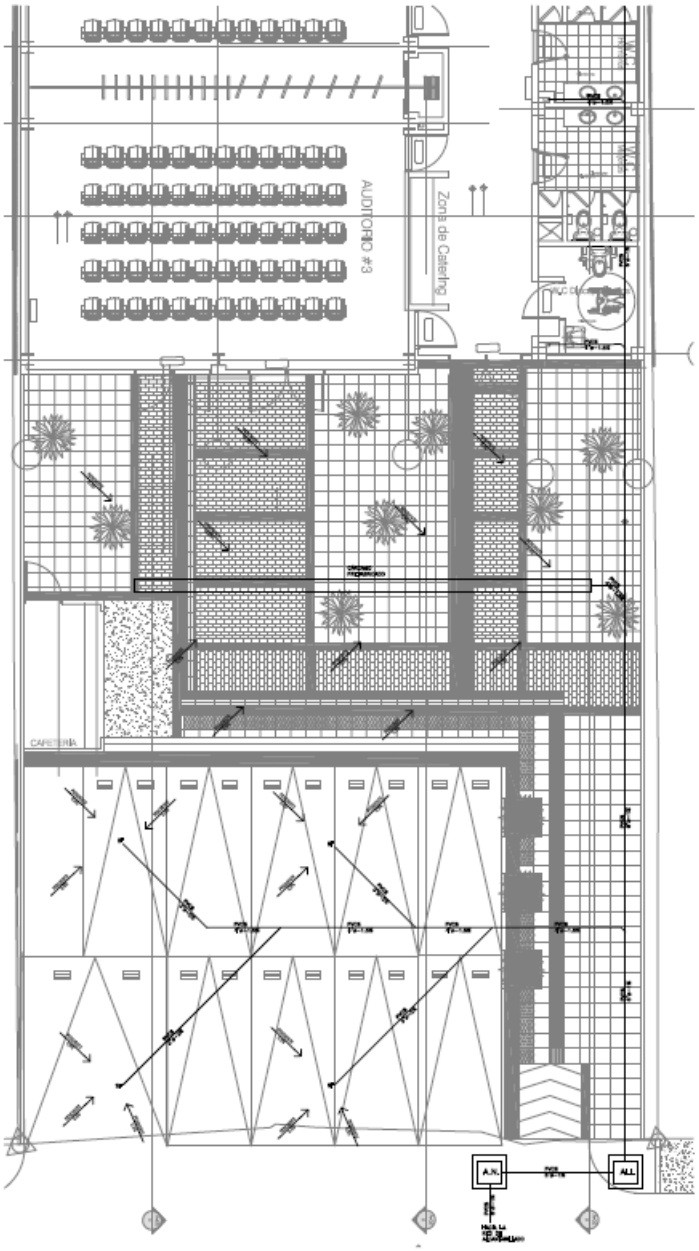
## 7.5.1 TOPOLOGIA RED DE AGUAS LLUVIAS

### CUBIERTA



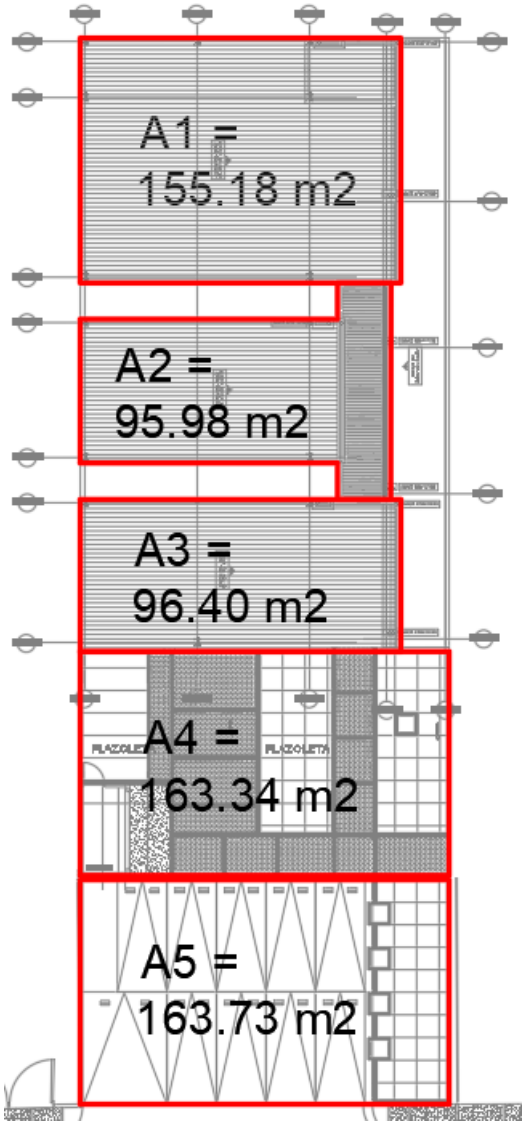
## PISO 1


AUDITORIO #1
AUDITORIO #2
AUDITORIO #3
Zona de Catering
Zona de Catering
Zona de Catering


AUDITORIO #3
Zona de Catering
CAFETERIA
A.N.
ALL

## 7.5.2 TOPOLOGIA DE AREAS DE DRENAJE

### CUBIERTA Y PISO 1



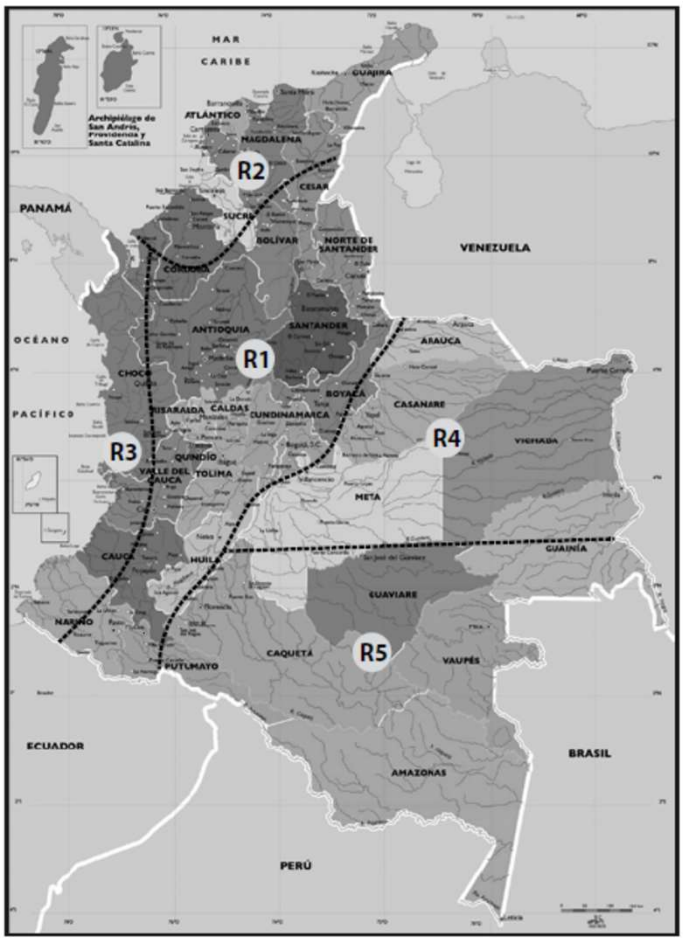
### 7.5.3. - CURVA IDF ESTACION IDEAM TABIO GJA – VARGAS DIAZ GRANADOS

**IDF VARGAS DIAZ - GRANADOS 1998**
**ESTACION:** TABIO GJA
**CÓDIGO:** 21201630

$$I = \frac{a \times T^b \times M^d}{\frac{t^c}{60}}$$

I : Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h).
T : Periodo de retorno, en años.
M : Precipitación máxima promedio anual en 24 h a nivel multianual.
t : Duración de la lluvia, en minutos (min).

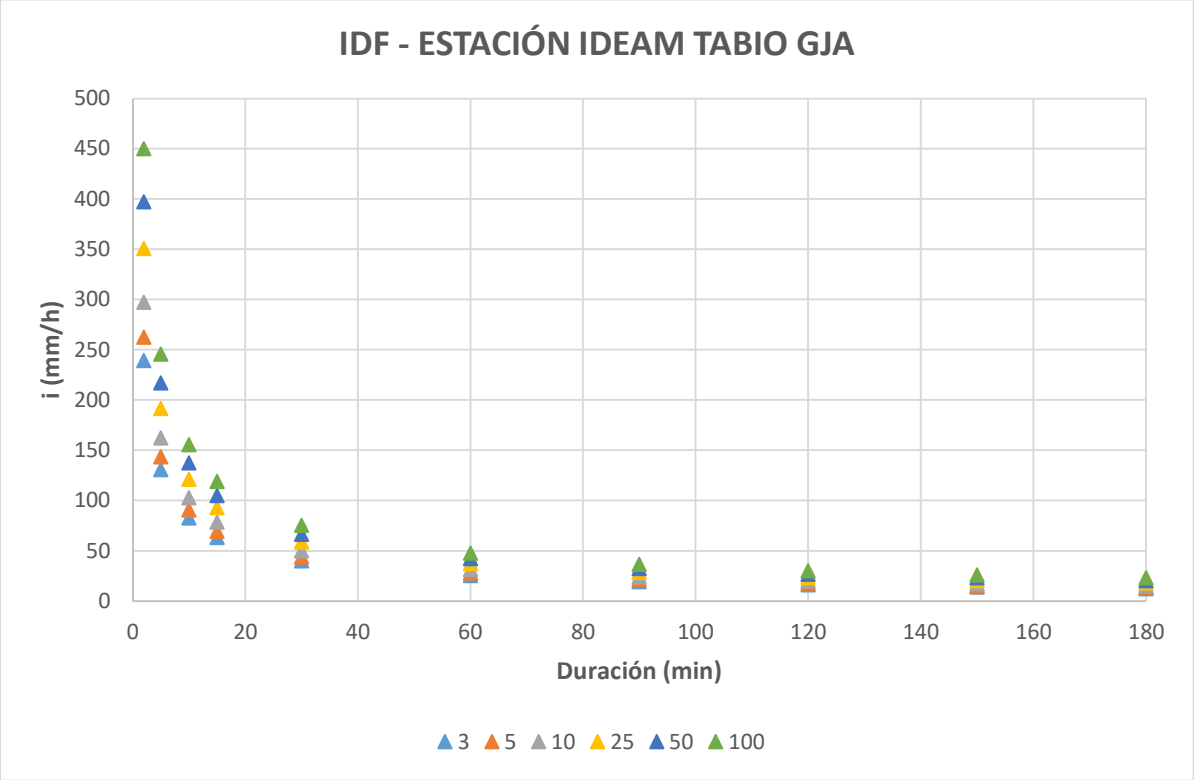
| REGIÓN | a | b | c | d |
|---|---|---|---|---|
| Andina (R1) | 0.94 | 0.18 | 0.66 | 0.83 |
| Caribe (R2) | 24.85 | 0.22 | 0.50 | 0.10 |
| Pacífico (R3) | 13.92 | 0.19 | 0.58 | 0.20 |
| Orinoquia (R4) | 5.53 | 0.17 | 0.63 | 0.42 |




M 41.7 mm

| REGION | a | b | c | d |
|---|---|---|---|---|
| Andina (R1) | 0.94 | 0.18 | 0.66 | 0.83 |
| Caribe (R2) | 24.85 | 0.22 | 0.5 | 0.1 |
| Pacifico (R3) | 13.92 | 0.19 | 0.58 | 0.2 |
| Orinoquia (R4) | 5.53 | 0.17 | 0.63 | 0.42 |

| | Intensidad (mm/h) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Duración (min) | 3 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| 2 | 239.35 | 262.41 | 297.27 | 350.58 | 397.17 | 449.94 |
| 5 | **130.74** | 143.33 | 162.37 | 191.49 | 216.94 | 245.76 |
| 10 | 82.74 | 90.71 | 102.76 | 121.19 | 137.29 | 155.54 |
| 15 | 63.31 | 69.41 | 78.64 | 92.74 | 105.06 | 119.02 |
| 30 | 40.07 | 43.93 | 49.77 | 58.69 | 66.49 | 75.32 |
| 60 | 25.36 | 27.80 | 31.50 | 37.14 | 42.08 | 47.67 |
| 90 | 19.41 | 21.27 | 24.10 | 28.42 | 32.20 | 36.48 |
| 120 | 16.05 | 17.60 | 19.93 | 23.51 | 26.63 | 30.17 |
| 150 | 13.85 | 15.19 | 17.20 | 20.29 | 22.98 | 26.04 |
| 180 | 12.28 | 13.46 | 15.25 | 17.99 | 20.38 | 23.09 |



## 7.5.4 - DISEÑO DE RAMALES

n = 0.009 I = 130.74 mm/h C = 0.95

| TRAMO | | CAUDAL | | | DIMENSION | | | | PARÁMETROS | | | F1 | Q/Qo | d/Do | d | V/Vo | V | NF | CAIDA | COTA CLAVE | | COTA BATEA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NODO | | AREAS ($m^2$) | | Q | $D_{Teórico}$ | L | D | $D_{comercial}$ | S | Vo | Qo | | | | | | | | DH | INICIAL | FINAL | INICIAL | FINAL |
| Inicial | Final | PROPIAS | ACUM | l/s | pulg | m | pulg | mm | % | m/s | l/s | $kg/m^2$ | "" | "" | m | "" | m/s | "" | m | m | m | m | m |
| | | | | | | | | | | | | > 0,20 ok | | < 0,93 ok | | | | NF<0.9 y NF>1.1 ok | | | | | |
| BALL 1 | 1 | **155.18** | 155.2 | 5.35 | 3.22 | 1.00 | 4 | 107.7 | 1.5 | 1.22 | 11.14 | 0.40 | 0.48 | 0.44 | 0.048 | 0.86 | 1.05 | 1.54 | 0.015 | 0.09 | 0.08 | -0.01 | -0.02 |
| BALL 2 | 2 | **95.98** | 96.0 | 3.31 | 2.69 | 1.00 | 4 | 107.7 | 1.5 | 1.22 | 11.14 | 0.40 | 0.30 | 0.32 | 0.034 | 0.73 | 0.89 | 1.54 | 0.015 | 0.09 | 0.08 | -0.01 | -0.02 |
| | | **251.16** | 251.2 | 8.67 | 4.16 | 1.00 | 6 | 160.04 | 1.0 | 1.30 | 26.15 | 0.40 | 0.33 | 0.34 | 0.055 | 0.76 | 0.98 | 1.34 | 0.010 | 0.09 | 0.08 | -0.06 | -0.07 |
| BALL 3 | 3 | **96.40** | 96.4 | 3.33 | 2.69 | 1.00 | 4 | 107.7 | 1.5 | 1.22 | 11.14 | 0.40 | 0.30 | 0.32 | 0.034 | 0.73 | 0.89 | 1.54 | 0.015 | 0.09 | 0.08 | -0.01 | -0.02 |
| | | **347.56** | 347.6 | 11.99 | 4.70 | 1.00 | 6 | 160.04 | 1.0 | 1.30 | 26.15 | 0.40 | 0.46 | 0.43 | 0.069 | 0.85 | 1.10 | 1.34 | 0.010 | 0.09 | 0.08 | -0.06 | -0.07 |
| ZONA 1 | 4 | **163.34** | 163.3 | 5.64 | 3.28 | 1.00 | 4 | 107.7 | 1.5 | 1.22 | 11.14 | 0.40 | 0.51 | 0.46 | 0.050 | 0.86 | 1.06 | 1.51 | 0.015 | 0.12 | 0.11 | 0.02 | 0.01 |
| | | **510.90** | 510.9 | 17.63 | 5.43 | 1.00 | 6 | 160.04 | 1.0 | 1.30 | 26.15 | 0.40 | 0.67 | 0.60 | 0.096 | 0.94 | 1.23 | 1.27 | 0.010 | 0.09 | 0.08 | -0.06 | -0.07 |
| ZONA 2 | 5 | **163.73** | 163.7 | 5.65 | 3.29 | 1.00 | 4 | 107.7 | 1.5 | 1.22 | 11.14 | 0.40 | 0.51 | 0.46 | 0.050 | 0.86 | 1.06 | 1.51 | 0.015 | 0.12 | 0.11 | 0.02 | 0.01 |
| | | **674.63** | 674.6 | 23.27 | 6.03 | 1.00 | 8 | 182 | 1.0 | 1.42 | 36.84 | 0.46 | 0.63 | 0.56 | 0.102 | 0.92 | 1.31 | 1.31 | 0.010 | 0.12 | 0.11 | -0.08 | -0.09 |

## 7.5.5 - DIMENSIONAMIENTO DE BAJANTES DE AGUAS LLUVIAS

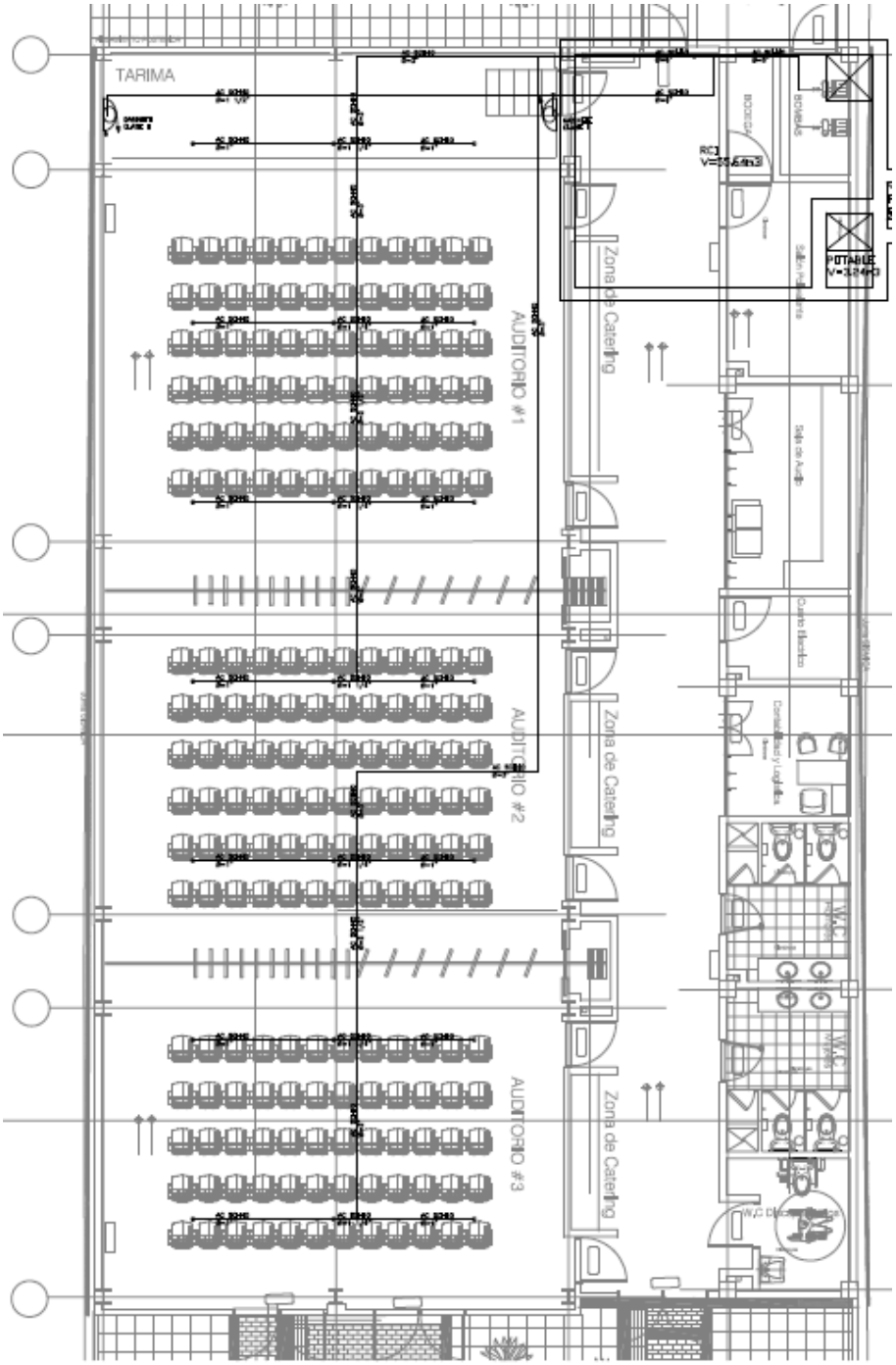
I = 130.74 mm/h C = 0.95 r = 0.29

| BAJANTE | CAUDAL | | | | DIMENSION | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| No. | AREAS ($m^2$) | | Q | D (Teórico) | L | D |
| | PROPIAS | ACUM | L/S | pulg | m | pulg |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| BALL 1 | 155.18 | 155.18 | 5.35 | 3.29 | 2.00 | **4.00** |
| BALL 2 | 95.98 | 95.98 | 3.31 | 2.75 | 2.00 | **4.00** |
| BALL 3 | 96.40 | 96.40 | 3.33 | 2.75 | 2.00 | **4.00** |
| **TOTAL** | | **347.56** | **11.99** | | | |

# 7.6. RED CONTRAINCENDIO – SISTEMA DE ROCIADORES

## 7.6.1 TOPOLOGIA SISTEMA DE ROCIADORES

### PISO 1



## 7.6.2 - VERIFICACION DE PRESIONES Y CAUDALES EN ROCIADORES
## PISO 1

| | |
|---|---|
| $\gamma_{H2O}$ (lb/ft$^2$) | 62.4 |
| $\gamma_{H2O}$ (psi/ft) | 0.433 |

| | |
|---|---|
| SCH | 40 |

| | |
|---|---|
| Densidad (GPM/ft$^2$) | 0.10 |

| | |
|---|---|
| C (Chezy) | 120 |

| TRAMO | | Elevación (ft) | | A (ft$^2$) | q (GPM) | K | Q (GPM) | $D_{Nominal}$ (pulg) | $D_{Actual}$ (pulg) | $L_H$ (ft) | $L_V$ (ft) | Le (ft) | $L_T$ (ft) | p (psi/ft) | pf (psi) | $p_{vert}$ (psi) | $p_{total}$ (psi) | Presion (psi) | | $K_{corregido}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nodo i | Nodo j | Nodo i | Nodo j | | | | | | | | | | | | | | | Nodo i | Nodo j | |
| BOR2 | BOR3 | 0.00 | 0.00 | | 773.8 | 5.60 | 773.8 | 4 | 4.260 | 0.00 | 0 | 10 | 10.00 | 0.122 | 1.22 | 0.00 | 1.22 | 31.97 | 33.20 | **134.30** |
| | | | | | 773.8 | **134.30** | 773.8 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15.00 | |
| 1 | RN1 | 0.00 | 0.00 | 115.0 | 11.5 | 5.60 | 11.5 | 1 | 1.097 | 13.78 | 0 | 2 | 15.78 | 0.038 | 0.59 | 0.00 | 0.59 | 15.00 | 15.59 | 2.91 |
| | | | | | 22.1 | 5.60 | 22.1 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | RN1 | 0.00 | 0.00 | 73.4 | 7.3 | 5.60 | 7.3 | 1 | 1.097 | 6.79 | 0 | 0 | 6.79 | 0.016 | 0.11 | 0.00 | 0.11 | 15.00 | 15.11 | 1.89 |
| | | | | | 21.8 | 5.60 | 21.8 | | | | | | | | | | | | | |
| RN1 | 4 | 0.00 | 0.00 | | 43.9 | 5.60 | 43.9 | 1.5 | 1.682 | 2.89 | 0 | 8 | 10.89 | 0.056 | 0.61 | 0.00 | 0.61 | 15.59 | 16.20 | **10.90** |
| | | | | | 43.9 | **10.90** | 43.9 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | RN2 | 0.00 | 0.00 | | 87.8 | 5.60 | 87.8 | 2 | 2.157 | 3.64 | 0 | 0 | 3.64 | 0.060 | 0.22 | 0.00 | 0.22 | 16.20 | 16.42 | **21.66** |
| | | | | | 87.8 | **21.66** | 87.8 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15.00 | |
| 3 | RN2 | 0.00 | 0.00 | 121.5 | 12.2 | 5.60 | 12.2 | 1 | 1.097 | 11.12 | 0 | 2 | 13.12 | 0.042 | 0.55 | 0.00 | 0.55 | 15.00 | 15.55 | 3.08 |
| | | | | | 22.1 | 5.60 | 22.1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RN2 | RN6 | 0.00 | 0.00 | | 109.8 | 5.60 | 109.8 | 2 | 2.157 | 33.01 | 0 | 15 | 48.01 | 0.091 | 4.36 | 0.00 | 4.36 | 16.42 | 20.78 | **24.10** |
| | | | | | 109.8 | **24.10** | 109.8 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15.00 | |
| 10 | RN4 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 5.60 | 0.0 | 1 | 1.097 | 5.51 | 0 | 0 | 5.51 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.00 | 15.00 | 0.00 |
| | | | | | 21.7 | 5.60 | 21.7 | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | RN4 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 5.60 | 0.0 | 1 | 1.097 | 5.51 | 0 | 0 | 5.51 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.00 | 15.00 | 0.00 |
| | | | | | 21.7 | 5.60 | 21.7 | | | | | | | | | | | | | |

## 7.6.2 - VERIFICACION DE PRESIONES Y CAUDALES EN ROCIADORES

### PISO 1

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RN4 | RN5 | 0.00 | 0.00 | | 43.4 | 5.60 | 43.4 | 1.5 | 1.682 | 5.09 | 0 | 8 | 13.09 | 0.055 | 0.72 | 0.00 | 0.72 | 15.00 | 15.72 | **10.94** |
| | | | | | 43.4 | **10.94** | 43.4 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15.00 | |
| 9 | RN5 | 0.00 | 0.00 | 64.8 | 6.5 | 5.60 | 6.5 | 1 | 1.097 | 18.86 | 0 | 0 | 18.86 | 0.013 | 0.25 | 0.00 | 0.25 | 15.00 | 15.25 | 1.66 |
| | | | | | 21.9 | 5.60 | 21.9 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RN5 | RN6 | 0.00 | 0.00 | | 65.2 | 5.60 | 65.2 | 2 | 2.157 | 3.18 | 0 | 10 | 13.18 | 0.035 | 0.46 | 0.00 | 0.46 | 15.72 | 16.17 | **16.22** |
| | | | | | 65.2 | **16.22** | 65.2 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RN6 | RN7 | 0.00 | 0.00 | | 175.1 | 5.60 | 175.1 | 3 | 3.260 | 15.35 | 0 | 22 | 37.35 | 0.029 | 1.08 | 0.00 | 1.08 | 20.78 | 21.86 | **37.45** |
| | | | | | 175.1 | **37.45** | 175.1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15.00 | |
| 12 | RN7 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 5.60 | 0.0 | 1 | 1.097 | 3.02 | 0 | 0 | 3.02 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.00 | 15.00 | 0.00 |
| | | | | | 21.7 | 5.60 | 21.7 | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | RN7 | 0.00 | 0.00 | 92.4 | 9.2 | 5.60 | 9.2 | 1 | 1.097 | 9.84 | 0 | 2 | 11.84 | 0.025 | 0.30 | 0.00 | 0.30 | 15.00 | 15.30 | 2.36 |
| | | | | | 21.9 | 5.60 | 21.9 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RN7 | RN8 | 0.00 | 0.00 | | 218.7 | 5.60 | 218.7 | 3 | 3.260 | 7.28 | 0 | 22 | 29.28 | 0.043 | 1.27 | 0.00 | 1.27 | 21.86 | 23.13 | **45.47** |
| | | | | | 218.7 | **45.47** | 218.7 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15.00 | |
| 5 | 6 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 5.60 | 0.0 | 1 | 1.097 | 12.11 | 0 | 0 | 12.11 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.00 | 15.00 | 0.00 |
| | | | | | 21.7 | 5.60 | 21.7 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | RN3 | 0.00 | 0.00 | | 21.7 | 5.60 | 21.7 | 1.25 | 1.442 | 6.04 | 0 | 6 | 12.04 | 0.032 | 0.39 | 0.00 | 0.39 | 15.00 | 15.39 | **5.53** |
| | | | | | 21.7 | **5.53** | 21.7 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15.00 | |
| 8 | 7 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 5.60 | 0.0 | 1 | 1.097 | 12.11 | 0 | 0 | 12.11 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.00 | 15.00 | 0.00 |
| | | | | | 21.7 | 5.60 | 21.7 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | RN3 | 0.00 | 0.00 | | 21.7 | 5.60 | 21.7 | 1.25 | 1.442 | 6.04 | 0 | 6 | 12.04 | 0.032 | 0.39 | 0.00 | 0.39 | 15.00 | 15.39 | **5.53** |
| | | | | | 21.7 | **5.53** | 21.7 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RN3 | RN8 | 0.00 | 0.00 | | 43.4 | 5.60 | 43.4 | 2 | 2.157 | 32.55 | 0 | 15 | 47.55 | 0.016 | 0.77 | 0.00 | 0.77 | 15.39 | 16.16 | **10.79** |
| | | | | | 43.4 | **10.79** | 43.4 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RN8 | BOR3 | 0.00 | 0.00 | | 262.1 | 5.60 | 262.1 | 3 | 3.260 | 3.31 | 0 | 15 | 18.31 | 0.061 | 1.11 | 0.00 | 1.11 | 23.13 | 24.24 | **53.23** |
| | | | | | 262.1 | **53.23** | 262.1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BOR3 | TANQUE | 0.00 | -1.97 | | 1035.9 | 5.60 | 1035.9 | 6 | 6.357 | 3.31 | 1.97 | 15 | 20.28 | 0.030 | 0.61 | 0.85 | 1.46 | 33.20 | 34.66 | **175.96** |
| | | | | | 1035.9 | **175.96** | 1035.9 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

## 7.6.3 - AREAS DE OPERACIÓN Y CANTIDAD DE ROCIADORES

| TIPO DE RIESGO | Ligero |
|---|---|

| EDIFICIO | NIVEL | ZONA | AREA ($m^2$) | AREA ($ft^2$) | Elevación Nivel (m) | Elevación Nivel Superior (m) | Altura entre niveles (m) | Altura Placa (m) | Altura Cielo raso (m) | Altura libre (m) | Altura libre (ft) | No Rociadores Preliminar | No Rociadores Definitivo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ASOJUNTAS | PISO 1 | Auditorios | 267.00 | 2874.0 | 0 | 4 | 4 | 0.40 | 0.10 | 3.50 | 11.48 | 13 | 21 |
| | | **TOTAL** | **267.00** | **2,874.0** | | | | | | | | | **21** |

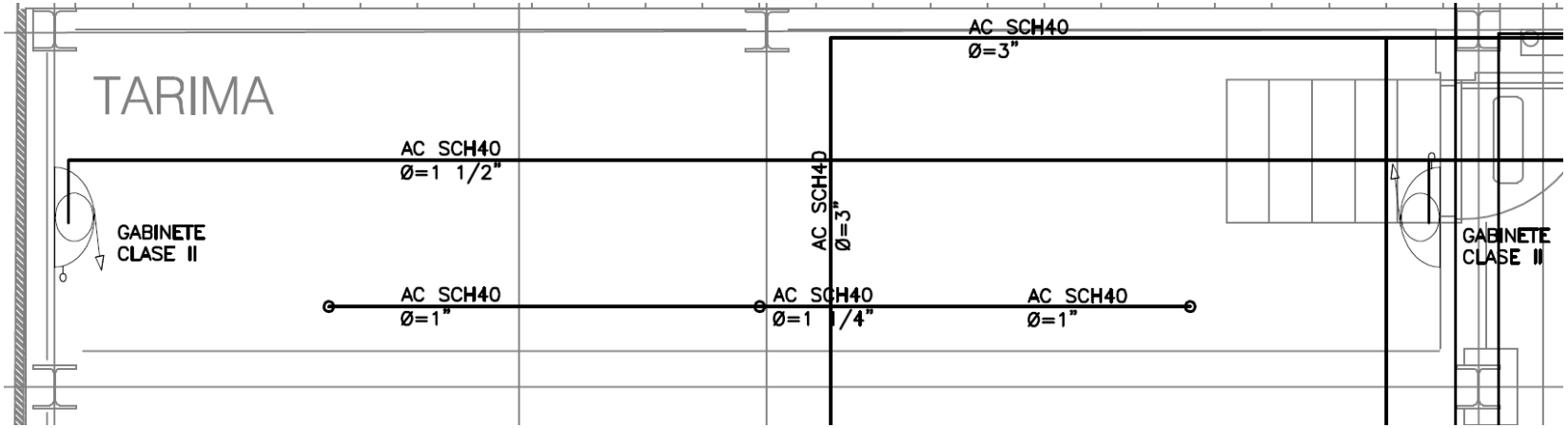
## 7.6.4 - CAPACIDAD ROCIADORES

| RIESGO | ROCIADOR | S (ft) | S (m) | L (ft) | L (m) | As ($ft^2$) | As ($m^2$) | EDIFICIO | NIVEL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MAXIMO | 15 | 4.57 | 15 | 4.57 | 225 | 20.9 | | |
| | 1 | 12.64 | 3.85 | 17.80 | 5.43 | 225 | 20.9 | ASOJUNTAS | ABAJO |
| | | 3.85 | | 5.43 | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| LIGERO | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

# 7.7. RED CONTRAINCENDIO – SISTEMA GABINETES

## 7.7.1 TOPOLOGIA SISTEMA GABINETES

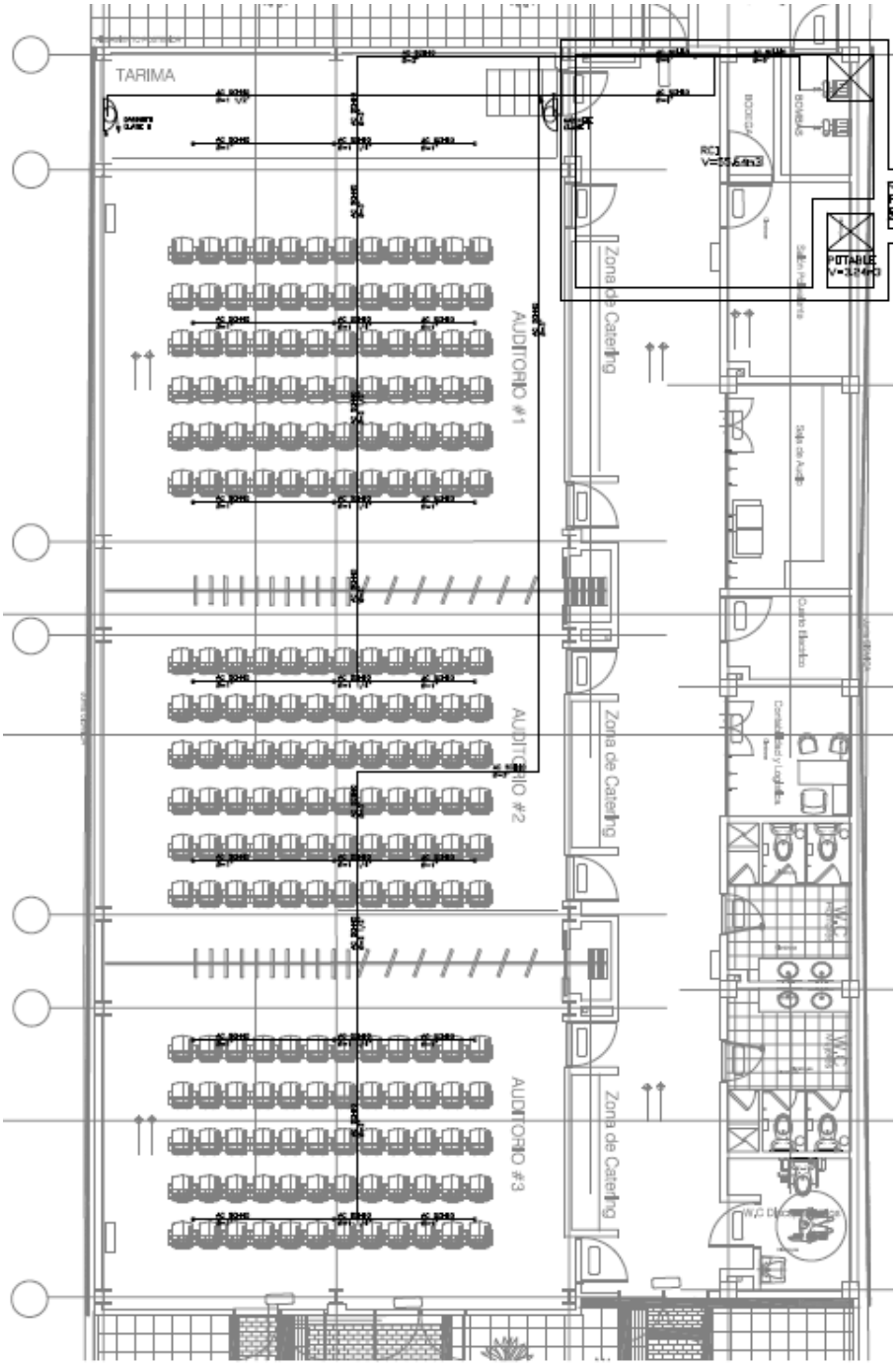
### PISO 1



# 7.8. SISTEMA DE BOMBEO RED DE CONTRA INCENDIO

## 7.8.1 TOPOLOGIA SISTEMA DE BOMBEO

### PISO 1



## 7.8.2. - CÁLCULO DE DIAMETROS Y PRESIONES DE SERVICIO

| | |
|---|---|
| T (°C) | 15 |
| Ks (mm) | 0.06 |
| v ($m^2/s$) | 1.139E-06 |
| g ($m/s^2$) | 9.806 |

**Hierro forjado**

| TRAMO | | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | | | | | Presion (m.c.a) | | Presion (psi) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **INICIAL** | **FINAL** | **Q (LPS)** | **D (pulg)** | **D (mm)** | **v (m/s)** | **$L_H$ (m)** | **$L_V$ (m)** | **Le (m)** | **$L_T$ (m)** | **Re** | **f** | **Solver** | **$v^2/2g$ (m)** | **$S_f$ (m/m)** | **$h_f$ (m)** | **Inicial** | **Final** | **Inicial** | **Final** |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 45.70 | | 65.00 |
| 1 | 2 | 6.31 | 6.00 | 152.40 | 0.35 | 1.21 | 0.50 | 98.11 | 99.82 | 46272 | 0.023 | 0.0004 | 0.006 | 0.001 | 0.09 | 45.70 | 45.79 | 65.00 | 65.13 |
| 2 | 3 | 6.31 | 6.00 | 152.40 | 0.35 | 2.30 | 3.10 | 30.27 | 35.67 | 46272 | 0.023 | 0.0004 | 0.006 | 0.001 | 0.03 | 45.79 | 45.82 | 65.13 | 65.17 |
| 3 | 4 | 6.31 | 4.00 | 101.60 | 0.78 | 0.60 | 1.50 | 8.76 | 10.86 | 69408 | 0.022 | 0.0000 | 0.031 | 0.007 | 0.07 | 45.82 | 45.89 | 65.17 | 65.28 |
| 4 | 5 | 6.31 | 1.50 | 38.10 | 5.53 | 1.00 | 1.00 | 2.08 | 4.08 | 185087 | 0.023 | 0.0001 | 1.561 | 0.947 | 3.86 | 45.89 | 49.75 | 65.28 | 70.77 |
| | | | | | | | | **TOTAL** | **150.42** | | | | | **Perdidas Totales (m)** | **4.05** | | | | |

## 7.8.3. - CÁLCULO DE PERDIDAS POR SUCCION

| | |
|---|---|
| T (°C) | 15 |
| Ks (mm) | 0.06 |
| v ($m^2/s$) | 1.139E-06 |
| g ($m/s^2$) | 9.806 |

**Hierro forjado**

| Punto | Q (GPM) | Q (LPS) | D (pulg) | D (mm) | v (m/s) | $L_H$ (m) | $L_V$ (m) | Le (m) | $L_T$ (m) | Re | f | Solver | $v^2/2g$ (m) | $S_f$ (m/m) | $h_f$ (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 40.00 | 2.52 | 6.00 | 152.40 | 0.14 | 1.21 | 0.50 | 98.11 | 99.82 | 18,509 | 0.027 | 0.0000 | 0.001 | 0.000 | 0.02 |
| 2 | 50.00 | 3.15 | 6.00 | 152.40 | 0.17 | 1.21 | 0.50 | 98.11 | 99.82 | 23,136 | 0.026 | 0.0000 | 0.002 | 0.000 | 0.03 |
| 3 | 60.00 | 3.78 | 6.00 | 152.40 | 0.21 | 1.21 | 0.50 | 98.11 | 99.82 | 27,763 | 0.025 | 0.0000 | 0.002 | 0.000 | 0.04 |
| 4 | 70.00 | 4.42 | 6.00 | 152.40 | 0.24 | 1.21 | 0.50 | 98.11 | 99.82 | 32,390 | 0.024 | 0.0009 | 0.003 | 0.000 | 0.05 |
| 5 | 80.00 | 5.05 | 6.00 | 152.40 | 0.28 | 1.21 | 0.50 | 98.11 | 99.82 | 37,017 | 0.024 | 0.0007 | 0.004 | 0.001 | 0.06 |
| 6 | 90.00 | 5.68 | 6.00 | 152.40 | 0.31 | 1.21 | 0.50 | 98.11 | 99.82 | 41,645 | 0.023 | 0.0005 | 0.005 | 0.001 | 0.07 |
| **7** | **100.00** | **6.31** | **6.00** | **152.40** | **0.35** | **1.21** | **0.50** | **98.11** | **99.82** | **46,272** | **0.023** | **0.0004** | **0.006** | **0.001** | **0.09** |
| 8 | 110.00 | 6.94 | 6.00 | 152.40 | 0.38 | 1.21 | 0.50 | 98.11 | 99.82 | 50,899 | 0.022 | 0.0003 | 0.007 | 0.001 | 0.11 |
| 9 | 120.00 | 7.57 | 6.00 | 152.40 | 0.41 | 1.21 | 0.50 | 98.11 | 99.82 | 55,526 | 0.022 | 0.0002 | 0.009 | 0.001 | 0.13 |
| 10 | 130.00 | 8.20 | 6.00 | 152.40 | 0.45 | 1.21 | 0.50 | 98.11 | 99.82 | 60,153 | 0.022 | 0.0002 | 0.010 | 0.001 | 0.15 |
| 11 | 140.00 | 8.83 | 6.00 | 152.40 | 0.48 | 1.21 | 0.50 | 98.11 | 99.82 | 64,780 | 0.021 | 0.0001 | 0.012 | 0.002 | 0.17 |
| 12 | 150.00 | 9.46 | 6.00 | 152.40 | 0.52 | 1.21 | 0.50 | 98.11 | 99.82 | 69,408 | 0.021 | 0.0001 | 0.014 | 0.002 | 0.19 |
| 13 | 160.00 | 10.09 | 6.00 | 152.40 | 0.55 | 1.21 | 0.50 | 98.11 | 99.82 | 74,035 | 0.021 | 0.0001 | 0.016 | 0.002 | 0.21 |
| 14 | 170.00 | 10.72 | 6.00 | 152.40 | 0.59 | 1.21 | 0.50 | 98.11 | 99.82 | 78,662 | 0.021 | 0.0000 | 0.018 | 0.002 | 0.24 |
| 15 | 180.00 | 11.35 | 6.00 | 152.40 | 0.62 | 1.21 | 0.50 | 98.11 | 99.82 | 83,289 | 0.020 | 0.0000 | 0.020 | 0.003 | 0.26 |

## 7.8.4. - CÁLCULO DE PERDIDAS POR DESCARGA

| | |
|---|---|
| T (°C) | 15 |
| Ks (mm) | 0.06 |
| v ($m^2/s$) | 1.139E-06 |
| g ($m/s^2$) | 9.806 |

**Hierro forjado**

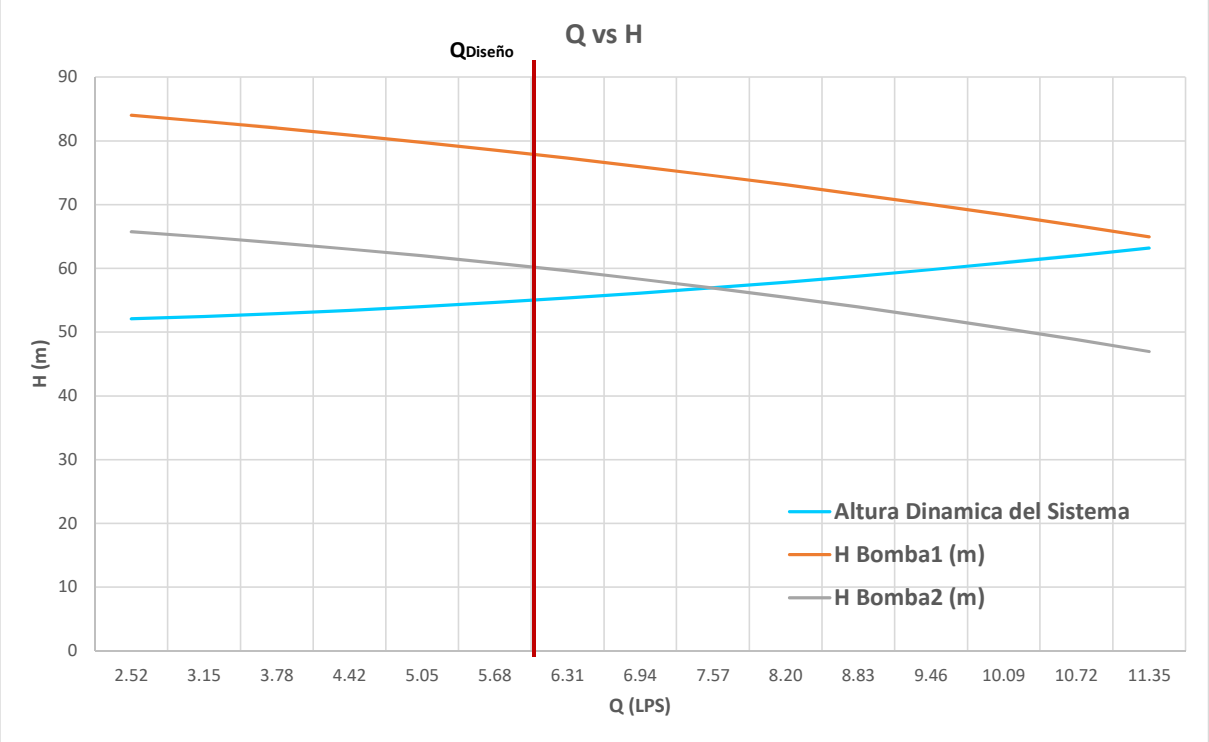
| Punto | Q (GPM) | Q (LPS) | D (pulg) | D (mm) | v (m/s) | $L_H$ (m) | $L_V$ (m) | Le (m) | $L_T$ (m) | Re | f | Solver | $v^2/2g$ (m) | $S_f$ (m/m) | $h_f$ (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 40.00 | 2.52 | 6.00 | 152.40 | 0.14 | 3.90 | 5.60 | 4380.90 | 4390.40 | 18,509 | 0.027 | 0.0000 | 0.001 | 0.000 | 0.76 |
| 2 | 50.00 | 3.15 | 6.00 | 152.40 | 0.17 | 3.90 | 5.60 | 4380.90 | 4390.40 | 23,136 | 0.026 | 0.0000 | 0.002 | 0.000 | 1.14 |
| 3 | 60.00 | 3.78 | 6.00 | 152.40 | 0.21 | 3.90 | 5.60 | 4380.90 | 4390.40 | 27,763 | 0.025 | 0.0000 | 0.002 | 0.000 | 1.58 |
| 4 | 70.00 | 4.42 | 6.00 | 152.40 | 0.24 | 3.90 | 5.60 | 4380.90 | 4390.40 | 32,390 | 0.024 | 0.0009 | 0.003 | 0.000 | 2.08 |
| 5 | 80.00 | 5.05 | 6.00 | 152.40 | 0.28 | 3.90 | 5.60 | 4380.90 | 4390.40 | 37,017 | 0.024 | 0.0007 | 0.004 | 0.001 | 2.64 |
| 6 | 90.00 | 5.68 | 6.00 | 152.40 | 0.31 | 3.90 | 5.60 | 4380.90 | 4390.40 | 41,645 | 0.023 | 0.0005 | 0.005 | 0.001 | 3.27 |
| 7 | **100.00** | **6.31** | **6.00** | **152.40** | **0.35** | **3.90** | **5.60** | **4380.90** | **4390.40** | **46,272** | **0.023** | **0.0004** | **0.006** | **0.001** | **3.96** |
| 8 | 110.00 | 6.94 | 6.00 | 152.40 | 0.38 | 3.90 | 5.60 | 4380.90 | 4390.40 | 50,899 | 0.022 | 0.0003 | 0.007 | 0.001 | 4.71 |
| 9 | 120.00 | 7.57 | 6.00 | 152.40 | 0.41 | 3.90 | 5.60 | 4380.90 | 4390.40 | 55,526 | 0.022 | 0.0002 | 0.009 | 0.001 | 5.52 |
| 10 | 130.00 | 8.20 | 6.00 | 152.40 | 0.45 | 3.90 | 5.60 | 4380.90 | 4390.40 | 60,153 | 0.022 | 0.0002 | 0.010 | 0.001 | 6.39 |
| 11 | 140.00 | 8.83 | 6.00 | 152.40 | 0.48 | 3.90 | 5.60 | 4380.90 | 4390.40 | 64,780 | 0.021 | 0.0001 | 0.012 | 0.002 | 7.32 |
| 12 | 150.00 | 9.46 | 6.00 | 152.40 | 0.52 | 3.90 | 5.60 | 4380.90 | 4390.40 | 69,408 | 0.021 | 0.0001 | 0.014 | 0.002 | 8.31 |
| 13 | 160.00 | 10.09 | 6.00 | 152.40 | 0.55 | 3.90 | 5.60 | 4380.90 | 4390.40 | 74,035 | 0.021 | 0.0001 | 0.016 | 0.002 | 9.36 |
| 14 | 170.00 | 10.72 | 6.00 | 152.40 | 0.59 | 3.90 | 5.60 | 4380.90 | 4390.40 | 78,662 | 0.021 | 0.0000 | 0.018 | 0.002 | 10.46 |
| 15 | 180.00 | 11.35 | 6.00 | 152.40 | 0.62 | 3.90 | 5.60 | 4380.90 | 4390.40 | 83,289 | 0.020 | 0.0000 | 0.020 | 0.003 | 11.63 |

### 7.8.5. - SELECCIÓN DE BOMBA Y CALCULO NPSH

| | |
|---|---|
| T (°C) | 15 |
| Ks (mm) | 0.06 |
| v ($m^2/s$) | 1.139E-06 |
| g ($m/s^2$) | 9.806 |

Hierro forjado

| Punto | Q (GPM) | Q (LPS) | D (pulg) | D (mm) | $h_f$ (m) | he (m) | Presión Aparato Crítico (mca) | $h_d$ (m) | H $_{Bomba1}$ (m) | H $_{Bomba2}$ (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 40.00 | 2.52 | 6.00 | 152.40 | 0.78 | 5.60 | 45.70 | 52.08 | 84.01 | 65.74 |
| 2 | 50.00 | 3.15 | 6.00 | 152.40 | 1.16 | 5.60 | 45.70 | 52.46 | 83.04 | 64.92 |
| 3 | 60.00 | 3.78 | 6.00 | 152.40 | 1.61 | 5.60 | 45.70 | 52.91 | 82.01 | 64.02 |
| 4 | 70.00 | 4.42 | 6.00 | 152.40 | 2.12 | 5.60 | 45.70 | 53.43 | 80.92 | 63.04 |
| 5 | 80.00 | 5.05 | 6.00 | 152.40 | 2.70 | 5.60 | 45.70 | 54.00 | 79.77 | 61.97 |
| 6 | 90.00 | 5.68 | 6.00 | 152.40 | 3.35 | 5.60 | 45.70 | 54.65 | 78.56 | 60.83 |
| **7** | **100.00** | **6.31** | **6.00** | **152.40** | **4.05** | **5.60** | **45.70** | **55.35** | **77.29** | **59.61** |
| 8 | 110.00 | 6.94 | 6.00 | 152.40 | 4.82 | 5.60 | 45.70 | 56.12 | 75.96 | 58.31 |
| 9 | 120.00 | 7.57 | 6.00 | 152.40 | 5.65 | 5.60 | 45.70 | 56.95 | 74.57 | 56.93 |
| 10 | 130.00 | 8.20 | 6.00 | 152.40 | 6.54 | 5.60 | 45.70 | 57.84 | 73.11 | 55.46 |
| 11 | 140.00 | 8.83 | 6.00 | 152.40 | 7.49 | 5.60 | 45.70 | 58.79 | 71.60 | 53.92 |
| 12 | 150.00 | 9.46 | 6.00 | 152.40 | 8.50 | 5.60 | 45.70 | 59.80 | 70.03 | 52.30 |
| 13 | 160.00 | 10.09 | 6.00 | 152.40 | 9.57 | 5.60 | 45.70 | 60.87 | 68.40 | 50.60 |
| 14 | 170.00 | 10.72 | 6.00 | 152.40 | 10.70 | 5.60 | 45.70 | 62.00 | 66.71 | 48.82 |
| 15 | 180.00 | 11.35 | 6.00 | 152.40 | 11.89 | 5.60 | 45.70 | 63.19 | 64.96 | 46.95 |




| | |
|---|---|
| Presión Atmosférica Bogotá [hPa] | 1023 |
| Presión Vapor Agua (15°C) [hPa] | 17.06 |

| Diseño | |
|---|---|
| Q (LPS) | 6.31 |
| H (m) | 55.35 |
| ϒ (Kg/m3) | 999.1 |
| P (HP) | 7.75 |

**CÁLCULO NPSH DISPONIBLE**

| | |
|---|---|
| **Pa [m]** | 10.43 |
| **Pv [m]** | 0.174 |
| **He [m]** | 3.10 |
| **Hs [m]** | 0.09 |

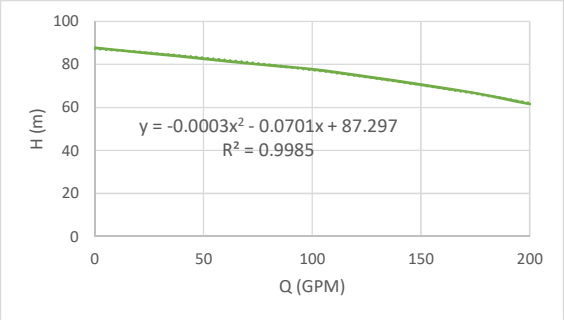
| | | |
|---|---|---|
| **NPSH Disponible** | 7.07 | |
| **NPSH Requerido** | 3.67 | **OK** |

| **Bomba Principal** | **Bomba 1** |
|---|---|
| **Diametro Succión (pulg)** | 2 ½" |
| **Diametro Descarga (pulg)** | 2 ½" |
| **$H_{máx}$ (m.c.a)** | 87.0 |
| **$Q_{medio}$ (gpm)** | 127.5 |
| **Potencia (hp)** | 15.0 |

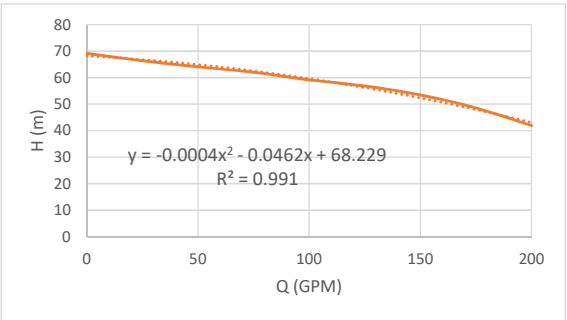
| **Bomba Jockey** | |
|---|---|
| **Modelo** | 12THHN/THWN |
| **Q (gpm)** | 5.85 |
| **Potencia (hp)** | 1 |

## 7.8.6. - SELECCIÓN DE BOMBA Y CALCULO NPSH

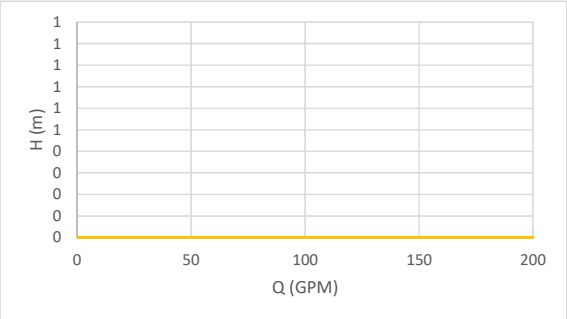
| Bomba 1 - CENTRIFUGA ELECTRICA ALTA PRESIÓN IA2-15-2 15HP 3 FASES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Q [GPM] | H [ft] | H [m] | H [m] = f (Q) | Q [LPS] |
| 0 | 287.64 | 87.67 | 87.30 | 0.00 |
| 25 | 279.67 | 85.24 | 85.36 | 1.58 |
| 50 | 271.15 | 82.65 | 83.04 | 3.15 |
| 75 | 262.64 | 80.05 | 80.35 | 4.73 |
| 100 | 255.22 | 77.79 | 77.29 | 6.31 |
| 125 | 243.96 | 74.36 | 73.85 | 7.89 |
| 150 | 231.59 | 70.59 | 70.03 | 9.46 |
| 175 | 218.68 | 66.65 | 65.84 | 11.04 |
| 200 | 202.20 | 61.63 | 61.28 | 12.62 |



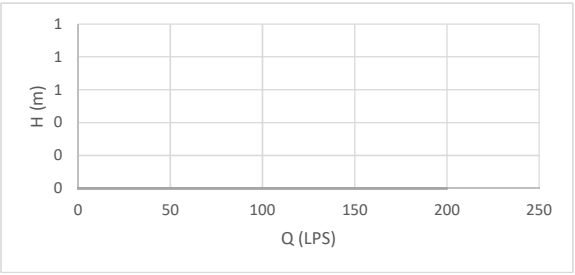

| Bomba 2 - CENTRIFUGA ELECTRICA ALTA PRESIÓN IA2-10-2 10HP 3 FASES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Q [GPM] | H [ft] | H [m] | H [m] = f (Q) | Q [LPS] |
| 0 | 226.92 | 69.17 | 68.23 | 0.00 |
| 25 | 217.86 | 66.40 | 66.82 | 1.58 |
| 50 | 210.16 | 64.06 | 64.92 | 3.15 |
| 75 | 203.57 | 62.05 | 62.51 | 4.73 |
| 100 | 194.23 | 59.20 | 59.61 | 6.31 |
| 125 | 186.54 | 56.86 | 56.20 | 7.89 |
| 150 | 175.55 | 53.51 | 52.30 | 9.46 |
| 175 | 159.34 | 48.57 | 47.89 | 11.04 |
| 200 | 137.64 | 41.95 | 42.99 | 12.62 |




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Q [GPM] | H [ft] | H [m] | H [m] = f (Q) | Q [LPS] |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 68.23 | 0.00 |
| 25 | 0.00 | 0.00 | 66.82 | 1.58 |
| 50 | 0.00 | 0.00 | 64.92 | 3.15 |
| 75 | 0.00 | 0.00 | 62.51 | 4.73 |
| 100 | 0.00 | 0.00 | 59.61 | 6.31 |
| 125 | 0.00 | 0.00 | 56.20 | 7.89 |
| 150 | 0.00 | 0.00 | 52.30 | 9.46 |
| 175 | 0.00 | 0.00 | 47.89 | 11.04 |
| 200 | 0.00 | 0.00 | 42.99 | 12.62 |



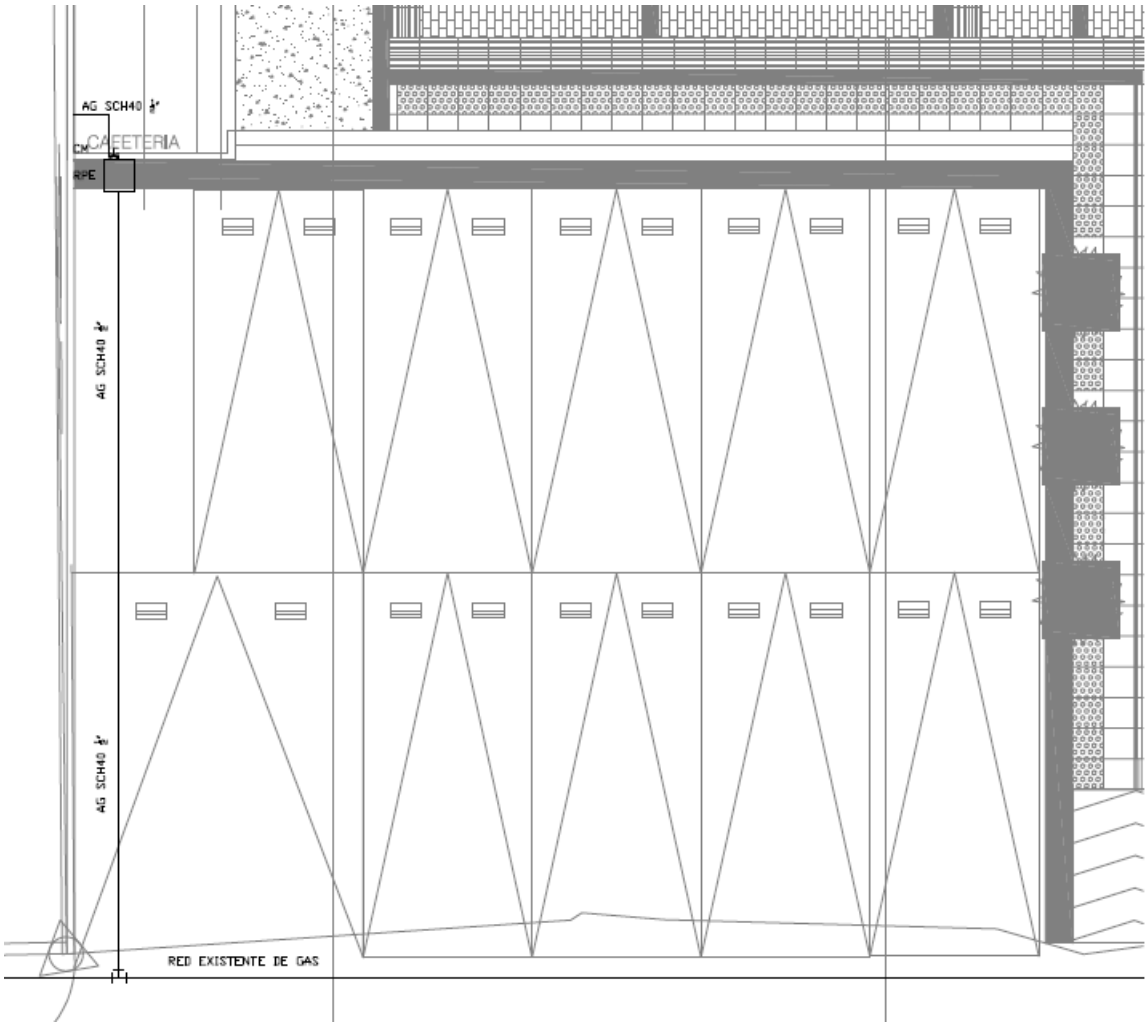

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Q [GPM] | H [ft] | H [m] | H [m] = f (Q) | Q [LPS] |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 68.23 | 0.00 |
| 25 | 0.00 | 0.00 | 66.82 | 1.58 |
| 50 | 0.00 | 0.00 | 64.92 | 3.15 |
| 75 | 0.00 | 0.00 | 62.51 | 4.73 |
| 100 | 0.00 | 0.00 | 59.61 | 6.31 |
| 125 | 0.00 | 0.00 | 56.20 | 7.89 |
| 150 | 0.00 | 0.00 | 52.30 | 9.46 |
| 175 | 0.00 | 0.00 | 47.89 | 11.04 |
| 200 | 0.00 | 0.00 | 42.99 | 12.62 |



# 7.9. RED DE GAS

# 7.9.1 TOPOLOGIA RED DE GAS

## PISO 1



## 7.9.2. - POTENCIA Y CAUDAL DE EQUIPOS DE GAS

| Poder Calorifico ($kW/m^3$) | 10.72 |
|---|---|

| ITEM | EQUIPOS | POTENCIA | POTENCIA (Kw/h) | Q ($m^3/s$) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | ESTUFA DE 4 QUEMADORES | 14334.47 | 4.20 | 0.39 |
| | | **SUMA** | **4.20** | **0.39** |

| Area Espacio ($m^2$) | H (m) | Volumen ($m^3$) |
|---|---|---|
| 3.34 | 2.9 | 9.686 |

| Potencia Total Aparatos (Kw) | Volumen x Aparato ($m^3$) | Volumen ($m^3$) |
|---|---|---|
| 4.20 | 3.4 | 14.28 |

| | |
|---|---|
| **Verificacion** | Espacio confinad |
| **Area de ventilacion ($cm^2$)** | 25.200 |
| **No rejillas** | 1 |
| **Area por rejilla ($cm^2$)** | 25.200 |
| **Base Rejilla (cm)** | 5 |

## 7.9.3. - CÁLCULO DE DIAMETROS Y PERDIDAS DE PRESION

| | | |
|---|---|---|
| $P_{atm}$ (mbar) | 1013.25 | |
| $P_{entrada}$ (mbar) | 23 | |
| Ecuacion | 2 | Pole |

| | |
|---|---|
| Gravedad Especifica | 0.6 |

| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | | | | 6 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **TRAMO** | | | | | | | | | | | | **Presion (mbar)** | | | |
| **INICIAL** | **FINAL** | **Q ($m^3/h$)** | **D (pulg)** | **D (mm)** | **Material** | **v (m/s)** | **$L_H$ (m)** | **$L_V$ (m)** | **Le (m)** | **$L_T$ (m)** | **$h_f$ (mbar)** | **Inicial** | **Final** | **ΔP (%)** | **Perdidas de Presión** |
| 1 | | | | | | | | | | | | | 23.00 | | |
| 1 | 2 | 0.39 | 0.50 | 12.70 | AG | 0.83 | 28.05 | 1.00 | 2.32 | 31.37 | 0.35 | 23.00 | 22.65 | 1.51% | |
| 2 | 3 | 0.39 | 0.50 | 12.70 | AG | 0.83 | 0.50 | 0.00 | 7.54 | 8.04 | 0.09 | 22.65 | 22.56 | 0.39% | |
| | | | | | | | | | **TOTAL** | **39.41** | **0.44** | | | **1.90%** | **Cumple** |

## 7.9.4 - CÁLCULO DE PÉRDIDAS LONGITUD EQUIVALENTE POR ACCESORIOS

| NODO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | D (pulg) | D (mm) | Material | ACCESORIO | CANT. | Le (m) | $Le_T$ (m) | ΔP |
| 1 | 2 | 0.50 | 12.70 | AG | K1 | | 0.188 | 0 | 1.51% |
| | | | | | K2 | | 0.895 | 0 | |
| | | | | | K3 | | 0.408 | 0 | |
| | | | | | K4 | 1 | 0.395 | 0.395 | |
| | | | | | K5 | | 0.232 | 0 | |
| | | | | | K6 | | 0.177 | 0 | |
| | | | | | K7 | | 0.132 | 0 | |
| | | | | | K8 | | 0.329 | 0 | |
| | | | | | K9 | 2 | 0.964 | 1.928 | |
| | | | | | K10 | | 0.101 | 0 | |
| | | | | | K11 | | 4.840 | 0 | |
| | | | | | K12 | | 2.420 | 0 | |
| | | | | | K13 | | 1.205 | 0 | |
| | | | | | TOTAL | 3 | | 2.323 | |

| NODO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | D (pulg) | D (mm) | Material | ACCESORIO | CANT. | Le (m) | $Le_T$ (m) | ΔP |
| 2 | 3 | 0.50 | 12.70 | AG | K1 | | 0.188 | 0 | 0.39% |
| | | | | | K2 | | 0.895 | 0 | |
| | | | | | K3 | | 0.408 | 0 | |
| | | | | | K4 | 6 | 0.395 | 2.37 | |
| | | | | | K5 | | 0.232 | 0 | |
| | | | | | K6 | | 0.177 | 0 | |
| | | | | | K7 | | 0.132 | 0 | |
| | | | | | K8 | 1 | 0.329 | 0.329 | |
| | | | | | K9 | | 0.964 | 0 | |
| | | | | | K10 | | 0.101 | 0 | |
| | | | | | K11 | 1 | 4.840 | 4.84 | |
| | | | | | K12 | | 2.420 | 0 | |
| | | | | | K13 | | 1.205 | 0 | |
| | | | | | TOTAL | 8 | | 7.539 | |

| NODO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | D (pulg) | D (mm) | Material | ACCESORIO | CANT. | Le (m) | $Le_T$ (m) | ΔP |
| | | 0.50 | 12.70 | AG | K1 | | 0.188 | 0 | 0.00% |
| | | | | | K2 | | 0.895 | 0 | |
| | | | | | K3 | | 0.408 | 0 | |
| | | | | | K4 | | 0.395 | 0 | |
| | | | | | K5 | | 0.232 | 0 | |
| | | | | | K6 | | 0.177 | 0 | |
| | | | | | K7 | | 0.132 | 0 | |
| | | | | | K8 | 1 | 0.329 | 0.329 | |
| | | | | | K9 | | 0.964 | 0 | |
| | | | | | K10 | | 0.101 | 0 | |
| | | | | | K11 | | 4.840 | 0 | |
| | | | | | K12 | | 2.420 | 0 | |
| | | | | | K13 | | 1.205 | 0 | |
| | | | | | TOTAL | 1 | | 0.329 | |

**7.10.5. - LISTADO ACCESORIOS RED DE GAS**

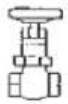
| ORDEN K's | ACCCESORIO | |
|---|---|---|
| 1 | Codo 45° | Roscado |
| 2 | | Soldado |
| 3 | | Corto |
| 4 | Codo 90° | Medio |
| 5 | | R/d = 1 |
| 6 | | R/d = 1 1/2 = 8 |
| 7 | | R/d = 2 = 6 |
| 8 | Tee de paso | Directo (Flujo a 180°) |
| 9 | | De lado y bilateral (Flujo a 90°) |
| 10 | Válvulas | Compuerta (R/d=4) |
| 11 | | Globo |
| 12 | | Ángulo |
| 13 | | Cheque |

## 7.10.6. - TABLA DE LONGITUDES EQUIVALENTE POR ACCESORIO

**PÉRDIDAS POR ACCESORIOS**

**Longitudes Equivalentes en metros de tuberia recta**

**Le = ($k_1 \cdot \phi - k_2$), $\phi$ = mm**

| | | ACCESORIO | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Codo 45° | | | Codo 90° | | | | Tee de paso | | Válvulas | | | |
| | | Roscado | Soldado | Corto | Medio | R/d = 1 | R/d = 1 1/2 = 8 | R/d = 2 = 6 | Directo (Flujo a 180°) | De lado y bilateral (Flujo a 90°) | Compuerta (R/d=4) | Globo | Ángulo | Cheque |
| | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| | K1 | 0.0138 | 0.0617 | 0.0298 | 0.0248 | 0.0163 | 0.0123 | 0.0092 | 0.02 | 0.0598 | 0.0072 | 0.3399 | 0.17 | 0.0849 |
| | K2 | -0.0118 | -0.1111 | -0.029 | -0.0796 | -0.0249 | -0.02 | -0.015 | -0.0741 | -0.2045 | -0.0087 | -0.5228 | -0.2609 | -0.1267 |
| Ø - Diametro | | | LONGITUDE EQUIVALENTE (m) | | | | | | | | | | | |
| in | Pulgadas | mm | | | | | | | | | | | | |
| ¼ | 0.25 | 6.35 | 0.100 | 0.503 | 0.219 | 0.238 | 0.129 | 0.099 | 0.074 | 0.202 | 0.585 | 0.055 | 2.682 | 1.341 | 0.666 |
| 3/8 | 0.375 | 9.525 | 0.144 | 0.699 | 0.313 | 0.316 | 0.181 | 0.138 | 0.103 | 0.265 | 0.775 | 0.078 | 3.761 | 1.881 | 0.936 |
| ½ | 0.5 | 12.7 | 0.188 | 0.895 | 0.408 | 0.395 | 0.232 | 0.177 | 0.132 | 0.329 | 0.964 | 0.101 | 4.840 | 2.420 | 1.205 |
| ¾ | 0.75 | 19.05 | 0.275 | 1.287 | 0.597 | 0.553 | 0.336 | 0.255 | 0.190 | 0.456 | 1.344 | 0.146 | 6.998 | 3.500 | 1.745 |
| 1 | 1 | 25.4 | 0.363 | 1.679 | 0.786 | 0.710 | 0.439 | 0.333 | 0.249 | 0.583 | 1.724 | 0.192 | 9.157 | 4.579 | 2.284 |
| 1 ¼ | 1.25 | 31.75 | 0.450 | 2.071 | 0.976 | 0.867 | 0.543 | 0.411 | 0.307 | 0.710 | 2.104 | 0.238 | 11.315 | 5.659 | 2.823 |
| 1.5 | 1.5 | 38.1 | 0.538 | 2.462 | 1.165 | 1.025 | 0.646 | 0.489 | 0.366 | 0.837 | 2.483 | 0.284 | 13.473 | 6.738 | 3.362 |
| 2 | 2 | 50.8 | 0.713 | 3.246 | 1.543 | 1.340 | 0.853 | 0.645 | 0.482 | 1.091 | 3.243 | 0.375 | 17.790 | 8.897 | 4.440 |
| 2 ½ | 2.5 | 63.5 | 0.889 | 4.030 | 1.922 | 1.655 | 1.060 | 0.802 | 0.599 | 1.345 | 4.002 | 0.466 | 22.107 | 11.056 | 5.518 |
| 3 | 3 | 76.2 | 1.064 | 4.813 | 2.300 | 1.970 | 1.267 | 0.958 | 0.716 | 1.599 | 4.762 | 0.558 | 26.424 | 13.215 | 6.597 |
| 4 | 4 | 101.6 | 1.414 | 6.380 | 3.057 | 2.600 | 1.681 | 1.270 | 0.950 | 2.107 | 6.281 | 0.741 | 35.057 | 17.533 | 8.753 |
| | | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |