

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**“INSTALACIONES SANITARIAS Y SISTEMA DE AGUA CONTRA  
INCENDIO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR LUX”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO SANITARIO**

ELABORADO POR:

**DANTE JEAN VEGA BAUTISTA**

ASESOR:

ING. JUAN MANUEL SIFUENTES ORTECHO

LIMA – PERÚ

**TOMO I**

2018

**DEDICATORIA:**

*Dedico esta tesis a mi mamá Flavia, quien me enseñó que con trabajo y honestidad se puede salir adelante.*

*A mi papá Ernesto, quien me inculcó valores y desde el cielo ve una promesa cumplida.*

*A mi compañera, amiga, Roxana por sus consejos y paciencia.*

*A mi hijo Ernesto, que hace que cada sonrisa suya se convierta en un motor constante de motivación para luchar y trabajar día a día.*

*A mis hermanas Delia y Erika por su inmenso apoyo desde siempre.*

*A mi "papá Humberto", que en paz descansa.*

*A mis tíos, primos, abuelos y todos mis familiares por su apoyo incondicional y constante motivación.*

**AGRADECIMIENTO:**

*A mi asesor y docente, el Ing. Juan Manuel Sifuentes Ortecho por sus exigencias y enseñanzas en diferentes cursos y en la presente tesis.*

*A mis profesores del colegio de mi natal Huayopampa y a mis profesores catedráticos de la UNI, quienes con mucha vocación me impartieron sus conocimientos y también agradecerles por sus exigencias constantes.*

*Al Ing. Edmundo Caillaux Castro, por sus enseñanzas y consejos profesionales.*

*A mi amigo Johnatan Roman por sus apoyo y enseñanzas.*

*Y finalmente a la Universidad Nacional de Ingeniería por permitirme formar parte de su institución, vivir muchas experiencias inolvidables y formarme profesionalmente*

## RESUMEN

El proyecto comprende el diseño de las instalaciones sanitarias y el sistema de agua contra incendio del edificio multifamiliar LUX.

El edificio se encuentra ubicado en las esquinas de la calle Los Mirtos y Av. Paseo de la República, Urb. Jardín, en el distrito de Lince. El edificio tiene 33 pisos, un semisótano y 6 sótanos en un área total construida de 37,233.22 m<sup>2</sup>.

El sistema de agua fría del edificio será del tipo indirecto, tendrá una cisterna y 4 equipos de bombeo de presión constante y velocidad variable ubicados en el sótano 6. La cisterna se abastecerá por una conexión domiciliar ubicada en el frontis del edificio en la Av. Los mirtos. Los sistemas de producción de agua caliente son en su mayoría calentadores a gas y en departamentos de un dormitorio son eléctricos, están ubicados en cada departamento.

El sistema de desagüe y drenaje se ha proyectado que descarga por gravedad a través de tuberías de recolección hasta la red pública de alcantarillado, los desagües ubicados en el área de lavandería en el semisótano serán evacuados por medio de una cámara de bombeo de desagües. Los drenajes de estacionamiento, drenajes de agua contra incendio y drenajes de cisternas, serán evacuados por medio de un pozo sumidero.

La piscina será diseñada para uso privado y contará con un sistema de agua caliente, su llenado es con el equipo de presión constante de servicios generales.

El sistema contra incendios será diseñado de acuerdo con NFPA 13 y NFPA 20, el sistema de control del incendio serán los rociadores, además se están considerando gabinetes con mangueras de 1 1/2", el sistema contra incendio será el tipo húmedo, es decir las tuberías siempre contienen agua en su interior.

## INDICE

<b>PRÓLOGO .....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
Objetivo general .....	2
Objetivos específicos .....	2
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>3</b>
<b>INSTALACIONES SANITARIAS .....</b>	<b>3</b>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	3
1.2 GENERALIDADES .....	4
1.2.1 Importancia de las instalaciones sanitarias en las edificaciones .....	4
1.2.1.1 Funcionamiento .....	4
1.2.1.2 Aspectos sanitarios.....	4
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>5</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>5</b>
2.1 UBICACIÓN.....	5
2.2 CARACTERÍSTICAS .....	6
2.3 INSTALACIONES GENERALES .....	7
2.3.1 Sistema de abastecimiento de agua fría .....	7
2.3.2 Sistema de abastecimiento de agua caliente.....	7
2.3.3 Sistema de recirculación de piscina .....	8
2.3.4 Sistema de agua contra incendio.....	8
2.3.5 Sistema de evacuación de desagües y drenaje .....	10
2.3.6 Sistema de ventilación de desagüe .....	10
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>11</b>
<b>FACTIBILIDAD DE SERVICIOS.....</b>	<b>11</b>
3.1 FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA .....	11
3.2 SISTEMA DE EVACUACIÓN DE DESAGÜES .....	11

<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>12</b>
<b>DOTACIÓN Y MÁXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA</b> .....	<b>12</b>
4.1    GENERALIDADES .....	12
4.2    CÁLCULO DE DOTACIÓN .....	13
4.3    CÁLCULO DE LA MÁXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA .....	15
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>21</b>
<b>SISTEMA DE AGUA FRÍA</b> .....	<b>21</b>
5.1    GENERALIDADES .....	21
5.2    DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA ADOPTADO .....	22
5.3    CÁLCULO DE LOS VOLUMENES DE ALMACENAMIENTO .....	25
5.3.1    Cálculo del volumen de agua para consumo doméstico .....	25
5.3.2    Ubicación, características y aspecto sanitario.....	25
5.4    SELECCIÓN DE MEDIDORES Y CÁLCULO DE LAS LÍNEAS DE ADUCCIÓN .....	29
5.4.1    De la conexión para la cisterna de departamentos: .....	30
5.4.1.1    Cálculo del caudal de llenado de cisterna:.....	30
5.4.1.2    Cálculo de la carga disponible: .....	30
5.4.1.3    Selección del diámetro de medidor:.....	30
5.4.1.4    Cálculo de la tubería de aducción:.....	33
5.4.2    De la conexión para la cisterna de servicios generales:.....	36
5.4.2.1    Cálculo del caudal de llenado de cisterna:.....	36
5.4.2.2    Cálculo de la carga disponible: .....	37
5.4.2.3    Selección del diámetro de medidor:.....	37
5.4.2.4    Cálculo de la tubería de aducción:.....	39
5.5    SISTEMA DE VELOCIDAD VARIABLE .....	42
5.5.1    Selección de equipo de bombeo.....	42

5.5.2	Máxima demanda simultánea por alimentadores.....	43
5.5.3	Caudal de bombeo .....	55
5.5.4	Cálculo de ramales.....	55
5.5.5	Cálculo de la línea de impulsión y succión.....	67
5.5.6	Válvula reductora de presión .....	79
5.5.7	Altura dinámica total y NPSH.....	82
5.5.8	Potencia del equipo .....	85
5.5.9	Características del equipo de bombeo.....	85
5.5.9.1	Equipo de bombeo para agua fría N° 1 (Alta Presión) .....	85
5.5.9.2	Equipo de bombeo para agua fría N° 2 (Media Presión).....	87
5.5.9.3	Equipo de bombeo para agua fría N° 3 (Baja Presión) .....	88
5.5.9.4	Equipo de bombeo para servicios generales .....	89
<b>CAPÍTULO VI.....</b>		<b>91</b>
<b>SISTEMA DE AGUA CALIENTE.....</b>		<b>91</b>
6.1	GENERALIDADES .....	91
6.2	SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE.....	92
6.3	DOTACIÓN.....	92
6.4	SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL CALENTADOR.....	93
6.5	SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE .....	95
6.5.1	Procedimiento de diseño y cálculo de las redes de agua caliente.	95
<b>CAPÍTULO VII.....</b>		<b>99</b>
<b>PISCINA.....</b>		<b>99</b>
7.1	GENERALIDADES .....	99
7.2	SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE PISCINA.....	99
7.3	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE RECIRCULACIÓN.....	100
7.3.1	Características de la piscina .....	100

## VIII

7.3.2	Dotación .....	101
7.3.3	Cámara de compensación .....	101
7.3.4	Sistema de llenado y control de nivel automático .....	101
7.3.5	Período de recirculación .....	102
7.3.6	Caudal de bombeo .....	103
7.3.7	Canaleta de rebose .....	103
7.3.8	Tubería de succión de fondo .....	103
7.3.9	Tubería de retorno .....	106
7.3.10	Trampa de pelos.....	108
7.3.11	Filtro .....	108
7.3.12	Desinfección .....	110
7.3.13	Sistema de agua caliente.....	110
7.3.14	Altura Dinámica Total .....	111
7.3.15	Potencia del equipo .....	112
7.3.16	Características del equipo de bombeo.....	112
7.3.16.1	Electrobomba .....	112
<b>CAPÍTULO VIII .....</b>		<b>113</b>
<b>SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIOS.....</b>		<b>113</b>
8.1	GENERALIDADES .....	113
8.2	Componentes del Sistema contra incendio adoptado .....	114
8.2.1	Gabinetes contra incendio .....	114
8.2.2	Conexiones para el cuerpo general de bomberos voluntarios del Perú (válvula siamesa) .....	116
8.2.3	Tuberías y accesorios.....	116
8.2.4	Rociadores .....	118
8.2.5	Válvulas.....	120
8.2.5.1	Válvulas de control .....	121



8.2.5.2	Válvulas Fire check.....	121
8.2.5.3	Válvulas de drenaje .....	121
8.2.5.4	Válvulas de alivio.....	122
8.2.5.5	Conexión para pruebas .....	122
8.2.5.6	Válvulas reductoras de presión.....	122
8.2.5.7	Válvulas de alarma o estaciones de control.....	122
8.2.5.8	Válvula angular.....	123
8.2.5.9	Válvula Siamesas .....	123
8.2.6	Motobomba.....	123
8.2.7	Medidor de caudal .....	123
8.2.8	Válvula de alivio de presión .....	123
8.2.9	Manómetro de presión.....	124
8.2.10	Colgadores, soportes antisísmicos y separación sísmica .....	124
8.2.10.1	Colgadores .....	124
8.2.10.2	Soportes antisísmicos.....	125
8.3	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO .....	127
8.3.1	Caudal de bombeo .....	128
8.3.1.1	Caudal para rociadores .....	128
8.3.1.2	Caudal para mangueras .....	132
8.3.2	Capacidad de cisterna .....	133
8.3.3	Tubería de alimentación de cisterna .....	136
8.3.4	Cálculo de las redes de distribución y conexiones de manguera	136
8.3.4.1	Cálculo de la red de rociadores .....	138
8.3.5	Válvulas reductoras de presión en montantes, junto al manifold.	152
8.3.6	Válvulas reductoras y reguladoras de presión en pisos .....	153
8.3.7	Altura dinámica total .....	153
8.3.8	Datos de la electrobomba jockey .....	153

8.3.9	Potencia .....	154
8.3.9.1	Motobomba .....	154
8.3.9.2	Electrobomba Jockey .....	154
8.3.10	Características de los equipos de bombeo .....	154
8.3.10.1	Motobomba .....	155
8.3.10.2	Electrobomba Jockey .....	155
<b>CAPÍTULO IX.....</b>		<b>156</b>
<b>SISTEMA DE DESAGÜE Y DRENAJE .....</b>		<b>156</b>
9.1	GENERALIDADES .....	156
9.2	SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE DESAGÜES....	157
9.2.1	SISTEMA POR GRAVEDAD .....	158
9.2.1.1	Procedimiento de diseño y cálculo de Montantes. ....	158
9.2.1.2	Cálculo del colector de desagüe.....	169
9.2.2	Sistema de bombeo.....	173
9.2.2.1	Cálculo del caudal de bombeo.....	173
9.2.2.2	Caudal de bombeo de pozo sumidero .....	174
9.2.3	Volumen de almacenamiento .....	174
9.2.4	Cálculo de la altura dinámica total. ....	175
9.2.5	Cálculo de la potencia .....	179
9.2.6	Características del equipo de bombeo.....	179
9.2.6.1	Equipo de bombeo para desagüe doméstico.....	179
9.2.6.2	Equipo de bombeo pozo sumidero 6° sótano .....	180
<b>CAPÍTULO X.....</b>		<b>182</b>
<b>SISTEMA DE VENTILACIÓN .....</b>		<b>182</b>
10.1	GENERALIDADES .....	182
10.2	SISTEMA DE VENTILACIÓN .....	182
10.3	PROCIMIENTO Y CRITERIOS DE CÁLCULO.....	182

10.3.1	Criterios de diseño.....	182
10.3.2	Cálculo de las columnas de ventilación .....	185
10.3.3	Criterios a tener en cuenta para evitar la formación excesiva de espuma de jabones y detergentes en la edificación.....	185
<b>CAPÍTULO XI.....</b>		<b>187</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>187</b>
11.1	FACTIBILIDAD DE SERVICIOS .....	187
11.2	SISTEMA DE AGUA FRÍA.....	187
11.3	SISTEMA DE AGUA CALIENTE.....	187
11.4	PISCINA .....	188
11.5	SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIOS .....	188
11.6	SISTEMA DE DESAGUE Y DRENAJE.....	190
11.7	SISTEMA DE VENTILACIÓN .....	190
<b>CAPÍTULO XII.....</b>		<b>191</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>191</b>
12.1	FACTIBILIDAD DE SERVICIOS .....	191
12.2	SISTEMA DE AGUA FRÍA.....	191
12.3	SISTEMA DE AGUA CALIENTE.....	191
12.4	PISCINA .....	192
12.5	SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIOS .....	192
12.6	SISTEMA DE DESAGUE Y DRENAJE.....	193
12.7	SISTEMA DE VENTILACIÓN .....	194
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>195</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>198</b>

## PRÓLOGO

En el año 2006 se elaboraron los Planes Nacionales de Vivienda y Saneamiento 2006-2015, con el compromiso de parte del Estado peruano por desarrollar la infraestructura y la vivienda con el fin de eliminar su déficit y con el objetivo de extender el acceso de los servicios básicos de agua y saneamiento, de manera a proporcionar, a cada familia peruana, las condiciones necesarias para una vida digna y un desarrollo saludable en un entorno adecuado.

A la par de los planes nacionales de vivienda del Estado y en vista de una mayor demanda de vivienda, el sector privado invirtió en el rubro inmobiliario. Es así como proyectos de “gran altura” como el proyecto Lux se fueron concibiendo en nuestro País.

El Plan Nacional de Vivienda si bien es cierto dio a muchas familias acceso a una vivienda, pero en la práctica no hubo una estrategia de desarrollar los Planes Nacionales de Vivienda y Saneamiento conjuntamente, ya que muchos proyectos de vivienda sea privado o público, para desarrollarse han incrementado en su costo, por darse el caso de no tener una red de agua o una red de alcantarillado cercana o una red que no cumpla con la demanda proyectada de la nueva edificación.

Actualmente sigue existiendo un déficit de vivienda, y las construcciones de las viviendas en las ciudades tienden a ser de crecimiento vertical, desde ese punto de vista las instalaciones sanitarias requieren ciertas consideraciones en el diseño de manera tal que se adecuen a las construcciones. Estas consideraciones son tal que aseguren una correcta construcción y brinde las facilidades para la operación y mantenimiento del sistema.

El presente trabajo tiene por finalidad de servir como guía sencilla y práctica a los interesados en conocer un poco más del mundo de las instalaciones sanitarias interiores y sistemas de agua contra incendio en edificaciones multifamiliares de gran altura.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- El objetivo general del presente proyecto es el diseño óptimo de las instalaciones sanitarias y sistema de agua contra incendios en el edificio multifamiliar LUX.

### **Objetivos específicos**

- Consolidar los servicios básicos de agua fría y caliente, desagüe y ventilación, drenaje pluvial y ACI y sistema de agua contra incendio acorde con los requerimientos de las edificaciones modernas.
- Formular conclusiones y recomendaciones necesarias para lograr un adecuado diseño de las instalaciones sanitarias.

## CAPÍTULO I

### INSTALACIONES SANITARIAS

#### 1.1 INTRODUCCIÓN

Las instalaciones sanitarias son el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, etc. Así como tuberías de desagüe y ventilación, que se encuentran dentro del límite de la propiedad del edificio. Todos estos sistemas de tuberías sirven al confort y para fines sanitarios de las personas que trabajan o viven dentro de la edificación.

Las instalaciones sanitarias tienen como fin:

- Suministrar agua en calidad y cantidad adecuadas, suministrando a todos los puntos de consumo que el proyecto arquitectónico lo requiera.
- Brindar la presión adecuada a todos los puntos de consumo de la edificación.
- Proteger el suministro y puntos de consumo de agua de tal forma que no se contamine con el desagüe.
- Recolectar, transportar y evacuar los desagües del edificio hacia las redes públicas o sistema de tratamiento indicado, de forma rápida y eficiente.
- Proporcionar una ventilación adecuada de todos los aparatos sanitarios, para evitar gases y malos olores.
- Captar y evacuar adecuadamente los drenajes pluviales, de lavado de pisos y ACI hacia las redes exteriores.
- Proporcionar a la edificación un sistema para combatir incendios mediante el sistema de rociadores y posterior extinción con gabinetes de agua contra incendio, siamesas de inyección y válvulas angulares.

## **1.2 GENERALIDADES**

### **1.2.1 Importancia de las instalaciones sanitarias en las edificaciones**

Es de vital importancia las instalaciones sanitarias en edificaciones ya que les estás brindando vida y salud a las personas. Es por tal motivo que se debe brindar un sistema adecuado, eficiente, seguro y económico. Para ello es necesario una buena calidad de materiales y una mano de obra calificada para el diseño y construcción de las instalaciones sanitarias. Es por ello que debemos resaltar la importancia de las instalaciones sanitarias desde su funcionamiento, hasta su operación y mantenimiento.

#### **1.2.1.1 Funcionamiento**

Los proyectistas de instalaciones sanitarios deber cumplir con los siguientes objetivos al momento de diseñar.

- Lograr el caudal y presión necesario para que todos los aparatos funcionen correctamente y adecuadamente.
- Protección de la salud y de las personas y seguridad de la propiedad.
- Lograr una adecuada eliminación de la red del desagüe.
- Evitar ruidos y malos olores provenientes de los servicios sanitarios.

#### **1.2.1.2 Aspectos sanitarios**

Se sabe que el agua vital para la supervivencia y cuando no es potable es un agente de contaminación de enfermedades como tifoidea, cólera, etc. Es importante el buen diseño de las instalaciones sanitarias interiores para el abastecimiento de agua potable, así también el correcto diseño de la red de evacuación de desagüe.

## CAPÍTULO II

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### 2.1 UBICACIÓN

El edificio multifamiliar del presente trabajo se encuentra ubicado en la Avenida Paseo de la República N°2600 esquina con la Calle Los Mirtos N°590, sobre los lotes 1, 2, 3 y 6 de la Mz. 1, en la Urb. Jardín, Distrito de Lince, provincia y departamento de Lima.

**Figura 2.1.1. – Ubicación de multifamiliar “LUX”**





## 2.2 CARACTERÍSTICAS

El proyecto en estudio considera un Conjunto Residencial compuesto por 03 torres, con frente hacia la Av. Paseo de la Republica y la calle Los Mirtos, que contiene 254 departamentos en un total de 33 pisos, además cuenta con 01 semisótano y 06 sótanos. El bloque con 33 pisos de altura se ubica frente a la Av. Paseo de la Republica; los de 16 y 5 pisos están frente a la Calle Los Mirtos. El conjunto cuenta con un total de 249 estacionamientos.

El terreno se encuentra en Zonificación RDA (Residencia del Alta Densidad), de acuerdo con el Reglamento de Zonificación del distrito. La altura máxima de acuerdo con los Certificados de parámetros N° 011-2013-MDL-GDU/SCPU del 17 de enero del 2013 es de 1.5 (a+r) frente a la Av. Paseo de la República.

El ingreso peatonal se da en la Calle Los Mirtos y conduce al lobby ubicado en el primer piso, que distribuye hacia el hall de ascensores, escaleras, sótanos y áreas de uso común. El ingreso vehicular al semisótano y a los 06 niveles de sótanos, es través de una rampa frente a la calle Los Mirtos de 6.00 metros de ancho.

Las características del proyecto se pueden resumir en la siguiente tabla:

**Tabla 2.2.1. – Características del proyecto multifamiliar “LUX”**

Número de pisos	33	
Número de semisótanos	1	
Número de sótanos	6	
Departamentos por piso	1° piso	7 Dptos
	2° piso	8 Dptos
	3° piso	9 Dptos
	4° al 5° piso	10 Dptos
	6° al 7° piso	9 Dptos
	8° al 16° piso	10 Dptos
	17° al 33° piso	6 Dptos
	Total Departamentos	254
Dormitorios por Dptos	184 Dptos de 3 dormitorios	
	21 Dptos de 2 dormitorios	
	24 Dptos de 1 dormitorios	
Áreas por departamento	Entre 47.50 m <sup>2</sup> y 101.18 m <sup>2</sup> aprox.	
Total Estacionamientos	249	
Total de Área construida	37,233.22 m <sup>2</sup>	

## **2.3 INSTALACIONES GENERALES**

En las siguientes líneas haremos una descripción general del diseño de las instalaciones sanitarias interiores para el abastecimiento de agua fría, agua caliente, sistema de recirculación de la piscina, sistema de agua contra incendio, sistema de evacuación de desagües y drenaje, sistema de ventilación, sistema de agua contra incendio.

### **2.3.1 Sistema de abastecimiento de agua fría**

Para el abastecimiento de agua potable se utiliza como fuente de la red de agua de la calle, que la administra SEDAPAL. El agua se almacena en dos cisternas de 133.80m<sup>3</sup>, 151.10m<sup>3</sup> y un volumen útil de 25.50m<sup>3</sup> en la cisterna de ACI; ubicadas en el sótano 6. Para la distribución de agua fría se han separado en 3 grupos de presión (zona alta, media, baja presión) para el abastecimiento de los departamentos y 1 grupo para los servicios generales del edificio. El grupo de baja presión cuenta con una válvula reductora para los departamentos del 1er piso y 3er piso. Cada departamento cuenta con un medidor, ubicado en su respectivo piso. En general cada departamento cuenta con una válvula general y cada SS.HH. principal cuenta con su válvula de control y una válvula para servicios generales como cocina, dormitorio de servicio, área de lavandería. Donde no se pueda seguir esa configuración de válvulas se colocará en algunos aparatos válvula de paso. La tubería que se considera en el sistema es de polipropileno PN10 o PN16 en las tuberías expuestas y empotradas, sólo en el cuarto de bombas se considera tubería de hierro galvanizado.

### **2.3.2 Sistema de abastecimiento de agua caliente**

En el proyecto se considera la instalación de un calentador a gas instantáneo por cada departamento, a excepción de los departamentos de 1 dormitorio donde se considera calentador de acumulación eléctrico. En el área de lavandería y vestidores, se consideran calentadores electrónicos de paso. En general cada departamento cuenta con una válvula general para cada calentador y cada SS.HH. principal cuenta con su válvula de control y una válvula para servicios generales

como cocina, dormitorio de servicio, área de lavandería. Donde no se pueda seguir esa configuración de válvulas se colocará en algunos aparatos válvula de paso. La tubería que se considera en el sistema es de polipropileno PN16 para uso de agua caliente.

### **2.3.3 Sistema de recirculación de piscina**

En el proyecto se ha considerado una piscina de uso privado y que es del tipo de recirculación que cuenta con una cámara de compensación y que adicionalmente tiene un equipo calentador de agua caliente. La piscina es para uso de niños y adultos, la altura de la piscina es variable.

### **2.3.4 Sistema de agua contra incendio**

El proyecto del sistema de agua contra incendios para el edificio se ha desarrollado principalmente en la norma NFPA 13 (Instalación de rociadores automáticos), NFPA 14 (Instalación de Sistemas de Tubería Vertical y de mangueras), NFPA 20 (Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios), y el Reglamento Nacional de edificaciones – edición 2016, modificada 2012, las normas IS-10 - y norma A-130.

El sistema proyectado comprende los siguientes elementos:

- Cisterna para reserva de agua contra incendios.
- Sistema de bombeo con motobomba e electrobomba jockey.
- Manifold de distribución.
- Sistema de rociadores automáticos.
- Gabinetes de agua contra incendio.
- Montantes y distribuciones.
- Alimentación a través de uniones siamesas.

El sistema de agua contra incendio es automático, está permanentemente presurizado de tal forma que si ocurre un evento de incendio el rociador se activará y controlará el incendio. El sistema cuenta con una motobomba especial listada

UL y aprobada FM, esta succiona de la cisterna de ACI e impulsa hacia el manifold de descarga de donde salen los alimentadores a los rociadores de sótanos, rociadores de pisos y montantes de gabinetes. El sistema se mantiene presurizado a través de una electrobomba jockey que supe de caudal y presión frente a pequeñas y eventuales pérdida, prueba, purga, etc. El sistema debe ser presurizado desde el exterior mediante la unión siamesa cuando el CGVB llegue a extinguir los rezagos de incendios.

Para efectos de cálculo hidráulico se ha determinado la zona más desfavorable el departamento tipo 1 del piso 33 para el sistema de las viviendas y el semisótano para el sistema de sótanos.

Para no superar los 175 psi se ha considerado válvulas reductoras en el manifold para el sistema de los sótanos y válvulas reductoras en cada piso y válvulas angulares reguladoras en cada piso para el sistema de las viviendas.

La protección con rociadores es total, y cuentan con sistemas de monitoreo y control. Para cada piso se prevé una salida monitoreada con su respectiva estación de control desde el cuál se monitorea el estado de las válvulas mariposas y el sistema a través del detector de flujo. En los sótanos la tubería es expuesta y de material de acero cedula 40, en los departamentos en cada piso a la salida de la estación controladora la tubería de distribución se empotra en la losa y cambia de material de tubería de acero cedula 40 a polipropileno "red pipe", la tubería de polipropileno es aprobada FM para uso de agua contraincendios. Para los gabinetes no se considera una presión mínima, solo es una solicitante de caudal, para el proyecto 50 gpm, se consideran dos gabinetes en funcionamiento. Esto será explicado en su respectivo capítulo. Los rociadores en los departamentos son de pared y su cobertura es estándar y al tratarse de un riesgo ligero le corresponde de respuesta rápida. En los sótanos se consideran rociadores del tipo Up right de cobertura y respuesta estándar.

### **2.3.5 Sistema de evacuación de desagües y drenaje**

Para la evacuación de desagües y drenaje del conjunto multifamiliar, se ha proyectado un sistema combinado. Desde el primer piso hasta el piso 33 el desagüe fluye por gravedad hacia cuatro conexiones domiciliarias ubicadas tres en la calle los mirtos y una en la avenida paseo de la república. La evacuación de los desagües de la lavandería y vestidores ubicados en el semisótano serán descargados a través de equipos de bombeo especiales para trabajar con desagüe domésticos. Los desagües y drenajes del semisótano y sótanos, jardines del primer piso, drenaje de ACI, drenaje cisternas, serán descargados a través de electrobombas ubicadas en el pozo sumidero.

En el esquema de montantes, se prevé el empleo de conexiones entre la montante de ventilación y desagüe cada 5 pisos para introducir pérdida de carga y atenuar la velocidad de descarga de la montantes.

### **2.3.6 Sistema de ventilación de desagüe**

El diseño del sistema de ventilación del desagüe es individual y húmeda. Que se empalman a una columna de ventilación principal. Se detallan los criterios a tomar en cuenta para eliminar la formación de espumas por malas prácticas de instalación.

## **CAPÍTULO III**

### **FACTIBILIDAD DE SERVICIOS**

#### **3.1 FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**

De acuerdo con la factibilidad se ha tomado como fuente de abastecimiento la red pública, a través de (02) dos conexiones domiciliarias otorgadas por la empresa SEDAPAL y gestionadas por la promotora inmobiliaria Mirtos SAC dueña del proyecto. Se adjunta documento de factibilidad en los anexos.

Una conexión es de 1 1/2" para uso consumo doméstico y exclusivo para los departamentos desde 1° piso hasta el 33° piso. La conexión será por la red pública ubicada en la Calle Los Mirtos.

Una conexión de 3/4" para la cisterna de agua contra incendio y servicios generales de los sótanos, primer piso, segundo piso, incluida la piscina y jardines. La conexión será por la red pública ubicada en la Calle Los Mirtos.

#### **3.2 SISTEMA DE EVACUACIÓN DE DESAGÜES**

En cuanto a la conexión de desagüe, el Grupo Recolección del Equipo de Operación y Mantenimiento indica que se requiere un colector complementario de servicio secundario de diámetro 10" PVC en reemplazo del existente que es CSN 8", el cambio fue gestionado por la promotora inmobiliaria Mirtos SAC dueña del proyecto, adicionalmente se aprobó de acuerdo con la factibilidad la evacuación de aguas servidas a través de (04) cuatro conexiones domiciliarias de DN 160 mm de las cuales (02) dos conexiones serán por la Calle Los Mirtos y (02) dos conexiones por la Avenida Paseo de La República.

Se adjunta documentos de factibilidad en los anexos.

## CAPÍTULO IV

### DOTACIÓN Y MÁXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA

#### 4.1 GENERALIDADES

La dotación de agua es de vital importancia en el diseño de instalaciones sanitarias interiores, ya que nos permitirá elegir el sistema más adecuado. Elegir el sistema va depender de muchas variables como son uso del edificio, área, costumbres, hábitos, en nuestro país que tiene diferentes regiones altitudinales varía, por lo tanto, es importante conocer estas variables para elegir el sistema adoptado.

Para el presente proyecto para el cálculo de la dotación se ha tomado en cuenta lo estipulado en el “R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.2 -- literal b, literal g, literal h, literal j, literal o y literal u”, aclarando que para el presente proyecto los dormitorios de servicios no suman para el cálculo de la dotación, pues se estaría sobredimensionando. En el hipotético caso que para los departamentos de 03 dormitorios habiten 06 personas como promedio(2 padres, 2 hijos, 1 pariente, 1 familiar) y según “R.N.E: Norma OS-100 se debe considerar 220 l/hab/día en clima templado y cálido” y según “Reglamento de elaboración de proyectos de SEDAPAL para lotes menores de 120m<sup>2</sup> se debe considerar 120 l/hab/día”, en otros países de la región como Colombia la dotación es de 200 l/hab/día, adicionalmente en este tipo de edificación los departamentos no están todos ocupados y por la ubicación de la edificación muchos de los integrantes de los departamentos trabajan, estudian fuera del edificio. Por lo tanto, para un departamento con 06 personas en promedio nos daría 1080 l/día y sería menor a 1350 l/día que pide la norma. Con lo anterior expuesto considero que una dotación 1200 l/día litros para un departamento con 3 dormitorios y un dormitorio de servicio es suficiente.

De acuerdo con el “R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.2 – literal b, literal g, literal h, literal j, literal o y literal u”, se ha realizado un resumen en la tabla 4.1.1.

**Tabla 4.1.1.- Dotación**

ESTABLECIMIENTO	DOTACION
Depar. con 1 Dormi.	500 L/d por Dep.
Depar. con 2 Dormi.	850 L/d por Dep.
Depar. con 3 Dormi.	1,200 L/d por Dep.
SUM	30 L/d por m2
Cine	3 L/d por Asie.
Piscina	10 L/d por m2
Gimnasio	30 L/d por m2
Depósitos	0.5 L/d por m2
Estacionamientos	2 L/d por m2
Jardines	2 L/d por m2
Lavandería	40 L/kg

Fuente: RNE edición 2006 – modificación 2012

## 4.2 CÁLCULO DE DOTACIÓN

Los cálculos de dotación se han hecho de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones y para un día de consumo.

El proyecto estima el uso de dos conexiones de agua independientes. Se ha dividido el cálculo por plantas, y luego se ha multiplicado las dotaciones de cada establecimiento por su respectiva magnitud, con lo que se obtienen las dotaciones parciales de cada establecimiento, luego la dotación por piso y así finalmente obtener la dotación por conexión, tal como se muestra en las tablas 4.2.1 y 4.2.2.

**Tabla 4.2.1.- Dotación por cantidad de departamentos**

PLANTA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DOTACION	TOTAL (lts / día)
1° piso	Depar. con 2 Dormi.	2 Depar.	850 L/d por Dep.	1,700.00
	Depar. con 3 Dormi.	5 Depar.	1,200 L/d por Dep.	6,000.00
2° piso	Depar. con 2 Dormi.	2 Depar.	850 L/d por Dep.	1,700.00
	Depar. con 3 Dormi.	6 Depar.	1,200 L/d por Dep.	7,200.00
3° Piso	Depar. con 1 Dormi.	1 Depar.	500 L/d por Dep.	500.00
	Depar. con 2 Dormi.	2 Depar.	850 L/d por Dep.	1,700.00
	Depar. con 3 Dormi.	6 Depar.	1,200 L/d por Dep.	7,200.00
4° al 5° piso	Depar. con 1 Dormi.	2 Depar.	500 L/d por Dep.	1,000.00
	Depar. con 2 Dormi.	2 Depar.	850 L/d por Dep.	1,700.00
	Depar. con 3 Dormi.	16 Depar.	1,200 L/d por Dep.	19,200.00
6° y 7° piso	Depar. con 1 Dormi.	2 Depar.	500 L/d por Dep.	1,000.00
	Depar. con 2 Dormi.	4 Depar.	850 L/d por Dep.	3,400.00
	Depar. con 3 Dormi.	12 Depar.	1,200 L/d por Dep.	14,400.00
8° al 16° piso	Depar. con 1 Dormi.	27 Depar.	500 L/d por Dep.	13,500.00
	Depar. con 2 Dormi.	9 Depar.	850 L/d por Dep.	7,650.00
	Depar. con 3 Dormi.	54 Depar.	1,200 L/d por Dep.	64,800.00
17° al 33° piso	Depar. con 1 Dormi.	17 Depar.	500 L/d por Dep.	8,500.00
	Depar. con 3 Dormi.	85 Depar.	1,200 L/d por Dep.	102,000.00
<b>DOTACION TOTAL</b>				<b>263,150.00</b>



De la tabla se deduce que la dotación diaria mínima por departamentos es de 263,150.00 Litros/día <> 263.15 m<sup>3</sup>/ día

**Tabla 4.2.2.- Dotación para servicios generales**

PLANTA	ESTABLECIMIENTO	CANTIDAD	DOTACION	TOTAL (lts / día)
6° sótano	Depósitos	82.40 m <sup>2</sup>	0.5 L/d por m <sup>2</sup>	41.20
	Estacionamientos	398.50 m <sup>2</sup>	2 L/d por m <sup>2</sup>	797.00
4° y 5° sótano	Depósitos	225.20 m <sup>2</sup>	0.5 L/d por m <sup>2</sup>	112.60
	Estacionamientos	1,281.40 m <sup>2</sup>	2 L/d por m <sup>2</sup>	2,562.80
3° sótano	Depósitos	112.60 m <sup>2</sup>	0.5 L/d por m <sup>2</sup>	56.30
	Estacionamientos	622.70 m <sup>2</sup>	2 L/d por m <sup>2</sup>	1,245.40
2° sótano	Depósitos	112.60 m <sup>2</sup>	0.5 L/d por m <sup>2</sup>	56.30
	Estacionamientos	640.70 m <sup>2</sup>	2 L/d por m <sup>2</sup>	1,281.40
1° sótano	Depósitos	427.60 m <sup>2</sup>	0.5 L/d por m <sup>2</sup>	213.80
	Estacionamientos	640.70 m <sup>2</sup>	2 L/d por m <sup>2</sup>	1,281.40
Semi - sótano	Depósitos	202.00 m <sup>2</sup>	0.5 L/d por m <sup>2</sup>	101.00
	Estacionamientos	554.80 m <sup>2</sup>	2 L/d por m <sup>2</sup>	1,109.60
	Lavandería	320.00 Kg	40 L/kg	12,800.00
1° piso	SUM	53.00 m <sup>2</sup>	30 L/d por m <sup>2</sup>	1,590.00
	Piscina	73.00 m <sup>2</sup>	10 L/d por m <sup>2</sup>	730.00
	Jardines	215.50 m <sup>2</sup>	2 L/d por m <sup>2</sup>	431.00
	Cine	18 Asientos	3 L/d por Asie.	54.00
2° piso	Gimnasio	33.50 m <sup>2</sup>	30 L/d por m <sup>2</sup>	1,005.00
<b>DOTACION TOTAL</b>				<b>25,468.80</b>

De la tabla se deduce que la dotación diaria mínima por departamentos es de 25,468.80 Litros/día <> 25.47 m<sup>3</sup>/ día

**Tabla 4.2.3.- Dotación total para todo el edificio**

DOTACION DIARIA	TOTAL (lts / día)
Departamentos	263,150.00
Servicios Generales	25,468.80
<b>DOTACION TOTAL</b>	<b>288,618.80</b>

De la tabla se deduce que la dotación diaria mínima para todo el proyecto es de 288,618.80 litros/día <> 288.62 m<sup>3</sup>/ día

### 4.3 CÁLCULO DE LA MÁXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA

La Máxima Demanda Simultánea (MDS) es el caudal máximo probable de agua en una edificación.

Para el cálculo de la MDS se utilizará el Método de los gastos probables, esto de acuerdo con el “R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.3 – literal a: los diámetros de las tuberías de distribución se calcularán con el método Hunter: (Métodos de Gastos Probables), salvo aquellos establecimientos en donde se demande un uso simultáneo, que se determinará por el método de consumo por aparato sanitario. Para dispositivos, aparatos o equipos especiales, se seguirá la recomendación de los fabricantes)”.

El método de Roy Hunter es de mayor aceptación en el país, existiendo otros métodos, pero no serán utilizados para el cálculo en el presente proyecto. El Dr Roy B. Hunter fue el que aplicó por primera vez la teoría de la probabilidad al cálculo de los gastos en los sistemas de plomería. Este método consiste en asignar a cada aparato sanitario o grupo de aparatos sanitarios, un número de “unidades de gastos” o “peso” determinado experimentalmente. La unidad de gasto (1 UH) es la que corresponde a la de un lavatorio común con trampa sanitaria de 1 1/4" de diámetro, equivalente a 0.47 l/s. Este método considera aparatos sanitarios de uso intermitente y tiene en cuenta el hecho de que cuanto mayor es su número, la producción del uso simultáneo de los aparatos disminuye. Para estimar la MDS de un edificio o parte de él, se debe tener en cuenta si el tipo de servicio que van a prestar los aparatos es público o privado. Se debe indicar que el gasto obtenido por este método es tal que hay cierta probabilidad que no sea sobrepasado sin embargo esta condición puede presentarse en muy raras ocasiones. [Enrique Jimeno Blasco, pág 112-113]

La MDS nos servirá para calcular los caudales de las tuberías de alimentación, ramales y sub ramales

Para aplicar este método de Hunter es necesario calcular el número de aparatos y su tipo de descarga normal o reducida y así podemos determinar el número total de unidades y en base a esto hallamos el gasto probable.

Para asignar el número de unidades a cada aparato usaremos las tablas del “R.N.E. - Norma IS-010 – tabla del Anexo N°1 y tabla del Anexo N°2” y luego de hallada la máxima demanda simultánea con el “R.N.E. - Norma IS-010 – tabla del Anexo N°3” hallaremos el caudal de la MDS.

Para el cálculo de la MDS se ha considerado que los aparatos sanitarios de los departamentos son de uso privado y los aparatos sanitarios de las áreas comunes son de uso privado. Los aparatos que se utilizan son del tipo de descarga reducida.

### **Anexo N°1 – Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios (Aparatos de uso privado)**

Aparato Sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque - descarga reducida.	1.5	1.5	-
Inodoro	Con tanque.	3	3	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática.	6	6	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	3	3	-
Bidé	-	1	0.75	0.75
Lavatorio	-	1	0.75	0.75
Lavadero	-	3	2	2
Ducha	-	2	1.5	1.5
Tina	-	2	1.5	1.5
Urinario	Con tanque.	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2.5	2.5	-
Urinario	Múltiple (por m)	3	3	-

Fuente: RNE edición 2006 – modificación 2012

Para calcular tuberías de distribución que conduzcan agua fría solamente o agua fría más el gasto de agua a ser calentada, se usarán las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a un aparato sanitario que requiera de ambas, se usarán las cifras indicadas en la segunda y tercera columna.

**Anexo N°2 – Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios (Aparatos de uso público)**

Aparato Sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque - descarga reducida.	2.5	2.5	-
Inodoro	Con tanque.	5	5	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática.	8	8	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	4	4	-
Lavatorio	Corriente.	2	1.5	1.5
Lavatorio	Múltiple.	2(*)	1.5	1.5
Lavadero	Hotel restaurante.	4	3	3
Lavadero	-	3	2	2
Ducha	-	4	3	3
Tina	-	6	3	3
Urinario	Con tanque.	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2.5	2.5	-
Urinario	Múltiple (por m)	3	3	-
Bebedero	Simple	1	1	-
Bebedero	Múltiple	1 (*)	1 (*)	-

Fuente: RNE edición 2006 – modificación 2012

Para calcular tuberías de distribución que conduzcan agua fría solamente o agua fría más el gasto de agua a ser calentada, se usarán las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a un aparato sanitario que requiera de ambas, se usarán las cifras indicadas en la segunda y tercera columna.

(\*) Debe asumirse este número de unidades de gasto por cada salida.

### Anexo N°3 – Gastos (l/s) probables para la aplicación del método hunter

N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		
3	0.12	-	120	1.83	2.72	1100	8.27
4	0.16	-	130	1.91	2.80	1200	8.70
5	0.23	0.91	140	1.96	2.85	1300	9.15
6	0.25	0.94	150	2.06	2.95	1400	9.56
7	0.26	0.97	160	2.14	3.04	1500	9.90
8	0.29	1.00	170	2.22	3.12	1600	10.42
9	0.32	1.03	180	2.29	3.20	1700	10.89
10	0.34	1.06	190	2.37	3.25	1800	11.25
12	0.38	1.12	200	2.45	3.36	1900	11.71
14	0.42	1.17	210	2.53	3.44	2000	12.14
16	0.46	1.22	220	2.6	3.51	2100	12.57
18	0.50	1.27	230	2.65	3.58	2200	13.00
20	0.54	1.33	240	2.75	3.65	2300	13.42
22	0.58	1.37	250	2.84	3.71	2400	13.88
24	0.61	1.42	260	2.91	3.79	2500	14.29
26	0.67	1.45	270	2.99	3.87	2600	14.71
28	0.71	1.51	280	3.07	3.94	2700	15.12
30	0.75	1.55	290	3.15	4.04	2800	15.53
32	0.79	1.59	300	3.32	4.12	2900	15.97
34	0.82	1.63	320	3.37	4.24	3000	16.20
36	0.85	1.67	340	3.52	4.35	3100	16.51
38	0.88	1.70	380	3.67	4.46	3200	17.23
40	0.91	1.74	390	3.83	4.6	3300	17.85
42	0.95	1.78	400	3.97	4.72	3400	18.07
44	1.00	1.82	420	4.12	4.84	3500	18.40
46	1.03	1.84	440	4.27	4.96	3600	18.91
48	1.09	1.92	450	4.42	5.08	3700	19.23
50	1.13	1.97	480	4.57	5.20	3800	19.75
55	1.19	2.04	500	4.71	5.31	3900	20.17
60	1.25	2.11	550	5.02	5.57	4000	20.50
65	1.31	2.17	600	5.34	5.83	PARA EL NUMERO DE UNIDADES DE ESTA COLUMNA ES INDIFERENTE QUE LOS APARATOS SEAN DE TANQUE O VALVULA	
70	1.36	2.23	650	5.85	6.09		
75	1.41	2.29	700	5.95	6.35		
80	1.45	2.35	750	6.20	6.61		
85	1.50	2.40	800	6.60	6.84		
90	1.56	2.45	850	6.91	7.11		
95	1.62	2.50	900	7.22	7.36		
100	1.67	2.55	950	7.53	7.61		
110	1.75	2.60	1000	7.84	7.85		

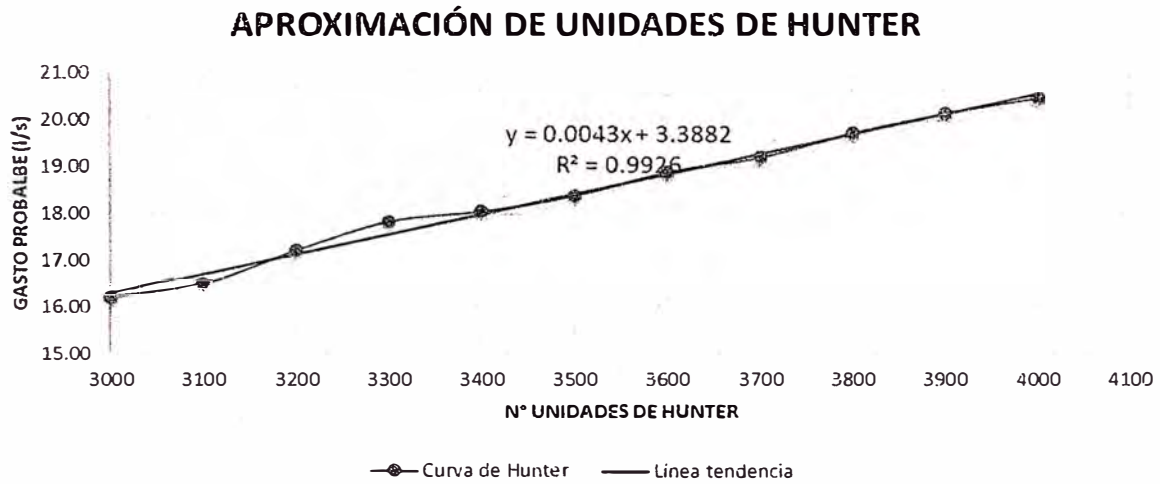
Fuente: RNE edición 2006 – modificación 2012

NOTA: Los gastos están dados en l/s y corresponden a un ajuste de la tabla original del Método de Hunter.

Tabla 4.3.1. - Cálculo de la MDS total

NIVEL	DEPARTAMENTOS						AREA COMUNES									UH PARCIAL	UH TOTAL
	Inodoro c/Tanque bajo	Lavatorio simple	Ducha	Tina	Lavadora de ropa	Lavadero de cocina	Inodoro c/Tanque bajo	Urinario c/Flux	Lavatorio	Ducha	Lavadora de ropa	Lavadero de cocina	Bebedero	Pto de piscina	Gfo. de Riego/Limpieza		
UH	1.5	1	2	2	3	3	2.5	2.5	2	4	3	3	1	3	2		
33° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	118
32° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	236
31° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	354
30° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	472
29° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	590
28° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	708
27° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	826
26° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	944
25° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	1062
24° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	1180
23° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	1298
22° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	1416
21° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	1534
20° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	1652
19° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	1770
18° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	1888
17° piso	18	23	10	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	2006
16° piso	24	31	12	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	2177
15° piso	24	31	12	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	2348
14° piso	24	31	12	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	2519
13° piso	24	31	12	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	2690
12° piso	24	31	12	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	2861
11° piso	24	31	12	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	3032
10° piso	24	31	12	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	3203
9° piso	24	31	12	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	3374
8° piso	24	31	12	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	3545
7° piso	24	32	13	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166	3711
6° piso	24	32	13	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166	3877
5° piso	30	39	16	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	196	4073
4° piso	30	39	16	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	196	4269
3° piso	24	32	13	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166	4435
2° piso	23	31	13	8	8	8	2	0	2	2	0	0	1	0	0	174	4608.5
1° piso	20	27	11	7	7	7	8	2	8	2	0	5	0	1	4	207	4815.5
Semisótano	0	0	0	0	0	0	4	2	8	4	8	0	0	0	3	77	4892.5
1° sotano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	4896.5
2° sotano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	4900.5
3° sotano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	4904.5
4° sotano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	4908.5
5° sotano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	4912.5
6° sotano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	4916.5
Total aparatos	697	902	373	254	254	254	14	4	18	8	8	5	1	1	19		
TOTAL	1045.5	902	746	508	762	762	35	10	36	32	24	15	1	3	38		4919.5

Gráfico 4.3.1.- Línea tendencia de la curva de hunter



De la tabla 4.3.1 se tiene un total de 4916.5 UH, de acuerdo con el gráfico 4.3.1 se tiene que la línea tendencial es igual a

$$y = 0.0043x + 3.3882$$

para  $x = 4895.5$

$$y = 0.0043(4916.5) + 3.3882$$

$$y = 24.53$$

Por lo tanto:

$$MDS = 24.53 \frac{l}{s}$$

## CAPÍTULO V

### SISTEMA DE AGUA FRÍA

#### 5.1 GENERALIDADES

Para el diseño del sistema de agua fría se debe cumplir los siguientes principios básicos:

- El sistema de agua potable no debe estar sujeto al peligro de contaminación por sifonaje.
- Los aparatos sanitarios deberán ser instalados de modo que no presenten conexiones cruzadas que puedan contaminar el agua
- Los aparatos sanitarios deben abastecerse con suficiente agua y presión adecuada para que funcione satisfactoriamente en condiciones normales de uso, sin producir ruidos molestos.
- Se diseñará y ajustará la instalación sanitaria para usar el mínimo de agua.
- En todo tramo aislado deberán colocarse válvulas, a fin de que, cuando sea necesario hacer una reparación en ese tramo no se paralice todo el sistema.
- Para el caso de los departamentos se coloca una válvula general para todo el departamento, una válvula por SS.HH. principal y una válvula para servicios generales, en casos que no se pueda colocar una válvula que controle los servicios generales se colocará válvulas de paso por aparato sanitario.
- Hacer el menor recorrido posible, que nos permita la menor pérdida de carga
- Las redes no deben interferir con elementos estructurales como columnas, vigas, placas. (es muy común el error de ubicar la mezcladora, caja de válvulas de agua en placas estructurales).
- Las redes de agua dentro del interior del departamento no deben interferir con las instalaciones eléctricas, es común que se cruce por tableros eléctricos por tal motivo es importante graficarlo en el plano sanitario.



- Todos los departamentos cuentan con su respectivo medidor que es independiente del medidor general que abastece a las cisternas ACD. Y el consumo de servicios generales se realiza en el medidor general de la calle que abastece a la cisterna de ACI y SS.GG.

## **5.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA ADOPTADO**

Para el presente proyecto y de acuerdo con el *R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.4 - literal b).* "La Toda edificación ubicada en sectores donde el abastecimiento de agua pública no sea continuo o carezca de presión suficiente, deberá estar provisto obligatoriamente de depósitos de almacenamiento que permitan el suministro adecuado a todas las instalaciones previstas. Tales depósitos podrán instalarse en la parte baja (cisternas) en pisos intermedios o sobre la edificación (tanque elevado)", por ello se ha considerado (02) dos sistemas indirectos compuesto por una cisterna, equipos triplex de presión constante velocidad variable de uso alternado y simultaneo de tal manera que una o dos electrobombas quedan en reserva , que abastecen a cada una de sus zonas de presión y hace la distribución a cada departamento, este sistema garantiza una presión constante en cualquier punto de la red. Este sistema es más práctico de utilizar ya que cuenta con un tanque pulmón que permite atender los mínimos consumos, pequeñas pérdidas o goteos nocturnos; y así garantizando un ahorro futuro de energía eléctrica.

Por un tema de diseño se requiere de un equipo adicional de uso alternado dúplex que se abastece de la cisterna de agua contra incendio, esto sólo para uso de los servicios generales (Sum, piscina, gimnasio, centro de lavado, estacionamientos). Este diseño servirá para hacer recircular el agua de la cisterna de ACI.

Las distribuciones de agua de las edificaciones se han agrupado de acuerdo con la presión de servicio requerida, esto de acuerdo con el *(R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.3 - literal c).* "La presión estática máxima no debe ser superior a 50 m de columna de agua (0.490 MPa)". Quedando de la siguiente manera y con sus respectivos alimentadores:

Grupo N1: Edificio A Zona Alta Presión pisos 24° al 33°.  
Alimentador Grupo 1 – MAF-AP-1  
Alimentador Grupo 1 – MAF-AP-2

Grupo N°2: Edificio A y B Zona Media Presión pisos 14° al 23° - Edificio C Zona Media Presión pisos 14° al 16°.  
Alimentador Grupo 2 – MAF-MP-1  
Alimentador Grupo 2 – MAF-MP-2  
Alimentador Grupo 2 – MAF-MP-3

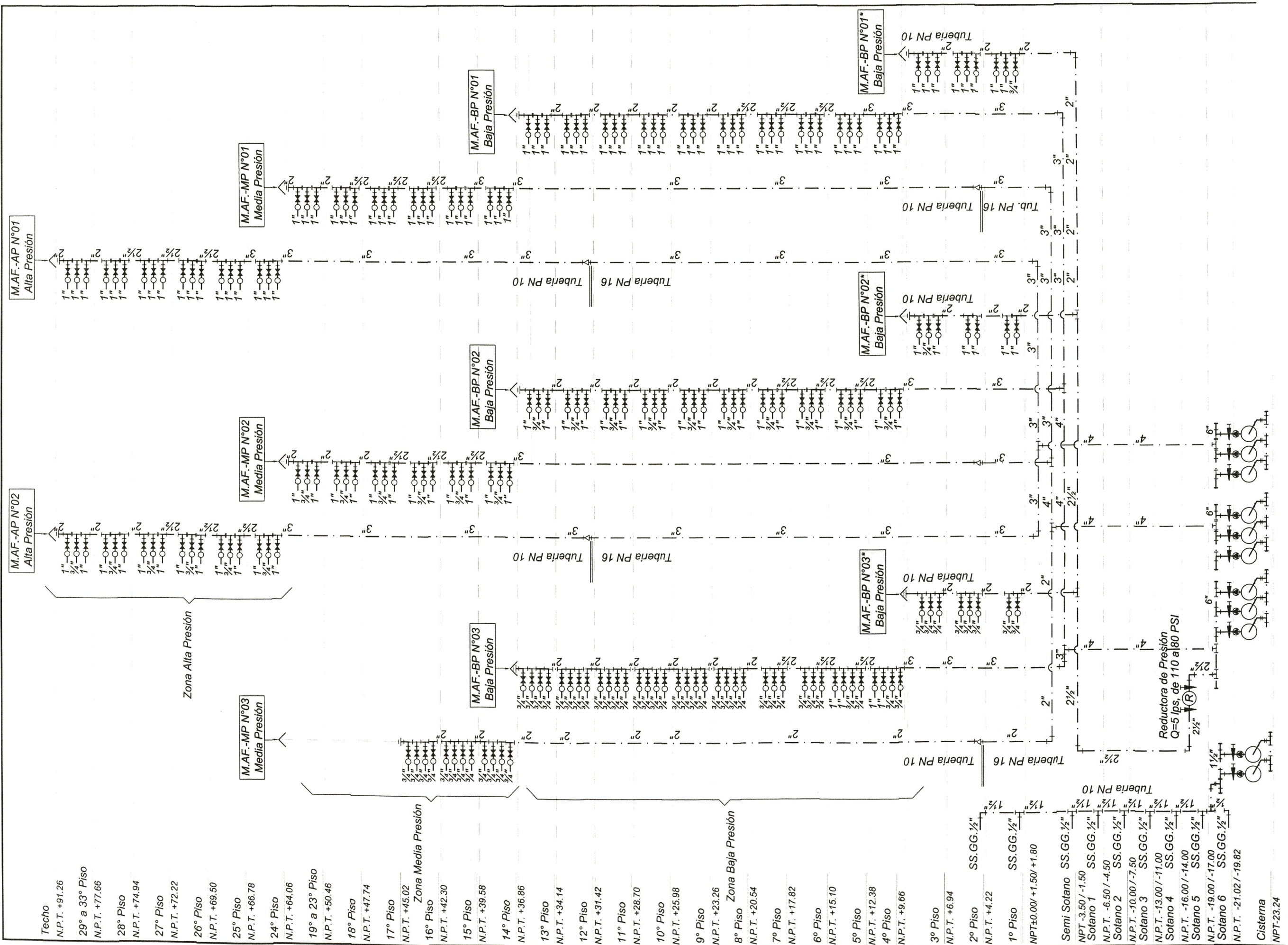
Grupo N°3: Edificios A, B, C Baja Presión pisos 1° al 13°.  
Alimentador Grupo 3 – MAF-BP-1  
Alimentador Grupo 3 – MAF-BP-2  
Alimentador Grupo 3 – MAF-BP-3  
Alimentador Grupo 3 – MAF-BP-1(\*)  
Alimentador Grupo 3 – MAF-BP-2(\*)  
Alimentador Grupo 3 – MAF-BP-3(\*)

(\*) Este grupo de presión cuenta con una válvula reductora de presión ubicada en el 6° sótano en el cto de bombas y alimenta a los pisos del 1° al 3°.

Sub Grupo N°4: Servicios Generales pisos 1° al 2° y sótanos.  
Alimentador Grupo 4 – MAF-SG-1

Ver esquema de alimentadores de agua en la figura 5.2.1.

Figura 5.2.1 – Esquema de Alimentadores de agua



- Techo N.P.T. +91.26
- 29° a 33° Piso N.P.T. +77.66
- 28° Piso N.P.T. +74.94
- 27° Piso N.P.T. +72.22
- 26° Piso N.P.T. +69.50
- 25° Piso N.P.T. +66.78
- 24° Piso N.P.T. +64.06
- 19° a 23° Piso N.P.T. +50.46
- 18° Piso N.P.T. +47.74
- 17° Piso N.P.T. +45.02
- Zona Media Presión**
- 16° Piso N.P.T. +42.30
- 15° Piso N.P.T. +39.58
- 14° Piso N.P.T. +36.86
- 13° Piso N.P.T. +34.14
- 12° Piso N.P.T. +31.42
- 11° Piso N.P.T. +28.70
- 10° Piso N.P.T. +25.98
- Zona Baja Presión**
- 9° Piso N.P.T. +23.26
- 8° Piso N.P.T. +20.54
- 7° Piso N.P.T. +17.82
- 6° Piso N.P.T. +15.10
- 5° Piso N.P.T. +12.38
- 4° Piso N.P.T. +9.66
- 3° Piso N.P.T. +6.94
- 2° Piso N.P.T. +4.22
- SS.GG. 1/2" NPT±0.00/ +1.50/ +1.80
- SS.GG. 1/2"
- Semi Sotano NPT -3.50/ -1.50
- Sotano 1 SS.GG. 1/2"
- N.P.T. -6.50/ -4.50
- Sotano 2 SS.GG. 1/2"
- N.P.T. -10.00/ -7.50
- Sotano 3 SS.GG. 1/2"
- N.P.T. -13.00/ -11.00
- Sotano 4 SS.GG. 1/2"
- N.P.T. -16.00/ -14.00
- Sotano 5 SS.GG. 1/2"
- N.P.T. -19.00/ -17.00
- Sotano 6 SS.GG. 1/2"
- N.P.T. -21.02/ -19.82
- Cisterna NPT-23.24

Reductora de Presión  
Q=5 lps, de 110 a 80 PSI

### **5.3 CÁLCULO DE LOS VOLUMENES DE ALMACENAMIENTO**

De acuerdo con el (R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.4 - literal d).” Cuando sólo exista cisterna, su capacidad será como mínimo igual a la dotación diaria, con un volumen no menor de 1,000 l”.

Para nuestro proyecto se ha considerado 2 volúmenes de almacenamiento, uno para los departamentos y otro volumen de almacenamiento para los servicios generales que sumaran al volumen de almacenamiento de agua contra incendio que será calculado en el capítulo 8.3.2.

#### **5.3.1 Cálculo del volumen de agua para consumo doméstico**

El cálculo del volumen de agua para consumo doméstico es equivalente a un día de la dotación diaria y que fue calculado en el capítulo 4 en la tabla 4.2.1 y tabla 4.2.2

Por lo tanto, el volumen mínimo para departamentos será: 263.15 m<sup>3</sup>

Para el presente proyecto se ha considerado 2 cisternas de almacenamiento de agua de 150 m<sup>3</sup> cada una, por la geometría particular los volúmenes útiles resultan 133.80 m<sup>3</sup>. y la otra de 151.10 m<sup>3</sup>.

El volumen para servicios generales será: .25.50 m<sup>3</sup>

El almacenamiento de agua de los servicios generales será en la cisterna de almacenamiento de agua contra incendio.

#### **5.3.2 Ubicación, características y aspecto sanitario**

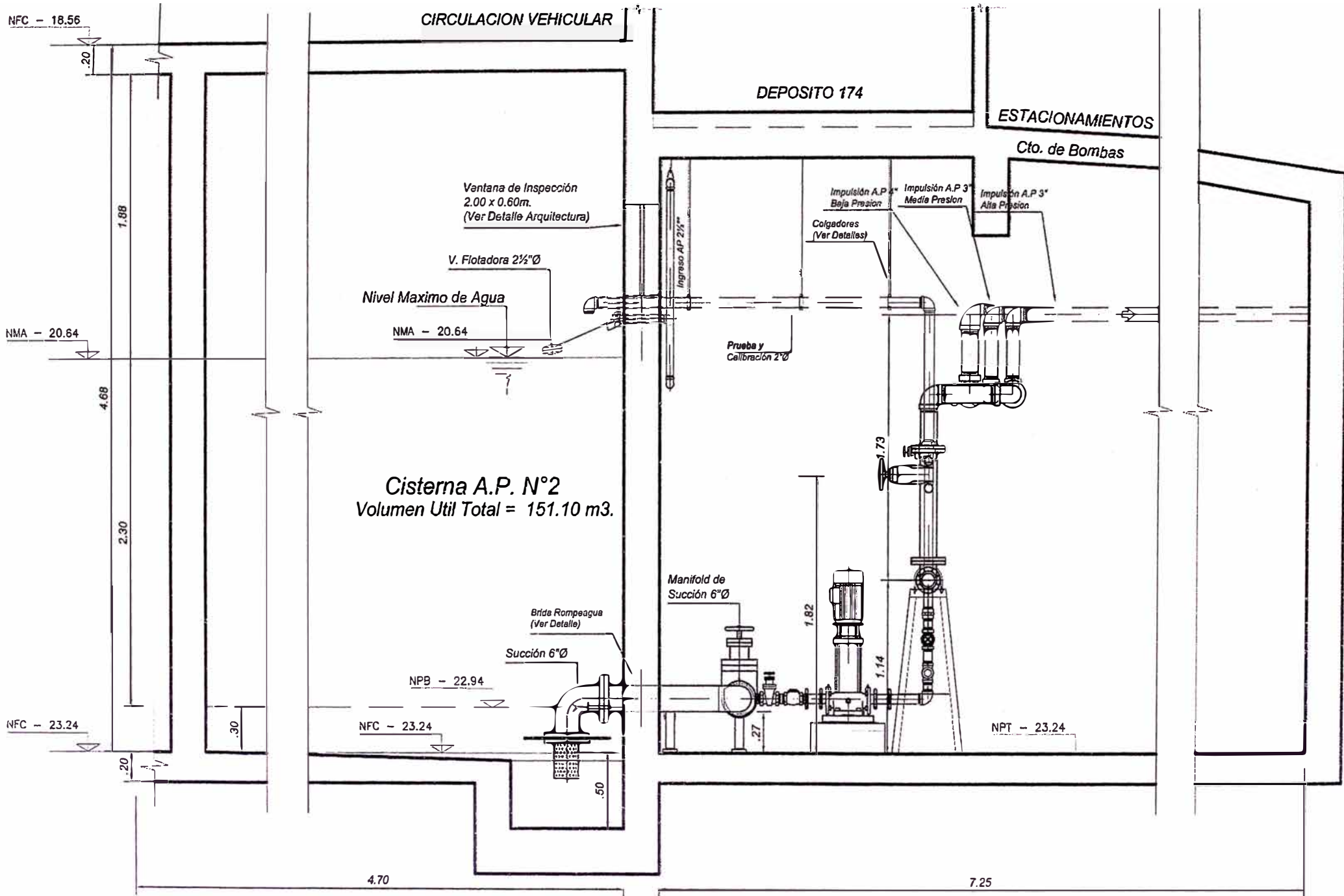
Las cisternas tienen su ubicación en el 6° sótano (Niv. -23.24), están ubicadas debajo de la rampa de estacionamientos. Como se mencionó anteriormente hay dos cisternas de almacenamiento, esto con la posibilidad de que al realizar un mantenimiento una de las cisternas queda siempre como “back up”. La primera

cisterna de consumo 1 es poligonal y tiene un área de 58.21 m<sup>2</sup>. la segunda cisterna también es poligonal y tiene un área de 65.80 m<sup>2</sup>. La altura de las cisternas es de 2.6 m. El cuarto de bombas se ubica al nivel -23.24 y tiene una altura variable desde 3.50m hasta 3.90 m, por lo tanto, se cumple lo que pide el *(R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.5 - literal a).*” Los equipos de bombeo que se instalen dentro de las edificaciones deberán ubicarse en ambientes que satisfagan los siguientes requisitos: altura mínima: 1.60 m. ...” de lo anterior se entiende que las bombas trabajan con succión positiva pues el nivel de agua está por encima del eje de la bomba.

La distancia vertical entre los ejes del tubo de rebose y entrada de agua es 0.15 m. cumpliendo con el *“R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.4 - literal j”* que indica como mínimo 0.15 m. La distancia vertical entre los ejes del tubo de rebose y el máximo nivel de agua es 0.10 m. cumpliendo con el *“R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.4 - literal k”* que indica como mínimo 0.10 m. La brecha de aire entre la descarga de agua proveniente del rebose de los depósitos y el piso será de 0.05 m cumpliendo con el *“R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.4 - literal l”* que indica como mínimo 0.05 m.

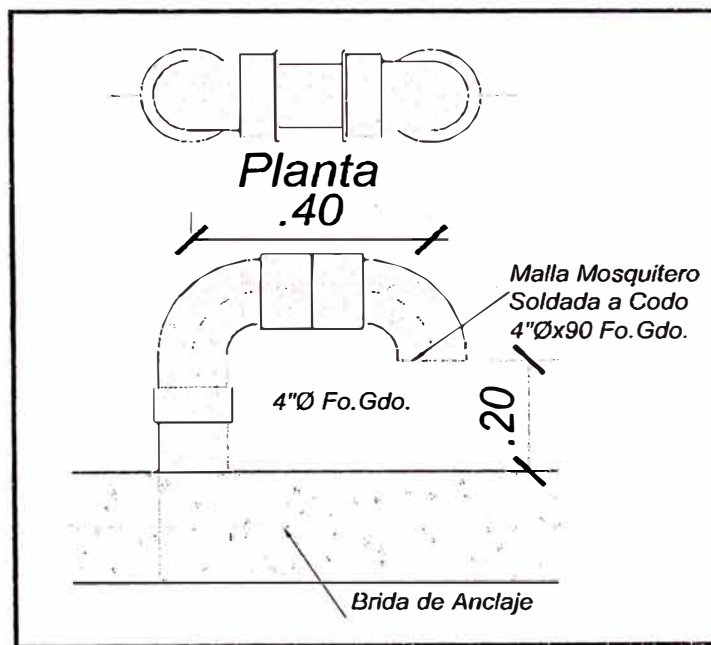
El diseño de la cisterna y cuarto de bombas tendrán las siguientes características

- Los depósitos de agua deberán ser diseñados y construidos en forma tal que preserven la calidad del agua. *(R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.4 - literal a).*
- Los depósitos de almacenamiento deberán ser construidos de material resistente y paredes impermeabilizadas y estarán dotados de los dispositivos necesarios para su correcta operación y mantenimiento. *(R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.4 - literal g).*
- Las cisternas deberán ubicarse a una distancia mínima de 1 m de muros medianeros y desagües. En caso de no poder cumplir con la distancia mínima, se diseñará un sistema de protección que evite la posible contaminación del agua de la cisterna. *(R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.4 - literal h).*



Los aspectos sanitarios para tener en cuenta en el diseño de las cisterna y cuarto de bombas para evitarse epidemias son principalmente dos: la primera es hermetizar el ingreso a la cisterna de tal forma que impida el ingreso de agua del exterior, la segunda es colocar un tubo de ventilación que permite la expulsión del aire caliente cuando entra o sale agua de la cisterna, la forma más común es una "U" invertida, el extremo exterior debe protegerse con una malla metálica que impida el ingreso de roedores, insectos, etc. Adicional a esto siempre se debe realizar un mantenimiento y limpieza.

**Figura 5.3.2.2. – Detalle típico de ventilación de cisterna**



Resumen del dimensionamiento de las cisternas es la siguiente:

#### **Cisterna 1**

Se ubicará en el sótano 6 (nivel: -23.24 m), capacidad de 133.80 m<sup>3</sup> aprox.

Área = 58.21 m<sup>2</sup>.

Altura útil = 2.30 m.

Altura de agua reserva seguridad = 0.30 m.

Nivel de fondo = -23.24 m.

Borde libre de 1.00 m. a 1.90 m. (ubicada debajo de rampas)

## Cisterna 2

Se ubicará en el sótano 6 (nivel: -23.24 m), capacidad de 151.10 m<sup>3</sup> aprox.

Área = 65.73 m<sup>2</sup>.

Altura útil = 2.30 m.

Altura de agua reserva seguridad = 0.30 m.

Nivel de fondo = -23.24 m.

Borde libre de 1.00 m. a 1.90 m. (ubicada debajo de rampas)

## 5.4 SELECCIÓN DE MEDIDORES Y CÁLCULO DE LAS LÍNEAS DE ADUCCIÓN

Para determinar y seleccionar el medidor nos apoyaremos en el “*R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.4 – literal n*” que indica que el diámetro de la tubería de alimentación debe garantizar el llenado del volumen mínimo de almacenamiento diario. Para nuestro proyecto para los departamentos el volumen mínimo es de 263.15 m<sup>3</sup> y para los servicios generales es de 25.47 m<sup>3</sup>. Asimismo, SEDAPAL recomienda que el tiempo de llenado de las cisternas no debe ser menos a doce (12) horas. Para este proyecto se considera 12 horas.

Adicionalmente tenemos que considerar los siguientes parámetros de diseño:

- $P_R$ : Presión de agua en la red pública en los puntos de conexión del servicio. (20 lb/pulg<sup>2</sup> – 14.08 m.
- $P_S$ : Presión de salida de agua en los puntos de salida de agua (Ingreso a Cisterna), considerando 2 m.c.a. de presión de salida como mínimo en dichos puntos.
- $H_R$ : Distancia vertical entre la tubería de ingreso en la calle y el punto de salida de agua en cisterna.
- $H_{f_M}$ : Pérdida de carga en el medidor, la cual se recomienda sea menor que el 50% de la carga disponible.
- $H_{f_F}$ : Pérdida de carga por fricción y accesorios en la línea de conducción desde la red pública hasta el punto de salida en la cisterna.
- $Q_{LL}$ : Caudal de llenado de la cisterna (en un periodo de 12 horas).
- $H$ : Carga disponible.



#### 5.4.1 De la conexión para la cisterna de departamentos:

Ver figura 5.4.1.1. – Esquema de la tubería de alimentación del medidor a la cisterna

##### 5.4.1.1 Cálculo del caudal de llenado de cisterna:

Considerando el volumen mínimo de llenado 263.15 m<sup>3</sup> y tiempo de llenado 12 horas.

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{263.15 \text{ m}^3}{12 \text{ h}}$$

$$Q = \frac{263.15 \text{ m}^3}{12 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \frac{1000 \text{ l}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Caudal de Llenado} = 6.09 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 21.93 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

##### 5.4.1.2 Cálculo de la carga disponible:

La carga disponible está definida de la siguiente manera:

$$H = P_R - P_S - H_R$$

$$H = 14.07 \text{ m} - 2 \text{ m} - (-20.19 \text{ m})$$

$$H = 32.26 \text{ m}$$

##### 5.4.1.3 Selección del diámetro de medidor:

Teniendo como máxima pérdida de carga del medidor el 50% de la carga.

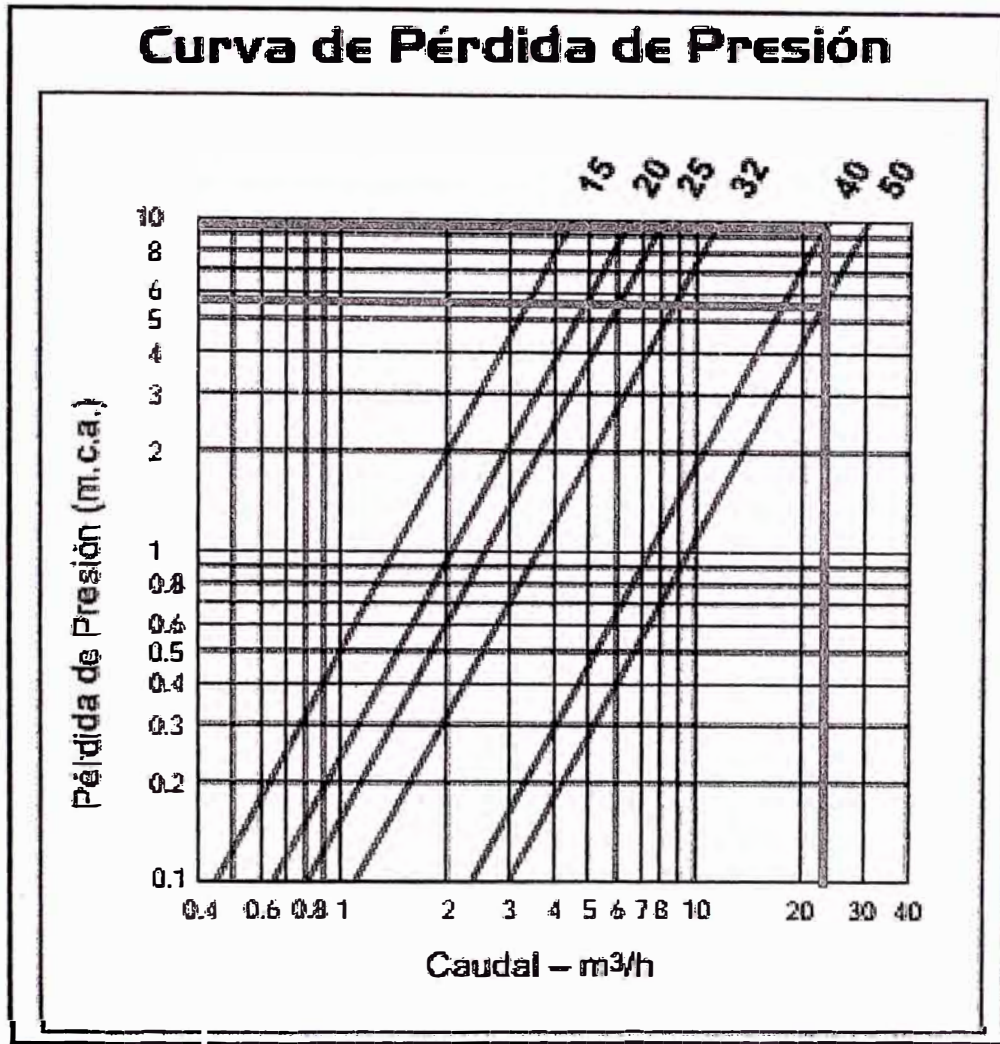
$$H_{fM} = 50\% \times H$$

$$H_{fM} = 50\% \times 32.26 \text{ m}$$

$$H_{fM} = 16.13 \text{ m}$$

Para el cálculo de pérdida de carga del medidor se ha considerado de acuerdo con ábaco del gráfico 5.4.1.3.1.

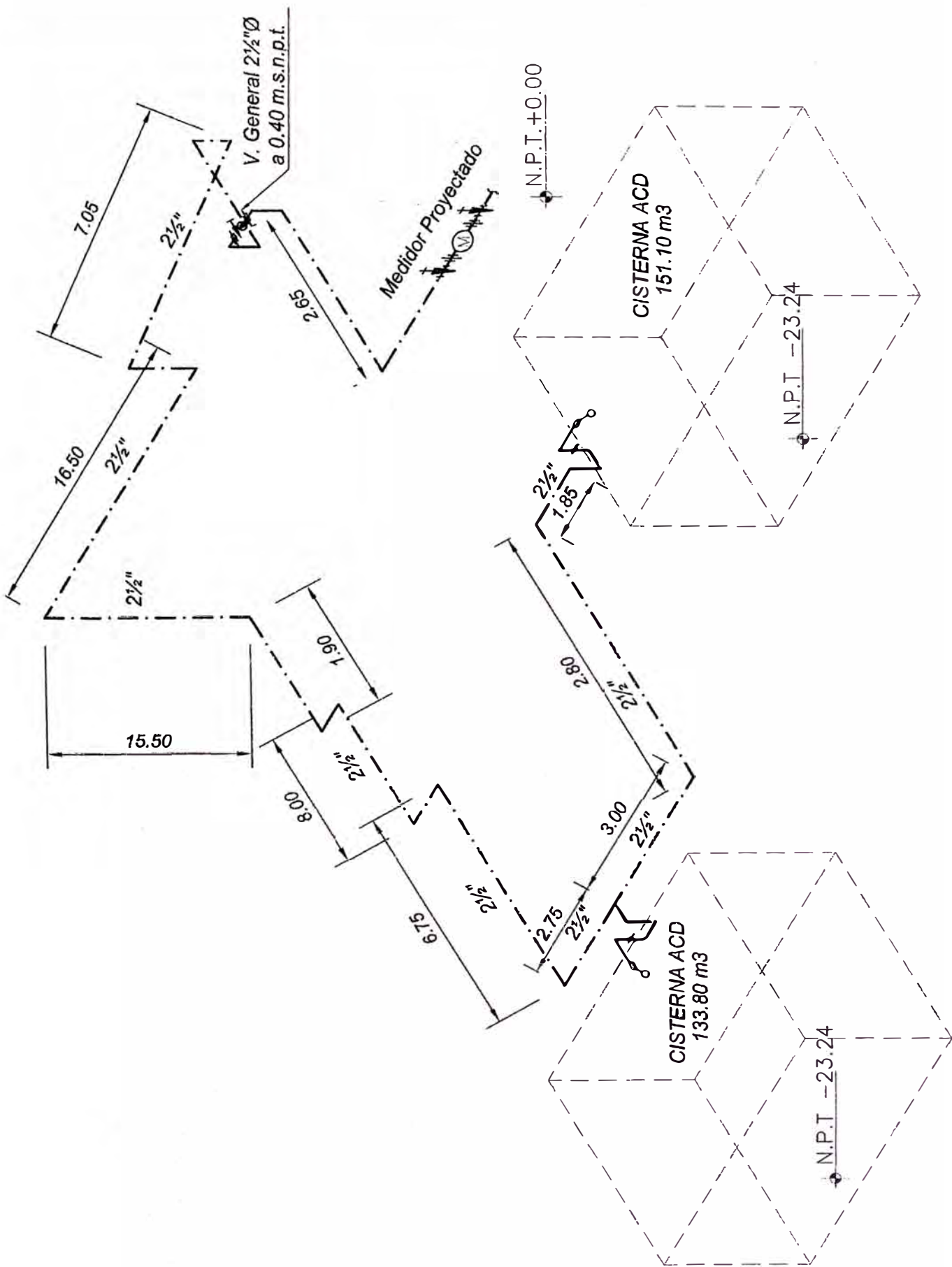
Gráfico 5.4.1.3.1 – Ábaco de pérdida de presión en medidor chorro múltiple



Diámetro (pulg)	Pérdida de carga (m)
1 1/2	10
2	5.9

La pérdida de carga del medidor a elegir debe ser menor o igual al 50% de la carga disponible  $H_M = 16.13\text{m}$ , de acuerdo con la experiencia SEDAPAL no da factibilidades para medidores mayores a 1 1/2".

Por lo tanto, el medidor a elegir será de 1 1/2" y la pérdida de carga es de 10 m.



#### 5.4.1.4 Cálculo de la tubería de aducción:

Dado que el medidor ocasiona una pérdida de 10 m, la nueva carga disponible será:

$$H_1 = 32.26 \text{ m} - 10 \text{ m}$$

$$H_1 = 22.26 \text{ m}$$

Para que el diámetro de aducción sea el adecuado se debe cumplir que la pérdida de carga en toda la línea de aducción debe ser menor que  $H_1$ .

- **Para una línea de aducción de diámetro de 1 1/2"**

Hallaremos la pérdida de carga de dicha línea, a la cuál llamaremos para fines prácticos  $H_2$ .

**Tabla 5.4.1.4.1 – Pérdida de carga por accesorios de diámetro 1 1/2"**

accesorios	cantidad	L eq.	L eq. T.	Und.
Val. Check	1	4.32	4.32	m
Val. Compuerta	3	0.33	0.98	m
Codo 90°	21	1.55	32.63	m
Tee	2	3.11	6.22	m
Contraccion 1 (d a D): d/D=3/4	1	0.33	0.33	m
<b>L eq.</b>			<b>44.48</b>	<b>m</b>

La longitud de la línea de aducción es: 78.05 m.

La longitud total será: 78.05 m + 44.48 = 122.53 m.

Por la fórmula de Hazen y Williams obtendremos la pérdida de carga

$$Q = 0.2785 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

Donde:

Q= Caudal  $\frac{m^3}{s}$

C= Coeficiente de fricción (C=150 PPR)

D= Diámetro en m

S= pendiente – pérdida de carga por unidad de longitud de conducto  $(\frac{m}{m})$

Para Q=  $0.00609 \frac{m^3}{s}$ , D=0.0408 m., C=150 (material polipropileno PN 10) se tiene:

$$S = 0.46 \frac{m}{m}$$

$$H_2 = 122.53m \times 0.46 \frac{m}{m}$$

$$H_2 = 56.38m$$

De lo anterior se tiene  $H_1 = 22.26$  m, por lo tanto  $H_2 > H_1$  no cumple, la velocidad de la línea de aducción es:  $4.66 \frac{m}{s}$

- **Para una línea de aducción de diámetro de 2"**

Hallaremos la pérdida de carga de dicha línea, a la cuál llamaremos para fines prácticos  $H_2$ .

**Tabla 5.4.1.4.2 – Pérdida de carga por accesorios de diámetro 2"**

accesorios	cantidad	L eq.	L eq. T.	Und.
Val. Check	1	5.68	5.68	m
Val. Compuerta	3	0.43	1.30	m
Codo 90°	21	2.05	42.95	m
Tee	2	4.09	8.18	m
Contraccion 1 (d a D): d/D=3/4	1	0.43	0.43	m
<b>L eq.</b>			<b>58.54</b>	<b>m</b>

La longitud de la línea de aducción es: 78.05 m.

La longitud total será:  $78.05 \text{ m} + 58.54 = 136.59 \text{ m}$ .

Por la fórmula de Hazen y Williams obtendremos la pérdida de carga

$$Q = 0.2785 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

Para  $Q = 0.00609 \frac{m^3}{s}$ ,  $D = 0.0514 \text{ m.}$ ,  $C = 150$  (material polipropileno PN 10) se tiene:

$$S = 0.15 \frac{m}{m}$$

$$H_2 = 136.59m \times 0.15 \frac{m}{m}$$

$$H_2 = 20.43m$$

De lo anterior se tiene  $H_1 = 22.26 \text{ m}$ , por lo tanto  $H_2 < H_1$  cumple, la velocidad de la línea de aducción es:  $2.94 \frac{m}{s}$  cumple.

- **Para una línea de aducción de diámetro de 2 1/2"**

Hallaremos la pérdida de carga de dicha línea, a la cuál llamaremos para fines prácticos  $H_2$ .

**Tabla 5.4.1.4.3 – Pérdida de carga por accesorios de diámetro 2 1/2"**

accesorios	cantidad	L eq.	L eq. T.	Und.
Val. Check	1	7.16	7.16	m
Val. Compuerta	3	0.54	1.63	m
Codo 90°	21	2.58	54.12	m
Tee	2	5.15	10.31	m
Contraccion 1 (d a D): d/D=3/4	1	0.54	0.54	m
<b>L eq.</b>			<b>73.76</b>	<b>m</b>

La longitud de la línea de aducción es: 78.05 m.

La longitud total será:  $78.05 \text{ m} + 73.76 = 151.81 \text{ m}$ .

Por la fórmula de Hazen y Williams obtendremos la pérdida de carga

$$Q = 0.2785 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

Para  $Q = 0.00609 \frac{m^3}{s}$ ,  $D = 0.0614 m$ ,  $C = 150$  (material polipropileno PN 10) se tiene:

$$S = 0.063 \frac{m}{m}$$

$$H_2 = 151.81m \times 0.063 \frac{m}{m}$$

$$H_2 = 9.56m$$

De lo anterior se tiene  $H_1 = 22.26 m$ , por lo tanto  $H_2 < H_1$  cumple, la velocidad de la línea de aducción es:  $2.06 \frac{m}{s}$  cumple,

Para diámetros de la línea de aducción de 2" y 2 1/2" se cumple que la pérdida de carga de toda la línea sea menor a la nueva carga disponible. Verificando las líneas de velocidad cumplen, pero para el diámetro de 2" la velocidad es cercana a 3.00 m/s lo máximo que indica el "R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.3 – literal P" para tuberías de distribución, por tal motivo se elige 2 1/2" de diámetro para la línea de aducción.

#### 5.4.2 De la conexión para la cisterna de servicios generales:

Ver figura 5.4.2.1. – Esquema de la tubería de alimentación del medidor a la cisterna

##### 5.4.2.1 Cálculo del caudal de llenado de cisterna:

Considerando el volumen mínimo de llenado 25.47 m<sup>3</sup> y tiempo de llenado 12 horas.

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{25.47 m^3}{12 h}$$

$$Q = \frac{25.47 m^3}{12 h} \times \frac{1 h}{3600 s} \times \frac{1000 l}{m^3}$$

$$\text{Caudal de Llenado} = 0.59 \frac{l}{s} = 2.12 \frac{m^3}{h}$$

#### 5.4.2.2 Cálculo de la carga disponible:

La carga disponible está definida de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} H &= P_R - P_S - H_R \\ H &= 14.07 \text{ m} - 2\text{m} - (-20.09\text{m}) \\ H &= 32.16 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 5.4.2.3 Selección del diámetro de medidor:

Teniendo como máxima pérdida de carga del medidor el 50% de la carga.

$$\begin{aligned} H_{fM} &= 50\% \times H \\ H_{fM} &= 50\% \times 32.16 \text{ m} \\ H_{fM} &= 16.08 \text{ m} \end{aligned}$$

Para el cálculo de pérdida de carga del medidor se ha considerado de acuerdo con ábaco del gráfico 5.4.2.3.1.



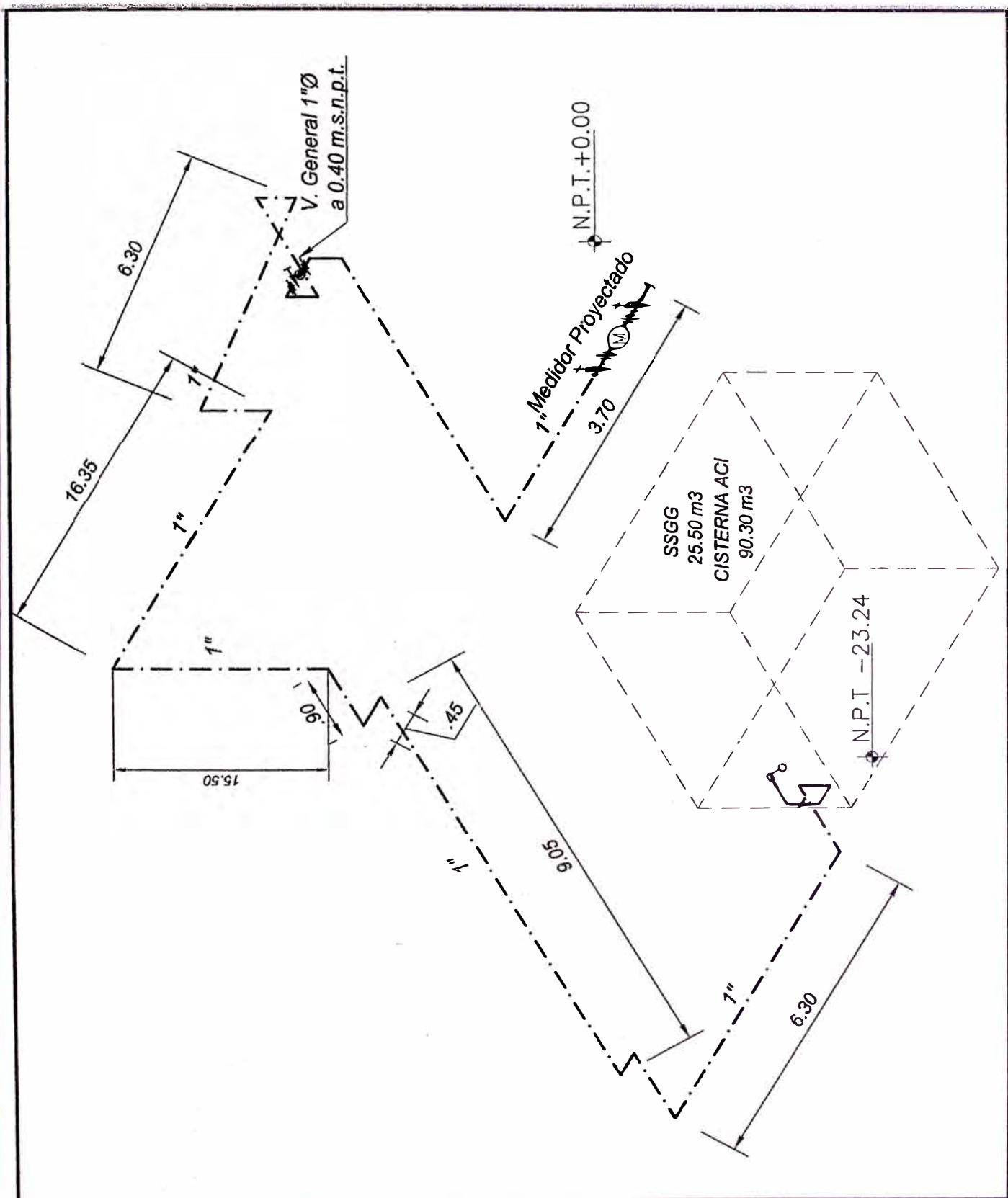
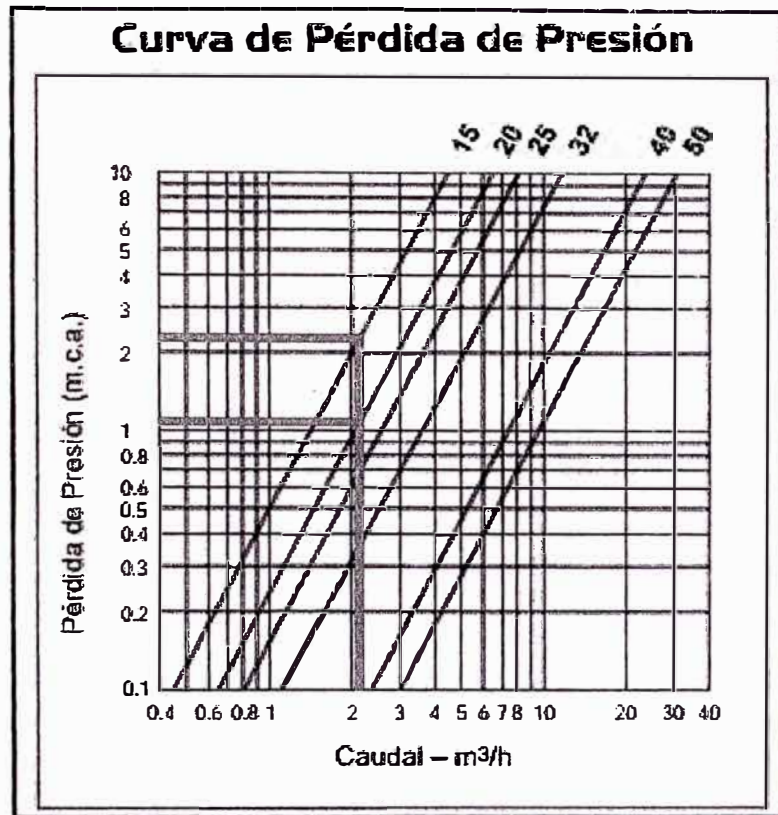


Gráfico 5.4.2.3.1 – Abaco de pérdida de presión en medidor chorro múltiple



Diámetro (pulg)	Perdida de carga (m)
1/2	2.4
3/4	1.2

La pérdida de carga del medidor a elegir debe ser menor o igual al 50% de la carga disponible  $H_{FM} = 16.08\text{m}$ , se elige el diámetro de 3/4" ya que nos permite tener un mayor caudal de llenado.

#### 5.4.2.4 Cálculo de la tubería de aducción:

Dado que el medidor ocasiona una pérdida de 1.20 m, la nueva carga disponible será:

$$H_1 = 32.16 \text{ m} - 1.20\text{m}$$

$$H_1 = 30.96 \text{ m}$$

Para que el diámetro de aducción sea el adecuado se debe cumplir que la pérdida de carga en toda la línea de aducción debe ser menor que  $H_1$ .

- **Para una línea de aducción de diámetro de 3/4"**

Hallaremos la pérdida de carga de dicha línea, a la cuál llamaremos para fines prácticos  $H_2$ .

**Tabla 5.4.2.4.1 – Pérdida de carga por accesorios de diámetro 3/4"**

accesorios	cantidad	L eq.	L eq. T.	Und.
Val. Check	1	2.16	2.16	m
Val. Compuerta	3	0.16	0.49	m
Codo 90°	21	0.78	16.32	m
Tee	2	1.55	3.11	m
Contraccion 1 (d a D): d/D=3/4	1	0.18	0.18	m
<b>L eq.</b>			<b>22.26</b>	<b>m</b>

La longitud de la línea de aducción es: 70.20 m.

La longitud total será: 70.20 m + 22.26 = 92.46 m.

Por la fórmula de Hazen y Williams obtendremos la pérdida de carga

$$Q = 0.2785 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

Para  $Q = 0.00059 \frac{m^3}{s}$ ,  $D = 0.0204$  m.,  $C = 150$  (material polipropileno PN 10) se tiene:

$$S = 0.178 \frac{m}{m}$$

$$H_2 = 92.46m \times 0.178 \frac{m}{m}$$

$$H_2 = 16.49 m$$

De lo anterior se tiene  $H_1 = 30.96$  m, por lo tanto  $H_2 < H_1$  cumple, la velocidad de la línea de aducción es:  $1.81 \frac{m}{s}$  cumple

- **Para una línea de aducción de diámetro de 1"**

Hallaremos la pérdida de carga de dicha línea, a la cuál llamaremos para fines prácticos  $H_2$ .

**Tabla 5.4.2.4.2 – Pérdida de carga por accesorios de diámetro 1"**

accesorios	cantidad	L eq.	L eq. T.	Und.
Val. Check	1	2.11	2.11	m
Val. Compuerta	3	0.22	0.65	m
Codo 90°	21	1.02	21.48	m
Tee	2	2.05	4.09	m
Contraccion 1 (d a D): d/D=3/4	1	0.22	0.22	m
<b>L. eq.</b>			<b>28.55</b>	<b>m</b>

La longitud de la línea de aducción es: 70.20 m.

La longitud total será: 70.20 m + 28.55 = 98.75 m.

Por la fórmula de Hazen y Williams obtendremos la pérdida de carga

$$Q = 0.2785 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

Para  $Q = 0.00059 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ ,  $D = 0.0262 \text{ m}$ .,  $C = 150$  (material polipropileno PN 10) se tiene:

$$S = 0.053 \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$H_2 = 98.75 \text{ m} \times 0.053 \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$H_2 = 5.21 \text{ m}$$

De lo anterior se tiene  $H_1 = 30.96 \text{ m}$ , por lo tanto  $H_2 < H_1$  cumple, la velocidad de la línea de aducción es:  $1.10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Para diámetros de la línea de aducción de 3/4" y 1" se cumple que la pérdida de carga de toda la línea sea menor a la nueva carga disponible. Verificando las líneas de velocidad cumplen, pero para el diámetro de 3/4" la velocidad es cercana a 2.20 m/s, lo máximo que indica el "R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.3 – literal f" para tuberías de distribución, por tal motivo se elige 1" de diámetro para la línea de aducción. Con un diámetro mayor se garantiza mayor caudal de ingreso para llenar más rápido la cisterna de agua contra incendio.

## **5.5 SISTEMA DE VELOCIDAD VARIABLE**

El sistema de velocidad variable cuenta con 3 zonas de presión y una cuarta zona para servicios generales. Actualmente este sistema es una de los más utilizados por los ingenieros sanitarios y hay gran variedad de equipos para seleccionar.

### **5.5.1 Selección de equipo de bombeo**

El equipo de bombeo a utilizar en el proyecto será de velocidad variable y presión constante, este equipo suministra agua ante cualquier demanda de caudal por parte del edificio, esto se logra de manera óptima modificando la velocidad de las bombas a través de un control (en este caso el variador de velocidad).

Este equipo brinda muchas ventajas en este tipo de edificaciones, entre las que se puede resaltar fácil operación, vida útil alto, ahorro de energía y potencia, limitación de potencias, ahorro de espacio. control centralizado. Para optimizarlo se acostumbra a colocar un tanque hidroneumático, llamados "tanques pulmón", esto con el fin de en caso se presenten pequeños consumos, como aparatos malogrados o consumos mínimos el tanque mantendrá presurizado el sistema.

El equipo estará compuesto por 3 electrobombas de funcionamiento simultáneo y alternado, de tal manera que uno o dos bombas queden en reserva, cada electrobomba cubre el 35% de la MDS, en caso de ellos una falla se contará con el 70% de la MDS. No se considera una bomba exclusiva en reserva dado que en un edificio multifamiliar la máxima demanda se da a lo mucho 4 horas en promedio al día y no son 4 horas diarias continuas, pues son 1.5 horas en la mañana, una hora al mediodía el almuerzo y 1.5 horas en la noche, por lo tanto, no hay la necesidad de tener una bomba exclusiva en reserva. El tablero estará configurado para que las bombas alternen en su funcionamiento cada semana como se explicará más adelante.

### 5.5.2 Máxima demanda simultánea por alimentadores

La metodología de cálculo de la máxima demanda simultánea del edificio fue descrita en el capítulo 4. Para este capítulo y para mayor facilidad de cálculo se ha agrupado los aparatos sanitarios por número de departamento de acuerdo con la arquitectura, y por SS.HH. o nombre de ambiente para los servicios generales.

Se ha considerado que los aparatos al interior del departamento son de uso privado y los de servicios generales se considera de uso público.

**Tabla 5.5.2.1. – Número de Hunter del departamento 1 al departamento 7<sup>a</sup>**

Departamento 1				Departamento 2			
	N° de aparatos	UH	Total		N° de aparatos	UH	Total
Inodoro	4	1.5	6.00	Inodoro	2	1.5	3.00
Lavatorio	5	1	5.00	Lavatorio	3	1	3.00
Ducha	2	2	4.00	Ducha	1	2	2.00
Tina	1	2	2.00	Tina	1	2	2.00
Lavadora de ropa	1	3	3.00	Lavadora de ropa	1	3	3.00
Lavadero de cocina	1	3	3.00	Lavadero de cocina	1	3	3.00
<b>Total</b>			<b>23.00</b>	<b>Total</b>			<b>16.00</b>
Departamento 2a				Departamento 3			
	N° de aparatos	UH	Total		N° de aparatos	UH	Total
Inodoro	3	1.5	4.50	Inodoro	3	1.5	4.50
Lavatorio	4	1	4.00	Lavatorio	4	1	4.00
Ducha	2	2	4.00	Ducha	2	2	4.00
Tina	1	2	2.00	Tina	1	2	2.00
Lavadora de ropa	1	3	3.00	Lavadora de ropa	1	3	3.00
Lavadero de cocina	1	3	3.00	Lavadero de cocina	1	3	3.00
<b>Total</b>			<b>20.50</b>	<b>Total</b>			<b>20.50</b>
Departamento 4				Departamento 5			
	N° de aparatos	UH	Total		N° de aparatos	UH	Total
Inodoro	3	1.5	4.50	Inodoro	4	1.5	6.00
Lavatorio	4	1	4.00	Lavatorio	5	1	5.00
Ducha	2	2	4.00	Ducha	2	2	4.00
Tina	1	2	2.00	Tina	1	2	2.00
Lavadora de ropa	1	3	3.00	Lavadora de ropa	1	3	3.00
Lavadero de cocina	1	3	3.00	Lavadero de cocina	1	3	3.00
<b>Total</b>			<b>20.50</b>	<b>Total</b>			<b>23.00</b>
Departamento 6				Departamento 6a			
	N° de aparatos	UH	Total		N° de aparatos	UH	Total
Inodoro	2	1.5	3.00	Inodoro	1	1.5	1.50
Lavatorio	3	1	3.00	Lavatorio	1	1	1.00
Ducha	1	2	2.00	Ducha	0	2	0.00
Tina	1	2	2.00	Tina	1	2	2.00
Lavadora de ropa	1	3	3.00	Lavadora de ropa	1	3	3.00
Lavadero de cocina	1	3	3.00	Lavadero de cocina	1	3	3.00
<b>Total</b>			<b>16.00</b>	<b>Total</b>			<b>10.50</b>
Departamento 7				Departamento 7a			
	N° de aparatos	UH	Total		N° de aparatos	UH	Total
Inodoro	2	1.5	3.00	Inodoro	4	1.5	6.00
Lavatorio	3	1	3.00	Lavatorio	5	1	5.00
Ducha	1	2	2.00	Ducha	2	2	4.00
Tina	1	2	2.00	Tina	1	2	2.00
Lavadora de ropa	1	3	3.00	Lavadora de ropa	1	3	3.00
Lavadero de cocina	1	3	3.00	Lavadero de cocina	1	3	3.00
<b>Total</b>			<b>16.00</b>	<b>Total</b>			<b>23.00</b>

Tabla 5.5.2.2. – Número de Hunter del departamento 7b al departamento 10

Departamento 7b	N° de aparatos	UH	Total	Departamento 8	N° de aparatos	UH	Total
Inodoro	1.00	1.5	1.50	Inodoro	2	1.5	3.00
Lavatorio	1.00	1	1.00	Lavatorio	3	1	3.00
Ducha	0.00	2	0.00	Ducha	1	2	2.00
Tina	1.00	2	2.00	Tina	1	2	2.00
Lavadora de ropa	1.00	3	3.00	Lavadora de ropa	1	3	3.00
Lavadero de cocina	1.00	3	3.00	Lavadero de cocina	1	3	3.00
<b>Total</b>			10.50	<b>Total</b>			16.00
Departamento 8a	N° de aparatos	UH	Total	Departamento 9	N° de aparatos	UH	Total
Inodoro	4	1.5	6.00	Inodoro	1	1.5	1.50
Lavatorio	5	1	5.00	Lavatorio	1	1	1.00
Ducha	2	2	4.00	Ducha	0	2	0.00
Tina	1	2	2.00	Tina	1	2	2.00
Lavadora de ropa	1	3	3.00	Lavadora de ropa	1	3	3.00
Lavadero de cocina	1	3	3.00	Lavadero de cocina	1	3	3.00
<b>Total</b>			23.00	<b>Total</b>			10.50
Departamento 9a	N° de aparatos	UH	Total	Departamento 10	N° de aparatos	UH	Total
Inodoro	2	1.5	3.00	Inodoro	1	1.5	1.50
Lavatorio	3	1	3.00	Lavatorio	1	1	1.00
Ducha	1	2	2.00	Ducha	0	2	0.00
Tina	1	2	2.00	Tina	1	2	2.00
Lavadora de ropa	1	3	3.00	Lavadora de ropa	1	3	3.00
Lavadero de cocina	1	3	3.00	Lavadero de cocina	1	3	3.00
<b>Total</b>			16.00	<b>Total</b>			10.50

Tabla 5.5.2.3. – Número de Hunter de los servicios generales

Sauna - SSHH M	N° de aparatos	UH	Total	Sauna - SSHH H	N° de aparatos	UH	Total
Inodoro	1	2.5	2.50	Inodoro	1	2.5	2.50
Lavatorio	1	2	2.00	Lavatorio	1	2	2.00
Ducha	1	4	4.00	Ducha	1	4	4.00
<b>Total</b>			8.50	<b>Total</b>			8.50
Bebedero - Gimnasio	N° de aparatos	UH	Total	Sum - SSHH M	N° de aparatos	UH	Total
Inodoro	0	2.5	0.00	Inodoro	2	2.5	5.00
Lavatorio	0	2	0.00	Lavatorio	2	2	4.00
Bebedero	1	1	1.00	Bebedero	0	1	0.00
<b>Total</b>			1.00	<b>Total</b>			9.00
Sum - SSHH H	N° de aparatos	UH	Total	Sum - Discapacitados	N° de aparatos	UH	Total
Inodoro	2	2.5	5.00	Inodoro	1	2.5	2.50
Urinario	1	2.5	2.50	Urinario	0	2.5	0.00
Lavatorio	2	2	4.00	Lavatorio	1	2	2.00
<b>Total</b>			11.50	<b>Total</b>			4.50
Sum 1 - cocina	N° de aparatos	UH	Total	Sum 2 - cocina	N° de aparatos	UH	Total
Lavadora de cocina	1	3	3.00	Lavadora de cocina	1	3	3.00
<b>Total</b>			3.00	<b>Total</b>			3.00
Zona Parrilla	N° de aparatos	UH	Total	Piscina - Area verde	N° de aparatos	UH	Total
Lavadora de cocina	3	3	9.00	Pto. Piscina	1	3	3.00
Gfo. de Riego/Lim.	0	2	0.00	Gfo. de Riego/Lim.	4	2	8.00
<b>Total</b>			9.00	<b>Total</b>			11.00
Recepción - SSHH	N° de aparatos	UH	Total	Piscina - SSHH M	N° de aparatos	UH	Total
Inodoro	1	2.5	2.50	Inodoro	1	2.5	2.50
Lavatorio	1	2	2.00	Lavatorio	1	2	2.00
Ducha	0	4	0.00	Ducha	1	4	4.00
<b>Total</b>			4.50	<b>Total</b>			8.50

Tabla 5.5.2.3. – Número de Hunter de los servicios generales

Cto Limpieza	N° de aparatos	UH	Total	Lavanderia SSHH	N° de aparatos	UH	Total
Inodoro	1	2.5	2.50	Inodoro	2	2.5	5.00
Urinario	1	2.5	2.50	Urinario	2	2.5	5.00
Lavatorio	1	2	2.00	Lavatorio	2	2	4.00
Ducha	1	4	4.00	Ducha	2	4	8.00
<b>Total</b>			<b>11.00</b>	<b>Total</b>			<b>22.00</b>
Lavanderia SSHH	N° de aparatos	UH	Total	Centro de Lavado	N° de aparatos	UH	Total
Inodoro	2	2.5	5.00	Inodoro	0	2.5	0.00
Lavatorio	2	2	4.00	Lavatorio	4	2	8.00
Ducha	2	4	8.00	Ducha	0	4	0.00
Lavadero de ropa	0	3	0.00	Lavadero de ropa	8	3	24.00
<b>Total</b>			<b>17.00</b>	<b>Total</b>			<b>32.00</b>
Cto Limpieza	N° de aparatos	UH	Total	Estacionamiento	N° de aparatos	UH	Total
Gfo. de Riego/Lim.	1	2	2.00	Gfo. de Riego/Lim.	2	2	4.00
<b>Total</b>			<b>2.00</b>	<b>Total</b>			<b>4.00</b>

Tabla 5.5.2.4. – Máxima demanda simultánea grupo N°1

Nivel	Departamentos						UH PARCIAL	UH TOTAL
	Departamento 1	Departamento 2a	Departamento 3	Departamento 4	Departamento 5	Departamento 6a		
<b>UH</b>	<b>23</b>	<b>20.5</b>	<b>20.5</b>	<b>20.5</b>	<b>23</b>	<b>10.5</b>		
<b>33° piso</b>	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	118	118
<b>32° piso</b>	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	118	236
<b>31° piso</b>	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	118	354
<b>30° piso</b>	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	118	472
<b>29° piso</b>	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	118	590
<b>28° piso</b>	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	118	708
<b>27° piso</b>	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	118	826
<b>26° piso</b>	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	118	944
<b>25° piso</b>	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	118	1062
<b>24° piso</b>	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	118	1180
<b>TOTAL</b>	<b>230</b>	<b>205</b>	<b>205</b>	<b>205</b>	<b>230</b>	<b>105</b>	<b>1180</b>	

Entonces para un total de 1180 UH y de acuerdo con "R.N.E.-Norma IS-010–tabla del Anexo N°3" se obtiene por interpolación lo siguiente:

N° de Unidades	Gasto
1100	8.27
1180	X
1200	8.7

Interpolando: X= 8.614 lps <>8.62 lps, entonces la MDS es 8.62 lps.



**Tabla 5.5.2.5. – Máxima demanda simultánea de alimentador - MAF AP 1**

Nivel	Departamentos						UH PARCIAL	UH TOTAL
	Departamento 1	Departamento 2a	Departamento 3	Departamento 4	Departamento 5	Departamento 6a		
UH	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5		
33° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	61.5	61.5
32° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	61.5	123
31° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	61.5	184.5
30° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	61.5	246
29° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	61.5	307.5
28° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	61.5	369
27° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	61.5	430.5
26° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	61.5	492
25° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	61.5	553.5
24° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	61.5	615
TOTAL	0	205	205	205	0	0	615	

Entonces para un total de 615 UH y de acuerdo con “R.N.E.-Norma IS-010–tabla del Anexo N°3” se obtiene por interpolación lo siguiente:

N° de Unidades	Gasto
600	5.34
615	X
650	5.85

Interpolando:  $X = 5.493 \text{ lps} \approx 5.50 \text{ lps}$ , entonces la MDS es 5.50 lps.

**Tabla 5.5.2.6. – Máxima demanda simultánea de alimentador - MAF AP 2**

Nivel	Departamentos						UH PARCIAL	UH TOTAL
	Departamento 1	Departamento 2a	Departamento 3	Departamento 4	Departamento 5	Departamento 6a		
UH	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5		
33° piso	23	0	0	0	23	10.5	56.5	56.5
32° piso	23	0	0	0	23	10.5	56.5	113
31° piso	23	0	0	0	23	10.5	56.5	169.5
30° piso	23	0	0	0	23	10.5	56.5	226
29° piso	23	0	0	0	23	10.5	56.5	282.5
28° piso	23	0	0	0	23	10.5	56.5	339
27° piso	23	0	0	0	23	10.5	56.5	395.5
26° piso	23	0	0	0	23	10.5	56.5	452
25° piso	23	0	0	0	23	10.5	56.5	508.5
24° piso	23	0	0	0	23	10.5	56.5	565
TOTAL	230	0	0	0	230	105	565	

Entonces para un total de 565 UH y de acuerdo con "R.N.E.-Norma IS-010–tabla del Anexo N°3" se obtiene por interpolación lo siguiente:

N° de Unidades	Gasto
550	5.02
565	X
600	5.34

Interpolando: X= 5.116 lps <>5.12 lps, entonces la MDS es 5.12 lps.

**Tabla 5.5.2.7. – Máxima demanda simultánea grupo N°2**

Nivel	Departamentos										UH PARCIAL	UH TOTAL
	Departamento 1	Departamento 2a	Departamento 3	Departamento 4	Departamento 5	Departamento 6a	Departamento 7b	Departamento 8	Departamento 9a	Departamento 10		
UH	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	10.5	16	16	10.5		
23° piso	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	0	0	0	0	118	118
22° piso	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	0	0	0	0	118	236
21° piso	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	0	0	0	0	118	354
20° piso	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	0	0	0	0	118	472
19° piso	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	0	0	0	0	118	590
18° piso	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	0	0	0	0	118	708
17° piso	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	0	0	0	0	118	826
16° piso	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	10.5	16	16	10.5	171	997
15° piso	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	10.5	16	16	10.5	171	1168
14° piso	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	10.5	16	16	10.5	171	1339
TOTAL	230	205	205	205	230	105	31.5	48	48	31.5	1339	

Entonces para un total de 1339 UH y de acuerdo con "R.N.E.-Norma IS-010–tabla del Anexo N°3" se obtiene por interpolación lo siguiente:

N° de Unidades	Gasto
1300	9.15
1339	X
1400	9.56

Interpolando: X= 9.31 lps, entonces la MDS es 9.31 lps.

Tabla 5.5.2.8. – Máxima demanda simultánea de alimentador - MAF MP 1

Nivel	Departamentos										UH PARCIAL	UH TOTAL
	Departamento 1	Departamento 2a	Departamento 3	Departamento 4	Departamento 5	Departamento 6a	Departamento 7b	Departamento 8	Departamento 9a	Departamento 10		
UH	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	10.5	16	16	10.5		
23° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	61.5	61.5
22° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	61.5	123
21° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	61.5	184.5
20° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	61.5	246
19° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	61.5	307.5
18° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	61.5	369
17° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	61.5	430.5
16° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	62	492
15° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	61.5	553.5
14° piso	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	61.5	615
TOTAL	0	205	205	205	0	0	0	0	0	0	615	

Entonces para un total de 615 UH y de acuerdo con “R.N.E.-Norma IS-010–tabla del Anexo N°3” se obtiene por interpolación lo siguiente:

N° de Unidades	Gasto
600	5.34
615	X
650	5.85

Interpolando: X= 5.493 lps <>5.50 lps, entonces la MDS es 5.50 lps.

Tabla 5.5.2.9. – Máxima demanda simultánea de alimentador - MAF MP 2

Nivel	Departamentos										UH PARCIAL	UH TOTAL
	Departamento 1	Departamento 2a	Departamento 3	Departamento 4	Departamento 5	Departamento 6a	Departamento 7b	Departamento 8	Departamento 9a	Departamento 10		
UH	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	10.5	16	16	10.5		
23° piso	23	0	0	0	23	10.5	0	0	0	0	56.5	56.5
22° piso	23	0	0	0	23	10.5	0	0	0	0	56.5	113
21° piso	23	0	0	0	23	10.5	0	0	0	0	56.5	169.5
20° piso	23	0	0	0	23	10.5	0	0	0	0	56.5	226
19° piso	23	0	0	0	23	10.5	0	0	0	0	56.5	282.5
18° piso	23	0	0	0	23	10.5	0	0	0	0	56.5	339
17° piso	23	0	0	0	23	10.5	0	0	0	0	56.5	395.5
16° piso	23	0	0	0	23	10.5	0	0	0	0	56.5	452
15° piso	23	0	0	0	23	10.5	0	0	0	0	56.5	508.5
14° piso	23	0	0	0	23	10.5	0	0	0	0	56.5	565
TOTAL	230	0	0	0	230	105	0	0	0	0	565	

Entonces para un total de 565 UH y de acuerdo con “R.N.E.-Norma IS-010–tabla del Anexo N°3” se obtiene por interpolación lo siguiente:

N° de Unidades	Gasto
550	5.02
565	X
600	5.34

Interpolando: X= 5.116 lps <=>5.12 lps, entonces la MDS es 5.12 lps.

**Tabla 5.5.2.10. – Máxima demanda simultánea de alimentador - MAF MP 3**

Nivel	Departamentos										UH PARCIAL	UH TOTAL
	Departamento 1	Departamento 2a	Departamento 3	Departamento 4	Departamento 5	Departamento 6a	Departamento 7b	Departamento 8	Departamento 9a	Departamento 10		
UH	23	20.5	20.5	20.5	23	10.5	10.5	16	16	10.5		
16° piso	0	0	0	0	0	10.5	10.5	16	16	0	53	53
15° piso	0	0	0	0	0	10.5	10.5	16	16	0	53	106
14° piso	0	0	0	0	0	10.5	10.5	16	16		53	159
TOTAL	0	0	0	0	0	31.5	31.5	48	48	0	159	

Entonces para un total de 159 UH y de acuerdo con “R.N.E.-Norma IS-010–tabla del Anexo N°3” se obtiene por interpolación lo siguiente:

N° de Unidades	Gasto
150	2.06
159	X
160	2.14

Interpolando: X= 2.132 lps <=>2.14 lps, entonces la MDS es 2.14 lps.

Tabla 5.5.2.11. – Máxima demanda simultánea grupo N°3

Nivel	Departamentos															UH PARCIAL	UH TOTAL	
	Departamento 1	Departamento 2	Departamento 2a	Departamento 3	Departamento 4	Departamento 5	Departamento 6	Departamento 6a	Departamento 7	Departamento 7a	Departamento 7b	Departamento 8	Departamento 8a	Departamento 9	Departamento 9a			Departamento 10
UH	23	16	20.5	20.5	20.5	23	16	10.5	16	23	10.5	16	23	10.5	16	10.5		
13° piso	23	0	20.5	20.5	20.5	23	0	10.5	0	0	10.5	16	0	0	16	10.5	171	171
12° piso	23	0	20.5	20.5	20.5	23	0	10.5	0	0	10.5	16	0	0	16	10.5	171	342
11° piso	23	0	20.5	20.5	20.5	23	0	10.5	0	0	10.5	16	0	0	16	10.5	171	513
10° piso	23	0	20.5	20.5	20.5	23	0	10.5	0	0	10.5	16	0	0	16	10.5	171	684
9° piso	23	0	20.5	20.5	20.5	23	0	10.5	0	0	10.5	16	0	0	16	10.5	171	855
8° piso	23	0	20.5	20.5	20.5	23	0	10.5	0	0	10.5	16	0	0	16	10.5	171	1026
7° piso	23	0	20.5	20.5	20.5	23	16	0	16	0	0	16	0	10.5	0	0	166	1192
6° piso	23	0	20.5	20.5	20.5	23	16	0	16	0	0	16	0	10.5	0	0	166	1358
5° piso	23	0	20.5	20.5	20.5	23	16	0	0	23	0	0	23	0	16	10.5	196	1554
4° piso	23	0	20.5	20.5	20.5	23	16	0	0	23	0	0	23	0	16	10.5	196	1750
3° piso	23	0	20.5	20.5	20.5	23	16	0	16	0	0	16	0	10.5	0	0	166	1916
2° piso	23	0	20.5	20.5	20.5	23	16	0	16	0	0	16	0	0	0	0	155.5	2071.5
1° piso	23	16	0	20.5	20.5	23	16	0	16	0	0	0	0	0	0	0	135	2206.5
<b>TOTAL</b>	299	16	246	266.5	266.5	299	112	63	80	46	63	160	46	31.5	128	84	2206.5	

Entonces para un total de 2206.5 UH y de acuerdo con "R.N.E.-Norma IS-010-taba del Anexo N°3" se obtiene por interpolación lo siguiente:

N° de Unidades	Gasto
2200	13.00
2206.5	X
2300	13.42

Interpolando: X= 13.027 lps, entonces la MDS es 13.03 lps.

Tabla 5.5.2.12. – Máxima demanda simultánea de alimentador - MAF BP 1

Nivel	Departamentos															UH PARCIAL	UH TOTAL		
	Departamento 1	Departamento 2	Departamento 2a	Departamento 3	Departamento 4	Departamento 5	Departamento 6	Departamento 6a	Departamento 7	Departamento 7a	Departamento 7b	Departamento 8	Departamento 8a	Departamento 9	Departamento 9a			Departamento 10	
UH	23	16	20.5	20.5	20.5	23	16	10.5	16	23	10.5	16	23	10.5	16	10.5			
13° piso	0	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61.5	61.5
12° piso	0	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61.5	123
11° piso	0	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61.5	184.5
10° piso	0	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61.5	246
9° piso	0	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61.5	307.5
8° piso	0	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61.5	369
7° piso	0	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61.5	430.5
6° piso	0	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61.5	492
5° piso	0	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61.5	553.5
4° piso	0	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61.5	615
TOTAL	0	0	205	205	205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	615	

Entonces para un total de 615 UH y de acuerdo con "R.N.E.-Norma IS-010–tabla del Anexo N°3" se obtiene por interpolación lo siguiente:

N° de Unidades	Gasto
600	5.34
615	X
650	5.85

Interpolando:  $X = 5.493 \text{ lps} \leftrightarrow 5.50 \text{ lps}$ , entonces la MDS es 5.50 lps.

Tabla 5.5.2.13. – Máxima demanda simultánea de alimentador - MAF BP 2

Nivel	Departamentos															UH PARCIAL	UH TOTAL		
	Departamento 1	Departamento 2	Departamento 2a	Departamento 3	Departamento 4	Departamento 5	Departamento 6	Departamento 6a	Departamento 7	Departamento 7a	Departamento 7b	Departamento 8	Departamento 8a	Departamento 9	Departamento 9a			Departamento 10	
UH		16	20.5	20.5	20.5	23	16	10.5	16	23	10.5	16	23	10.5	16	10.5			
13° piso	23	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.5	56.5	56.5
12° piso	23	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.5	56.5	113
11° piso	23	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.5	56.5	169.5
10° piso	23	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.5	56.5	226
9° piso	23	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.5	56.5	282.5
8° piso	23	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.5	56.5	339
7° piso	23	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.5	0	56.5	395.5
6° piso	23	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	10.5	0	56.5	452	
5° piso	23	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.5	56.5	508.5	
4° piso	23	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.5	56.5	565	
TOTAL	230	0	0	0	0	230	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	84	565	

Entonces para un total de 565 UH y de acuerdo con "R.N.E.-Norma IS-010–tabla del Anexo N°3" se obtiene por interpolación lo siguiente:

N° de Unidades	Gasto
550	5.02
565	X
600	5.34

Interpolando: X= 5.116 lps <>5.12 lps, entonces la MDS es 5.12 lps.

**Tabla 5.5.2.14. – Máxima demanda simultánea de alimentador - MAF BP 3**

Nivel	Departamentos															UH PARCIAL	UH TOTAL	
	Departamento 1	Departamento 2	Departamento 2a	Departamento 3	Departamento 4	Departamento 5	Departamento 6	Departamento 6a	Departamento 7	Departamento 7a	Departamento 7b	Departamento 8	Departamento 8a	Departamento 9	Departamento 9a			Departamento 10
UH	23	16	20.5	20.5	20.5	23	16	10.5	16	23	10.5	16	23	10.5	16	10.5		
13° piso	0	0	0	0	0	0	0	10.5	0	0	10.5	16	0	0	16	0	53	53
12° piso	0	0	0	0	0	0	0	10.5	0	0	10.5	16	0	0	16	0	53	106
11° piso	0	0	0	0	0	0	0	10.5	0	0	10.5	16	0	0	16	0	53	159
10° piso	0	0	0	0	0	0	0	10.5	0	0	10.5	16	0	0	16	0	53	212
9° piso	0	0	0	0	0	0	0	10.5	0	0	10.5	16	0	0	16	0	53	265
8° piso	0	0	0	0	0	0	0	10.5	0	0	10.5	16	0	0	16	0	53	318
7° piso	0	0	0	0	0	0	16	0	16	0	0	16	0	0	0	0	48	366
6° piso	0	0	0	0	0	0	16	0	16	0	0	16	0	0	0	0	48	414
5° piso	0	0	0	0	0	0	16	0	0	23	0	0	23	0	16	0	78	492
4° piso	0	0	0	0	0	0	16	0	0	23	0	0	23	0	16	0	78	570
TOTAL	0	0	0	0	0	0	64	63	32	46	63	128	46	0	128	0	570	

Entonces para un total de 570 UH y de acuerdo con "R.N.E.-Norma IS-010–tabla del Anexo N°3" se obtiene por interpolación lo siguiente:

N° de Unidades	Gasto
550	5.02
570	X
600	5.34

Interpolando: X= 5.148 lps <>5.15 lps, entonces la MDS es 5.15 lps.

**Tabla 5.5.2.15. – Máxima demanda simultánea de alimentador - MAF BP 1(\*)**

Nivel	Departamentos															UH PARCIAL	UH TOTAL			
	Departamento 1	Departamento 2	Departamento 2a	Departamento 3	Departamento 4	Departamento 5	Departamento 6	Departamento 6a	Departamento 7	Departamento 7a	Departamento 7b	Departamento 8	Departamento 8a	Departamento 9	Departamento 9a			Departamento 10		
UH	23	16	20.5	20.5	20.5	23	16	10.5	16	23	10.5	16	23	10.5	16	10.5				
3° piso	0	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61.5	61.5
2° piso	0	0	20.5	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61.5	123
1° piso	0	16	0	20.5	20.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	180
TOTAL	0	16	41	61.5	61.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	

Entonces para un total de 180 UH y de acuerdo con “R.N.E.-Norma IS-010–tabla del Anexo N°3” se obtiene lo siguiente:

Para 180 UH le corresponde la MDS de 2.29 Ips.

**Tabla 5.5.2.16. – Máxima demanda simultánea de alimentador - MAF BP 2(\*)**

Nivel	Departamentos															UH PARCIAL	UH TOTAL			
	Departamento 1	Departamento 2	Departamento 2a	Departamento 3	Departamento 4	Departamento 5	Departamento 6	Departamento 6a	Departamento 7	Departamento 7a	Departamento 7b	Departamento 8	Departamento 8a	Departamento 9	Departamento 9a			Departamento 10		
UH	23	16	20.5	20.5	20.5	23	16	10.5	16	23	10.5	16	23	10.5	16	10.5				
3° piso	23	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	10.5	0	0	0	0	56.5	56.5
2° piso	23	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	102.5
1° piso	23	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	148.5
TOTAL	69	0	0	0	0	69	0	0	0	0	0	0	0	10.5	0	0	0	0	148.5	

Entonces para un total de 148.5 UH y de acuerdo con “R.N.E.-Norma IS-010–tabla del Anexo N°3” se obtiene por interpolación lo siguiente:

N° de Unidades	Gasto
140	1.96
148.5	X
150	2.06

Interpolando: X= 2.045 Ips <>2.05 Ips, entonces la MDS es 2.05 Ips.



Tabla 5.5.2.17. – Máxima demanda simultánea de alimentador - MAF BP 3(\*)

Nivel	Departamentos															UH PARCIAL	UH TOTAL	
	Departamento 1	Departamento 2	Departamento 2a	Departamento 3	Departamento 4	Departamento 5	Departamento 6	Departamento 6a	Departamento 7	Departamento 7a	Departamento 7b	Departamento 8	Departamento 8a	Departamento 9	Departamento 9a			Departamento 10
UH	23	16	20.5	20.5	20.5	23	16	10.5	16	23	10.5	16	23	10.5	16	10.5		
3° piso	0	0	0	0	0	0	16	0	16	0	0	16	0	0	0	0	48	48
2° piso	0	0	0	0	0	0	16	0	16	0	0	16	0	0	0	0	48	96
1° piso	0	0	0	0	0	0	16	0	16	0	0	0	0	0	0	0	32	128
TOTAL	0	0	0	0	0	0	48	0	48	0	0	32	0	0	0	0	128	

Entonces para un total de 128 UH y de acuerdo con "R.N.E.-Norma IS-010–tabla del Anexo N°3" se obtiene por interpolación lo siguiente:

N° de Unidades	Gasto
120	1.83
128	X
130	1.91

Interpolando: X= 1.894 lps <> 1.90 lps, entonces la MDS es 1.90 lps.

Tabla 5.5.2.18. – Máxima demanda simultánea grupo N°4

Nivel	AREA COMUNES																	UH PARCIAL	UH TOTAL	
	Sauna - SSHH M	Sauna - SSHH H	Bebedero-Gimnasio	Sum - DISC	Sum - SSHH M	Sum - SSHH H	Sum 1 - cocina	Sum 2 - cocina	Recepción - SSHH	Piscina - SSHH M	Piscina - SSHH H	Piscina - Jardín	Zona Parrilla	Lavandería SSHH M	Lavandería SSHH H	Centro de Lavado	Cto. Limpieza			Estacionamiento
UH	8.5	8.5	1	4.5	9	11.5	3	3	4.5	8.5	11	11	9	17	22	32	2	28		
2° piso	8.5	8.5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	18
1° piso	0	0	0	4.5	9	11.5	3	3	4.5	8.5	11	11	9	0	0	0	0	0	75	93
Semisótano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	22	32	2	4	77	170
1° sotano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	174
2° sotano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	178
3° sotano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	182
4° sotano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	186
5° sotano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	190
6° sotano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	194
TOTAL	8.5	8.5	1	4.5	9	11.5	3	3	4.5	8.5	11	11	9	17	22	32	2	28	194	

Entonces para un total de 194 UH y de acuerdo con "R.N.E.-Norma IS-010–tabla del Anexo N°3" se obtiene por interpolación lo siguiente:

N° de Unidades	Gasto
190	2.37
194	X
200	2.45

Interpolando:  $X = 2.402 \text{ lps} \leftrightarrow 2.41 \text{ lps}$ , entonces la MDS es 2.41 lps.

### 5.5.3 Caudal de bombeo

La capacidad de la bomba será equivalente a la MDS calculada para las distintas zonas de presión esto de acuerdo con "R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.5 - literal e". La capacidad para cada electrobomba del equipo "triplex" será el 35% la MDS y para la electrobomba del equipo "dúplex" será el 60%, esto como margen de contingencia.

El resumen en la tabla 5.5.3.1. El cálculo del caudal de la MDS se calculó en las páginas 45, 47, 50 y 54. El cálculo de la potencia de cada bomba se realizará más adelante.

**Tabla 5.5.3.1. – Resumen de caudales de bombeo para la edificación**

Tipo	Descripción	N° de bombas	MDS UH	lps	c/u	lpm	m3/hr
Grupo 1	Alta presión	3	1180	8.62	3.02	181.02	10.86
Grupo 2	Media presión	3	1339	9.31	3.26	195.51	11.73
Grupo 3	Baja presión	3	2206.5	13.03	4.56	273.63	16.42
Grupo 4	Servicios generales	2	194	2.41	1.45	86.76	5.21

### 5.5.4 Cálculo de ramales

Para determinar el cálculo hidráulico de los ramales lo haremos bajo los siguientes criterios:

- "Los diámetros de las tuberías de distribución se calcularán con el método Hunter ...". (R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.3 - literal a).
- "La presión estática máxima no debe ser superior a 50 m de columna de agua (0.490 MPa)". (R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.3 - literal c).

- “La presión mínima de salida de los aparatos sanitarios será de 2 m de columna de agua (0.020 MPa) salvo aquellos equipados con válvulas semiautomáticas, automáticas o equipos especiales en los que la presión estará dada por las recomendaciones de los fabricantes”. (R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.3 - literal d). Para el presente proyecto se tiene que tomar en cuenta que hay un calentador instantáneo de 13 LPM cuya presión mínima es de 3 m.c.a, se está considerando 3.50 m.c.a.
- “Para el cálculo del diámetro de las tuberías de distribución, la velocidad mínima será de 0.60 m/s y la velocidad máxima según la siguiente tabla”. (R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.3 - literal f). Adicionalmente para evitar ruidos molestos en los departamentos, la velocidad máxima desde el 1° piso hacia el 33° piso será de 1.75 m/s, esto como un factor de protección adicional.

**Tabla 5.5.4.1. – Velocidad máxima en tuberías de distribución**

Diámetro (mm)	Velocidad máxima (m/s)
15 (1/2")	1.9
20 (3/4")	2.2
25 (1")	2.48
32 (1 1/4")	2.85
40 y mayores (1 1/2" y mayores)	3

Fuente: RNE edición 2006 – modificación 2012

- El material de la tubería a utilizar para el cálculo es polipropileno del tipo PN 10 y PN 16, si bien es cierto no hay norma nacional para el su uso del polipropileno, pero al tratarse de un proyecto privado el dueño recomendó el polipropileno para la red de agua fría y agua caliente, dado que la considera una alternativa económica, además de ser muy utilizada en proyectos multifamiliares. Sólo en el cuarto de bomba se utilizará fierro galvanizado cedula 40.

**Tabla 5.5.4.2. – Equivalencias de diámetros nominales de polipropileno**

Equivalencia $\phi$ de tuberías PPR : mm. - pulg.		
$\phi$ (mm.) PPR-100	A.F. ( $\phi$ en pulg.)- Serie 5.0 - PN 10	A.C. ( $\phi$ en pulg.)- Serie 3.2 - PN 16
16	-	1/2
20	1/2	-
25	3/4	3/4
32	1	1
40	1 1/4	1 1/4
50	1 1/2	1 1/2
63	2	2
75	2 1/2	2 1/2
90	3	3
110	4	4
125	5	5
160	6	6

Fuente: Catálogo de fabricante

**Tabla 5.5.4.3. – Diámetro nominal, espesor de pared y serie en tuberías de polipropileno**

Diámetro nominal $\phi$ (mm.)	Espesor (mm)		Diámetro interior (mm)	
	Serie 5 (PN 10)	Serie 3.2 (PN 16)	Serie 5 (PN 10)	Serie 3.2 (PN 16)
16	-	2.20	-	11.60
20	1.90	2.80	16.20	14.40
25	2.30	3.50	20.40	18.00
32	2.90	4.40	26.20	23.20
40	3.70	5.50	32.60	29.00
50	4.60	6.90	40.80	36.20
63	5.30	8.60	51.40	45.80
75	6.80	10.30	61.40	54.40
90	8.20	12.30	73.60	65.40
110	10.00	15.10	90.00	79.80
125	11.40	17.10	102.20	90.80
160	14.60	21.90	130.80	116.20

Fuente: Catálogo de fabricante

- La pérdida de carga en los medidores: se calculará de acuerdo con el caudal de cada departamento.

En la tabla 5.5.4.4. están los ramales de los departamentos y para el caso de los servicios generales se hará por cercanía de SS.HH.

**Tabla 5.5.4.4. – Ramales de los Departamentos y Servicios Generales.**

Ambiente	UH	Q (l/s)	Diametro (pulg)
Departamento 1	23	0.595	1
Departamento 2	16	0.460	3/4
Departamento 2a	20.5	0.550	3/4
Departamento 3	20.5	0.550	3/4
Departamento 4	20.5	0.550	3/4
Departamento 5	23	0.595	1
Departamento 6	16	0.460	3/4
Departamento 6a	10.5	0.350	3/4
Departamento 7	16	0.460	3/4
Departamento 7a	23	0.595	1
Departamento 7b	10.5	0.350	3/4
Departamento 8	16	0.460	3/4
Departamento 8a	23	0.595	1
Departamento 9	10.5	0.350	3/4
Departamento 9a	16	0.460	3/4
Departamento 10	10.5	0.350	3/4

A continuación, en las siguientes tablas se calculará el diámetro de las tuberías, la velocidad y la pérdida de carga de los ramales típicos. El método se calculará mediante la ecuación de Darcy–Weisbach:

$$h_f = f \frac{l v^2}{d 2g}$$

donde:

- $h_f$ : energía por unidad de peso perdida por fricción.
- $f$ : factor de fricción de Darcy.
- $l$ : longitud de tramo de tubería en el cual se pierde  $h_f$
- $d$ : diámetro de la tubería.
- $v$ : velocidad media.

Para las tuberías de agua se considera el flujo de régimen turbulento ya que  $Re > 4000$ , el factor  $f$  se calculará por la ecuación de Colebrook-White:

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

donde:

- $k_s$ : rugosidad absoluta de la tubería
- $Re$ : número de Reynolds.

Para el presente proyecto el  $k_s$  es 0.0007mm que corresponde al polipropileno, para el cuarto de bomba el  $k_s$  es 0.15 mm que es del hierro galvanizado.

El número de Reynolds tiene la siguiente expresión:

$$R_e = vd \frac{\rho}{\mu}$$

donde:

- Re: número de Reynolds.
- v: velocidad de flujo.
- d: diámetro de la tubería.
- $\rho$ : densidad del fluido.
- $\mu$ : coeficiente de viscosidad dinámica

Se considera una temperatura de agua de 15°C y para utilizar las propiedades físicas del agua se utilizará la tabla 5.5.4.5.

**Tabla 5.5.4.5. – Propiedades físicas del agua en unidades del S.I.**

Temperatura °C	Peso específico $\gamma$ (N/m <sup>3</sup> )	Densidad $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad $\mu \times 10^{-3}$ (N.s/m <sup>2</sup> )	Viscosidad cinemática $\nu \times 10^{-6}$ (Nm <sup>2</sup> /s)	Tensión superficial $\sigma \times 10^2$ (N/m)	Altura absoluta de presión de vapor $P_v/\gamma$	Módulo elasticidad $K \times 10^7$ (N/m <sup>2</sup> )	Conductividad térmica K (W/m.k)
0	9806	999.9	1.792	1.792	7.62	0.06	204	0.561
10	9707	1000.0	1.519	1.519	7.54	0.09	206	0.571
15	9798	999.1	1.14	1.141	7.41	0.17	214	0.589
20	9789	998.2	1.005	1.007	7.36	0.25	220	0.598
25	9778	997.2	0.894	0.897	7.26	0.33	222	0.607
30	9764	995.7	0.801	0.804	7.18	0.44	223	0.615
35	9749	994.1	0.723	0.727	7.10	0.58	224	0.623
40	9730	992.2	0.656	0.661	7.01	0.76	227	0.630
45	9711	990.2	0.599	0.605	6.92	0.98	229	0.637
50	9690	988.1	0.549	0.556	6.82	1.26	230	0.643
55	9666	985.7	0.506	0.513	6.74	1.61	231	0.649
60	9642	983.2	0.469	0.477	6.68	2.03	228	0.654
65	9616	980.6	0.436	0.444	6.58	2.56	226	0.659
70	9589	977.8	0.406	0.415	6.50	3.20	225	0.663
75	9560	974.9	0.380	0.390	6.40	3.96	223	0.667
80	9530	971.8	0.357	0.367	6.30	4.86	221	0.670
85	9499	968.6	0.336	0.347	6.20	5.93	217	0.673
90	9466	965.3	0.317	0.328	6.12	7.18	216	0.675
95	9433	961.9	0.299	0.311	6.02	8.62	211	0.677
100	9399	958.4	0.284	0.296	5.94	10.33	207	0.679

Fuente: Hidráulica de tuberías, abastecimiento de agua, redes, riegos – Juan Saldarriaga

Para el cálculo de las pérdidas menores de energía se calculará mediante la siguiente forma:

$$h_m = k_m \frac{v^2}{2g}$$

donde:

- $h_m$ : energía por unidad de peso perdida en el accesorio.
- $k_m$ : coeficiente de pérdidas menores del accesorio.
- $v$ : velocidad media.
- $g$ : aceleración de la gravedad.

Para los valores de  $k_m$  se utilizará la tabla 5.5.4.6

**Tabla 5.5.4.6 – Coeficiente de pérdidas menores del accesorio “k”**

Accesorio		k
Codo de 45°		0.75
Codo de 90°		1
Tee línea		0.6
Tee derivación		1.8
Ensamblamiento (d a D)	D/d=1.2	0.095
	D/d=1.4	0.23
	D/d=1.6	0.36
	D/d=1.8	0.45
	D/d=2	0.53
	D/d=2.5	0.66
	D/d=3	0.74
	D/d=4	0.82
	D/d=5	0.86
Contracción (D a d)	D/d=1.2	0.09
	D/d=1.4	0.19
	D/d=1.6	0.25
	D/d=1.8	0.31
	D/d=2	0.34
	D/d=2.5	0.37
	D/d=3	0.39
	D/d=4	0.41
D/d=5	0.42	
Válvula compuerta		0.19
Válvula Check		4
Canastilla		4
VRP		10

Fuente: Dimensionado óptimo de redes de distribución de aguas ramificadas – Rafael Pérez García

Para hallar la pérdida de carga de medidores en los departamentos se utilizará el ábaco de medidores del gráfico 5.5.4.1, el resumen se visualiza en la tabla 5.5.4.7.

**Tabla 5.5.4.7. – Pérdidas de carga y diámetro de los medidores en los departamentos**

Ambiente	UH	Q (l/s)	Q (m <sup>3</sup> /h)	Hf medidor (m)	Diámetro (pulg)
Departamento 1	23	0.595	2.142	1.20	3/4
Departamento 2	16	0.460	1.656	1.30	1/2
Departamento 2a	20.5	0.550	1.98	0.85	1/2
Departamento 3	20.5	0.550	1.98	0.85	1/2
Departamento 4	20.5	0.550	1.98	0.85	1/2
Departamento 5	23	0.595	2.142	1.20	1/2
Departamento 6	16	0.460	1.656	1.30	1/2
Departamento 6a	10.5	0.350	1.26	0.80	1/2
Departamento 7	16	0.460	1.656	1.30	1/2
Departamento 7a	23	0.595	2.142	1.20	3/4
Departamento 7b	10.5	0.350	1.26	0.80	1/2
Departamento 8	16	0.460	1.656	1.30	1/2
Departamento 8a	23	0.595	2.142	1.20	3/4
Departamento 9	10.5	0.350	1.26	0.80	1/2
Departamento 9a	16	0.460	1.656	1.30	1/2
Departamento 10	10.5	0.350	1.26	0.80	1/2

**Figura 5.5.4.0 – Altura de salida de aparatos respecto al npt**

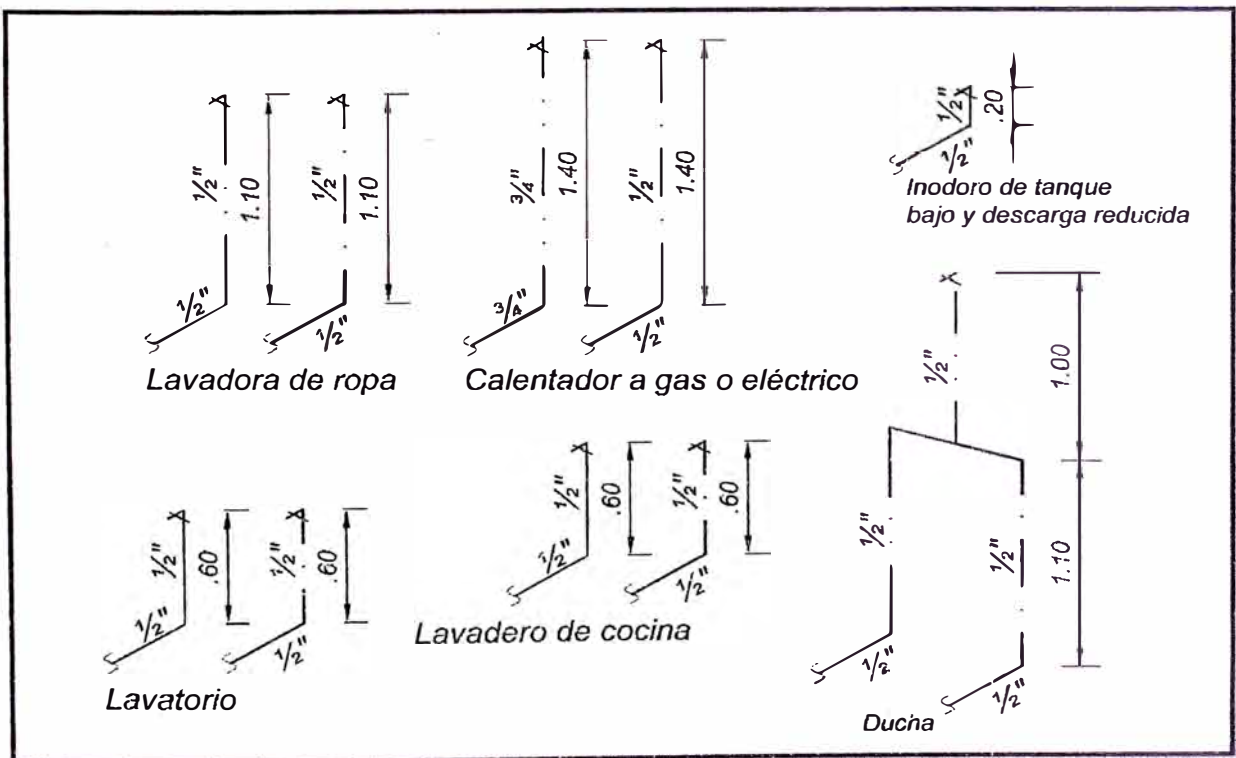
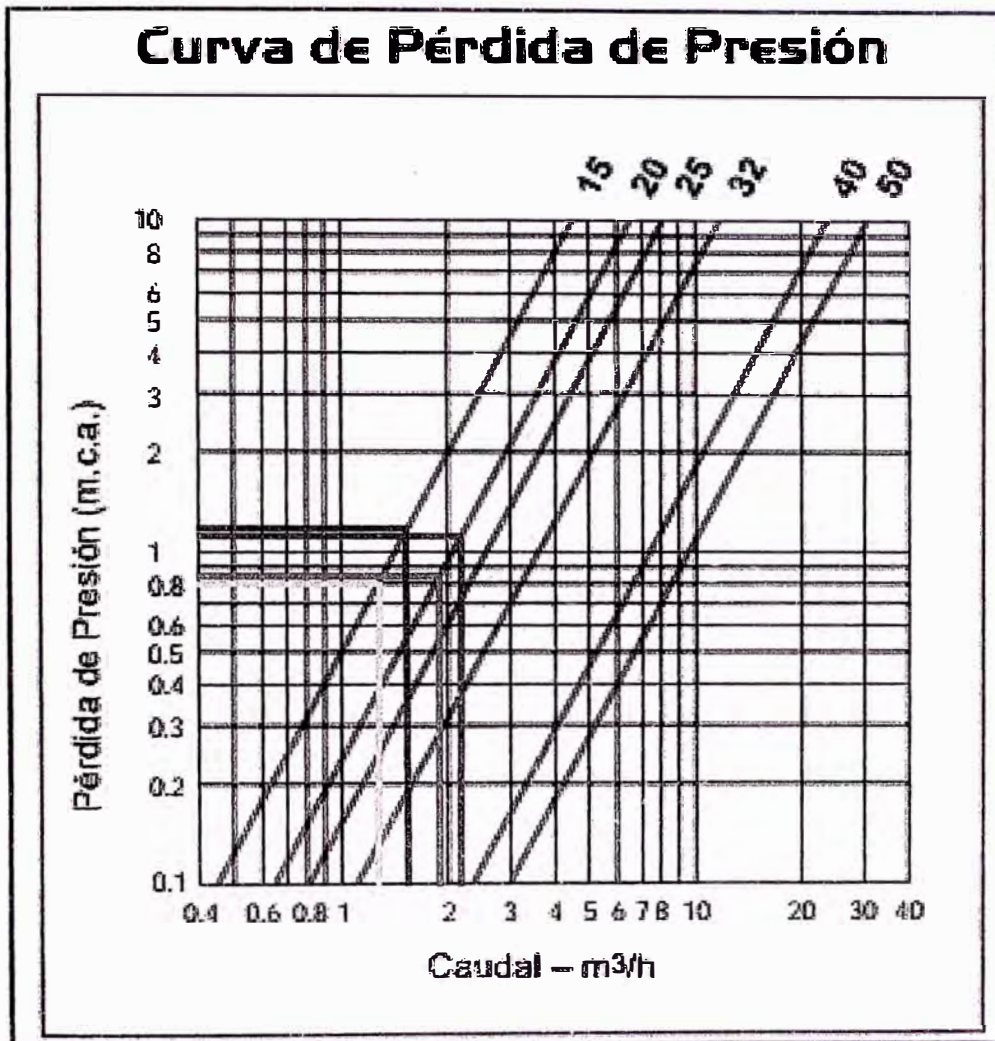




Gráfico 5.5.4.1 – Abaco de pérdida de presión en medidor chorro múltiple



A continuación, se presenta el cálculo del punto más desfavorable, el cálculo de los otros departamentos y SS.HH. de Servicios Generales se encuentran en el anexo VI.

13° Piso  
N.P.T. +34.14

3° Piso  
N.P.T. +6.94

Instantaneo a Gas  
Tipo de Paso  
Cap. 13 Lts/min.

33° Piso  
N.P.T. +88.54

23° Piso  
N.P.T. +61.34

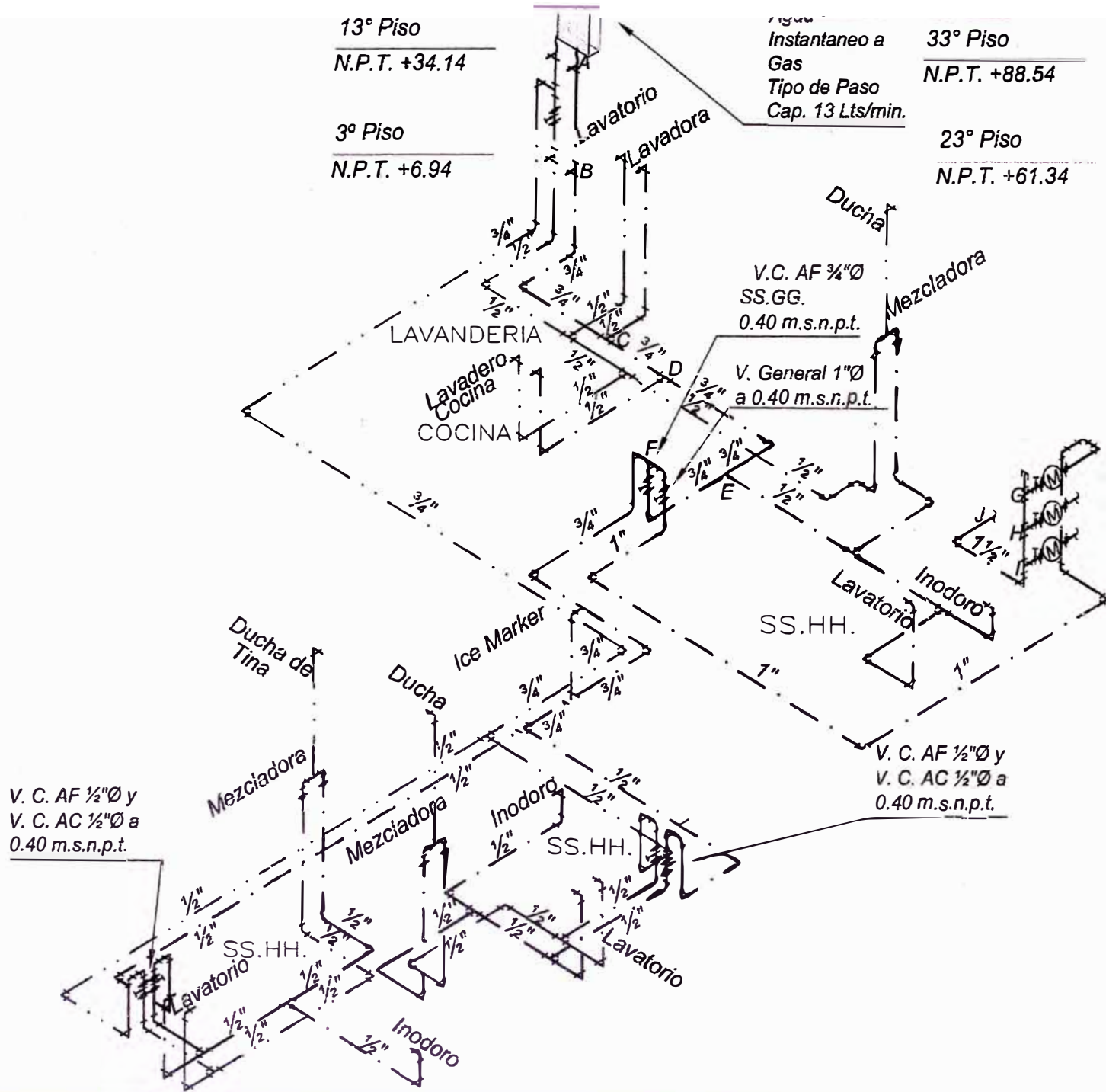


Tabla 5.5.4.1. – Cálculo hidráulico departamento 4

ramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	Nº	hf(m)	hf(m)		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	10.75	10.75	0.217	1/2"	1.05 ok	Codo 90°	1	2	0.056	0.112	1.06	14908	0.0279	0.103	0.461
						Val. Compuerta	0.19	1	0.011	0.011					
						Val. Check	4	1	0.225	0.225					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.011	0.011					
B-C	0.25	11	0.257	3/4"	0.79 ok	Codo 90°	1	2	0.032	0.064	1.99	20560	0.0258	0.048	0.088
						Tee línea	0.6	1	0.019	0.019					
										0.083					
C-D	1	12	0.377	3/4"	1.15 ok	Tee línea	0.6	1	0.040	0.04	0.56	20560	0.0258	0.048	0.088
D-E	1	13	0.400	3/4"	1.22 ok	Codo 90°	1	1	0.076	0.076	1.48	21812	0.0254	0.140	0.261
						Tee línea	0.6	1	0.046	0.046					
										0.121					
E-F	3	16	0.460	3/4"	1.41 ok	Codo 90°	1	1	0.101	0.101	1.18	25209	0.0246	0.144	0.345
						Tee línea	0.6	1	0.061	0.061					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.019	0.019					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.019	0.019					
										0.201					
F-G	4.5	20.5	0.550	1"	1.02 ok	Codo 90°	1	9	0.053	0.477	8.28	23421	0.0250	0.418	1.025
						Tee deriva.	1.8	1	0.095	0.095					
						Val. Compuerta	0.19	2	0.010	0.020					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.013	0.013					
						Medidor				0.606					
G-H	0	20.5	0.550	1.1/2"	0.42 nc	Tee deriva.	1.8	1	0.016	0.016	0.175	15018	0.0278	0.001	0.017
H-I	20.5	41.00	0.930	1.1/2"	0.71 ok	Tee línea	0.6	1	0.015	0.015	0.175	25388	0.0245	0.003	0.018
										0.015					
I-J	20.5	61.5	1.268	1.1/2"	0.97 ok	Codo 90°	1	2	0.048	0.096	0.99	34685	0.0228	0.026	0.160
						Codo de 45°	0.75	0	0.036	0					
						Tee línea	0.6	1	0.029	0.029					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.009	0.009					
										0.134					
<b>Total hf</b>													<b>3.40</b>		



Tabla 5.5.4.2. – Cálculo hidráulico semisótano de centro de lavado

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	Nº	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	6.5	6.5	0.172	1/2"	0.83 ok	Codo 90° Val. Compuerta Val. Check Contracción (D a d) D/d=1.4	1 0.19 4 0.19	3 1 1 1	0.035 0.007 0.140 0.007	0.105 0.007 0.14 0.007	2.04	11784	0.0297	0.131	0.390
B-C	12.5	19	0.520	3/4"	1.59 ok	Codo 90° Tee deriva. Contracción (D a d) D/d=1.4	1 1.8 0.19	1 1 1	0.129 0.232 0.024	0.129 0.232 0.024	0.52	28427	0.0239	0.078	0.464
C-D	6.5	25.5	0.655	1"	1.21 ok	Tee línea	0.6	1	0.045	0.045	0.46	27784	0.0240	0.031	0.076
D-E	3.5	29	0.730	1"	1.35 ok	Tee línea	0.6	1	0.056	0.056	0.59	30998	0.0234	0.049	0.105
E-F	1	30	0.750	1"	1.39 ok	Tee línea	0.6	1	0.059	0.059	0.80	31917	0.0232	0.070	0.129
F-G	1	31	0.770	1"	1.43 ok	Tee línea	0.6	1	0.063	0.063	0.80	32835	0.0231	0.073	0.136
G-H	1	32	0.790	1"	1.47 ok	Tee línea	0.6	1	0.066	0.066	0.800	33754	0.0229	0.077	0.143
H-I	0	32	0.790	1"	1.47 ok	Tee línea	0.6	1	0.066	0.066	0.800	33754	0.0229	0.077	0.143
I-J	0	32	0.790	1"	1.47 ok	Codo 90° Tee deriva. Val. Compuerta Contracción (D a d) D/d=1.6	1 1.8 0.19 0.25	5 1 1 1	0.110 0.198 0.021 0.028	0.551 0.198 0.021 0.028	9.53	33754	0.0229	0.918	1.716
J-K	17	49	1.110	1.1/2"	0.85 ok	Codo 90° Tee línea	1 0.6	2 1	0.037 0.022	0.074 0.022	2.38	30394	0.0235	0.050	0.146
K-L	22	71	1.370	1.1/2"	1.05 ok	Codo 90° Tee deriva.	1 1.8	4 1	0.056 0.101	0.225 0.101	15.37	37545	0.0223	0.473	0.799
L-M	33.5	104.5	1.706	1.1/2"	1.3 ok	Tee deriva.	1.8	1	0.155	0.155	14.27	46484	0.0213	0.642	0.797
J-K	6.5	111	1.758	1.1/2"	1.34 ok	Tee línea	0.6	1	0.055	0.055	4.77	47915	0.0212	0.226	0.281
<b>Total hf</b>														<b>5.32</b>	

### **5.5.5 Cálculo de la línea de impulsión y succión**

Para calcular la línea de impulsión se tendrá para los departamentos que el aparato más desfavorable es el calentador instantáneo a gas que requiere de 3.5 m.c.a. como mínimo para su funcionamiento según catálogo. Partiendo de esa premisa se procede a calcular el diámetro de los alimentadores en el proyecto. Para el caso de los servicios generales el punto más desfavorable es la lavandería ubicada en el semisótano dado que el calentador electrónico requiere de 1 bar <> 10.2 m.c.a. según catálogo.

Figura 5.5.5.1. - Alimentador de agua de alta presión

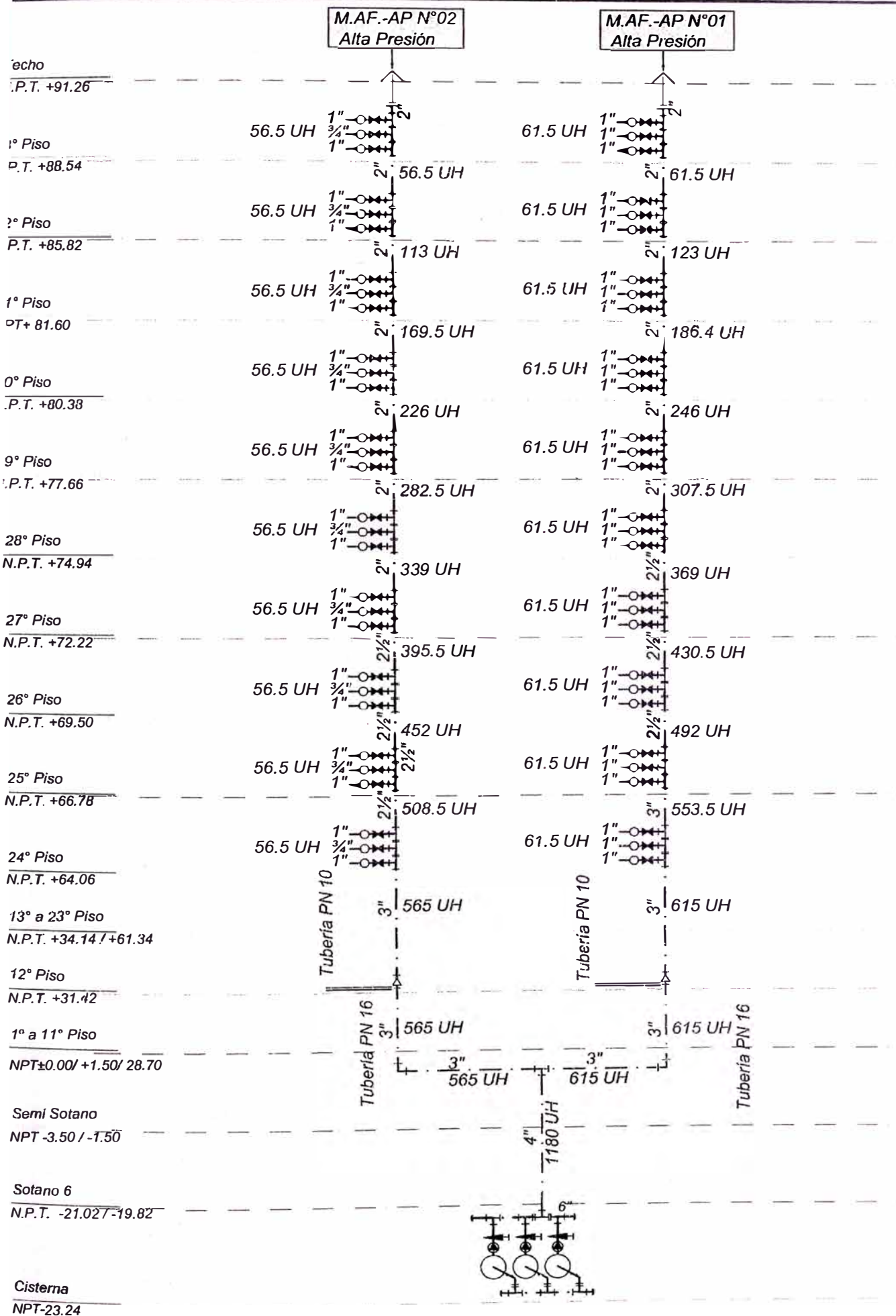


Tabla 5.5.5.1. - Cálculo hidráulico alimentador - MAF AP 1 del 1° hasta 33° piso

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	Nº	hf(m)	hf(m)†		Re	f	hf (m)	hf To.
33°-32°	61.5	61.5	1.268	2"	0.61 ok	Tee deriva.	1.8	1	0.034	0.034	2.72	27479	0.0240	0.024	0.058
										0.034					
32°-31°	61.5	123	1.854	2"	0.89 ok	Tee línea	0.6	1	0.024	0.024	2.72	40092	0.0220	0.047	0.071
										0.024					
31°-30°	61.5	184.5	2.326	2"	1.12 ok	Tee línea	0.6	1	0.038	0.038	2.72	50453	0.0209	0.071	0.109
										0.038					
30°-29°	61.5	246	2.804	2"	1.35 ok	Tee línea	0.6	1	0.056	0.056	2.72	60814	0.0201	0.099	0.154
										0.056					
29°-28°	61.5	307.5	3.339	2"	1.61 ok	Tee línea Contracción (D a d) D/d=1.2	0.6 0.09	1 1	0.079 0.012	0.079 0.012	2.72	72526	0.0193	0.135	0.226
										0.091					
28°-27°	61.5	369	3.629	2.1/2"	1.23 ok	Tee línea	0.6	1	0.046	0.046	2.72	66188	0.0197	0.067	0.114
										0.046					
27°-26°	61.5	430.5	4.199	2.1/2"	1.42 ok	Tee línea	0.6	1	0.062	0.062	2.72	76412	0.0191	0.087	0.149
										0.062					
26°-25°	61.5	492	4.654	2.1/2"	1.57 ok	Tee línea Contracción (D a d) D/d=1.2	0.6 0.09	1 1	0.075 0.011	0.075 0.011	2.72	84484	0.0187	0.104	0.191
										0.087					
25°-24°	61.5	553.5	5.042	3"	1.19 ok	Tee línea	0.6	1	0.043	0.043	2.72	76759	0.0191	0.051	0.094
										0.043					
24°-12°	61.5	615	5.493	3"	1.29 ok	Tee línea Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.6 0.1	1 1	0.051 0.008	0.051 0.008	32.64	83209	0.0187	0.705	0.764
										0.059					
12°-11°	0	615	5.493	3"	1.64 ok	Tee línea	0.6	1	0.082	0.082	2.72	94000	0.0183	0.104	0.186
										0.082					
11°-SS	0	615	5.493	3"	1.64 ok	Codo 90° Contracción (D a d) D/d=1.4	1 0.19	2 1	0.137 0.026	0.274 0.026	46.28	94000	0.0183	1.773	2.074
										0.300					
<b>Total hf</b>														<b>4.19</b>	

Tabla 5.5.5.2. - Cálculo hidráulico alimentador - MAF AP 2 del 1° hasta 33° piso

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	Nº	hf(m)	hf(m)†		Re	f	hf (m)	hf To.
33°-32°	56.5	56.5	1.208	2"	0.58 nc	Tee deriva.	1.8	1	0.031	0.031	2.72	26127	0.0243	0.022	0.053
										0.031					
32°-31°	56.5	113	1.774	2"	0.85 ok	Tee línea	0.6	1	0.022	0.022	2.72	38290	0.0222	0.043	0.065
										0.022					
31°-30°	56.5	169.5	2.216	2"	1.07 ok	Tee línea	0.6	1	0.035	0.035	2.72	48200	0.0211	0.065	0.100
										0.035					
30°-29°	56.5	226	2.630	2"	1.27 ok	Tee línea	0.6	1	0.049	0.049	2.72	57210	0.0203	0.088	0.138
										0.049					
29°-28°	56.5	282.5	3.090	2"	1.49 ok	Tee línea	0.6	1	0.068	0.068	2.72	67120	0.0196	0.118	0.185
										0.068					
28°-27°	56.5	339	3.513	2"	1.69 ok	Tee línea Contracción (D a d) D/d=1.2	0.6 0.09	1 1	0.087 0.013	0.087 0.013	2.72	76130	0.0191	0.147	0.248
										0.100					
27°-26°	56.5	395.5	3.907	2.1/2"	1.32 ok	Tee línea	0.6	1	0.053	0.053	2.72	71031	0.0194	0.076	0.130
										0.053					
26°-25°	56.5	452	4.430	2.1/2"	1.5 ok	Tee línea	0.6	1	0.069	0.069	2.72	80717	0.0189	0.096	0.165
										0.069					
25°-24°	56.5	508.5	4.763	2.1/2"	1.6 ok	Tee línea Contracción (D a d) D/d=1.2	0.6 0.09	1 1	0.079 0.012	0.079 0.012	2.72	86636	0.0186	0.109	0.200
										0.091					
24°-12°	56.5	565	5.116	3"	1.2 ok	Tee línea Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.6 0.1	1 1	0.044 0.007	0.044 0.007	32.64	77404	0.0190	0.620	0.671
										0.051					
12°-11°	0	565	5.116	3"	1.52 ok	Tee línea	0.6	1	0.071	0.071	2.72	87122	0.0186	0.091	0.162
										0.071					
11°-SS	0	565	5.116	3"	1.52 ok	Codo 90° Contracción (D a d) D/d=1.4	1 0.19	1 1	0.118 0.022	0.118 0.022	29.77	87122	0.0186	0.995	1.136
										0.140					
<b>Total hf</b>														<b>3.25</b>	



bla 5.5.5.3. - Cálculo hidráulico alimentador - MAF AP 1 y MAF AP 2 desde el cto. de bombas hasta el semisótano

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)I		Re	f	hf (m)	hf To.
SS CB	1180	1180	8.62	4"	1.72 ok	Codo 90°	1	12	0.151	1.809	66.55	120292	0.0174	2.184	4.113
						Tee línea	0.6	1	0.090	0.09					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.029	0.029					
										1.929					
CB Manif.	0	1180	8.62	4"	1.05 ok	Codo 90°	1	3	0.056	0.169	13.84	94102	0.0237	0.181	0.371
						Val. Compuerta	0.19	1	0.011	0.011					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.011	0.011					
										0.190					
Manif. Impul.	0	0	8.62	6"	0.46 nc	Tee línea	0.6	4	0.006	0.026	0.53	62117	0.0233	0.001	0.046
						Tee deriva.	1.8	1	0.019	0.019					
										0.045					
Impul. Bomb	0	0	3.02	2.1/2"	0.98 ok	Codo 90°	1	1	0.049	0.049	1.30	53834	0.0272	0.028	0.314
						Val. Compuerta	0.19	1	0.009	0.009					
						Val. Check	4	1	0.196	0.196					
						Ensancham. (d a D) D/d=2.5	0.66	1	0.032	0.032					
										0.286					
Succ. Bomb	0	0	3.02	3"	0.63 ok	Val. Compuerta	0.19	1	0.004	0.004	0.75	43022	0.0268	0.005	0.096
						Val. Check	4	1	0.081	0.081					
						Contracción (D a d) D/d=1.8	0.31	1	0.006	0.006					
										0.091					
Manif. Succ.	0	1180	8.62	6"	0.46 nc	Codo 90°	1	3	0.011	0.032	7.35	62117	0.0233	0.012	0.122
						Tee línea	0.6	2	0.006	0.013					
						Tee deriva.	1.8	1	0.019	0.019					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.002	0.002					
						Canastilla	4	1	0.043	0.043					
										0.110					
												<b>Total hf</b>	<b>5.06</b>		



Tabla 5.5.5.4. - Cálculo hidráulico alimentador - MAF MP 1 del 1° hasta 23° piso

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)I		Re	f	hf (m)	hf To.
23°-22°	61.5	61.5	1.268	2"	0.61 ok	Tee deriva.	1.8	1	0.034	0.034	2.72	27479	0.0240	0.024	0.058
										0.034					
22°-21°	61.5	123	1.854	2"	0.89 ok	Tee línea	0.6	1	0.024	0.024	2.72	40092	0.0220	0.047	0.071
										0.024					
21°-20°	61.5	184.5	2.326	2"	1.12 ok	Tee línea	0.6	1	0.038	0.038	2.72	50453	0.0209	0.071	0.109
										0.038					
20°-19°	61.5	246	2.804	2"	1.35 ok	Tee línea	0.6	1	0.056	0.056	2.72	60814	0.0201	0.099	0.154
										0.056					
19°-18°	61.5	307.5	3.339	2"	1.61 ok	Tee línea	0.6	1	0.079	0.079	2.72	72526	0.0193	0.135	0.226
						Contracción (D a d) D/d=1.2	0.09	1	0.012	0.012					
18°-17°	61.5	369	3.629	2.1/2"	1.23 ok	Tee línea	0.6	1	0.046	0.046	2.72	66188	0.0197	0.067	0.114
										0.046					
17°-16°	61.5	430.5	4.199	2.1/2"	1.42 ok	Tee línea	0.6	1	0.062	0.062	2.72	76412	0.0191	0.087	0.149
										0.062					
16°-15°	61.5	492	4.654	2.1/2"	1.57 ok	Tee línea	0.6	1	0.075	0.075	2.72	84484	0.0187	0.104	0.191
						Contracción (D a d) D/d=1.2	0.09	1	0.011	0.011					
15°-14°	61.5	554	5.042	3"	1.2 ok	Tee línea	0.6	1	0.043	0.043	2.72	76759	0.0191	0.051	0.094
										0.043					
14°-2°	61.5	615	5.493	3"	1.29 ok	Tee línea	0.6	1	0.051	0.051	32.64	83209	0.0187	0.705	0.764
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.008	0.008					
2°-1°	0	615	5.493	3"	1.64 ok	Tee línea	0.6	1	0.082	0.082	2.72	94000	0.0183	0.104	0.186
										0.082					
1°-SS	0	615	5.493	3"	1.64 ok	Codo 90°	1	2	0.137	0.274	19.61	94000	0.0183	0.751	1.052
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.026	0.026					
<b>Total hf</b>														<b>3.17</b>	

Tabla 5.5.5.5. - Cálculo hidráulico alimentador - MAF MP 2 del 1° hasta 23° piso

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)I		Re	f	hf (m)	hf To.
23°-22°	56.5	56.5	1.208	2"	0.58 nc	Tee deriva.	1.8	1	0.031	0.031	2.72	26127	0.0243	0.022	0.053
										0.031					
22°-21°	56.5	113	1.774	2"	0.85 ok	Tee línea	0.6	1	0.022	0.022	2.72	38290	0.0222	0.043	0.065
										0.022					
21°-20°	56.5	169.5	2.216	2"	1.07 ok	Tee línea	0.6	1	0.035	0.035	2.72	48200	0.0211	0.065	0.100
										0.035					
20°-19°	56.5	226	2.630	2"	1.27 ok	Tee línea	0.6	1	0.049	0.049	2.72	57210	0.0203	0.088	0.138
										0.049					
19°-18°	56.5	282.5	3.090	2"	1.49 ok	Tee línea	0.6	1	0.068	0.068	2.72	67120	0.0196	0.118	0.185
										0.068					
18°-17°	56.5	339	3.513	2"	1.69 ok	Tee línea	0.6	1	0.087	0.087	2.72	76130	0.0191	0.147	0.248
						Contracción (D a d) D/d=1.2	0.09	1	0.013	0.013					
17°-16°	56.5	395.5	3.907	2.1/2"	1.32 ok	Tee línea	0.6	1	0.053	0.053	2.72	71031	0.0194	0.076	0.130
										0.053					
16°-15°	56.5	452	4.430	2.1/2"	1.5 ok	Tee línea	0.6	1	0.069	0.069	2.72	80717	0.0189	0.096	0.165
										0.069					
15°-14°	56.5	509	4.763	2.1/2"	1.6 ok	Tee línea	0.6	1	0.079	0.079	2.72	86636	0.0186	0.109	0.200
						Contracción (D a d) D/d=1.2	0.09	1	0.012	0.012					
14°-2°	56.5	565	5.116	3"	1.2 ok	Tee línea	0.6	1	0.044	0.044	32.64	77404	0.0190	0.620	0.671
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.007	0.007					
2°-1°	0	565	5.116	3"	1.52 ok	Tee línea	0.6	1	0.071	0.071	2.72	87122	0.0186	0.091	0.162
										0.071					
1°-SS	0	565	5.116	3"	1.52 ok	Codo 90°	1	1	0.118	0.118	2.30	87122	0.0186	0.077	0.217
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.022	0.022					
<b>Total hf</b>														<b>2.33</b>	

Tabla 5.5.5.6. - Cálculo hidráulico alimentador - MAF MP 3 del 1° hasta 23° piso

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
16°-15°	53	53.0	1.166	2"	0.56 nc	Tee deriva.	1.8	1	0.029	0.029	2.72	25226	0.0245	0.021	0.049
										0.029					
15°-14°	53	106	1.718	2"	0.83 ok	Tee línea	0.6	1	0.021	0.021	2.72	37389	0.0224	0.042	0.063
										0.021					
14°-2°	53	159	2.132	2"	1.03 ok	Tee línea Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.6	1	0.032	0.032	32.64	46399	0.0213	0.731	0.769
							0.1	1	0.005	0.005					
										0.038					
2°-1°	0	159	2.132	2"	1.29 ok	Tee línea	0.6	1	0.051	0.051	2.72	51780	0.0208	0.105	0.156
										0.051					
1°-SS	0	159	2.132	2"	1.29 ok	Codo 90° Contracción (D a d) D/d=1.4	1	1	0.085	0.085	16.05	51780	0.0208	0.618	0.719
							0.19	1	0.016	0.016					
										0.101					
														<b>Total hf</b>	<b>1.76</b>

la 5.5.5.7. - Cálculo hidráulico alimentador - MAF MP 1, MAF MP 2 y MAF MP 3 desde el cto. de bombas hasta el semisótano

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
SS SS	1180	1180	8.62	4"	1.72 ok	Codo 90° Tee línea	1	6	0.151	0.905	27.40	120292	0.0174	0.899	1.894
							0.6	1	0.090	0.09					
										0.995					
SS CB	159	1339	9.31	4"	1.86 ok	Codo 90° Contracción (D a d) D/d=1.4	1	6	0.176	1.058	37.64	130083	0.0171	1.422	2.513
							0.19	1	0.034	0.034					
										1.091					
CB Manif.	0	1339	9.31	4"	1.13 ok	Codo 90° Val. Compuerta Contracción (D a d) D/d=1.4	1	3	0.065	0.195	12.89	101272	0.0236	0.194	0.414
							0.19	1	0.012	0.012					
							0.19	1	0.012	0.01					
Manif. Impul.	0	0	9.31	6"	0.5 nc	Tee línea Tee deriva.	0.6	4	0.008	0.031	0.525	67518	0.0232	0.001	0.055
							1.8	1	0.023	0.023					
										0.054					
Impul. Bomb	0	0	3.26	2.1/2"	1.06 ok	Codo 90° Val. Compuerta Val. Check Ensancham. (d a D) D/d=2.5	1	1	0.057	0.057	1.30	58229	0.0270	0.032	0.351
							0.19	1	0.011	0.011					
							4	1	0.229	0.229					
							0.37	1	0.021	0.021					
										0.318					
Succ. Bomb	0	0	3.26	3"	0.68 ok	Val. Compuerta Val. Check Contracción (D a d) D/d=1.8	0.19	1	0.004	0.004	0.75	46437	0.0265	0.006	0.112
							4	1	0.094	0.094					
							0.31	1	0.007	0.007					
										0.106					
Manif. Succ.	0	1339	9.31	6"	0.5 nc	Codo 90° Tee línea Tee deriva. Val. Compuerta Canastilla	1	3	0.013	0.038	8.55	67518	0.0232	0.016	0.169
							0.6	5	0.008	0.038					
							1.8	1	0.023	0.023					
							0.19	1	0.002	0.002					
							4	1	0.051	0.051					
										0.153					
														<b>Total hf</b>	<b>5.51</b>

Figura 5.5.5.3. - Alimentador de agua de baja presión

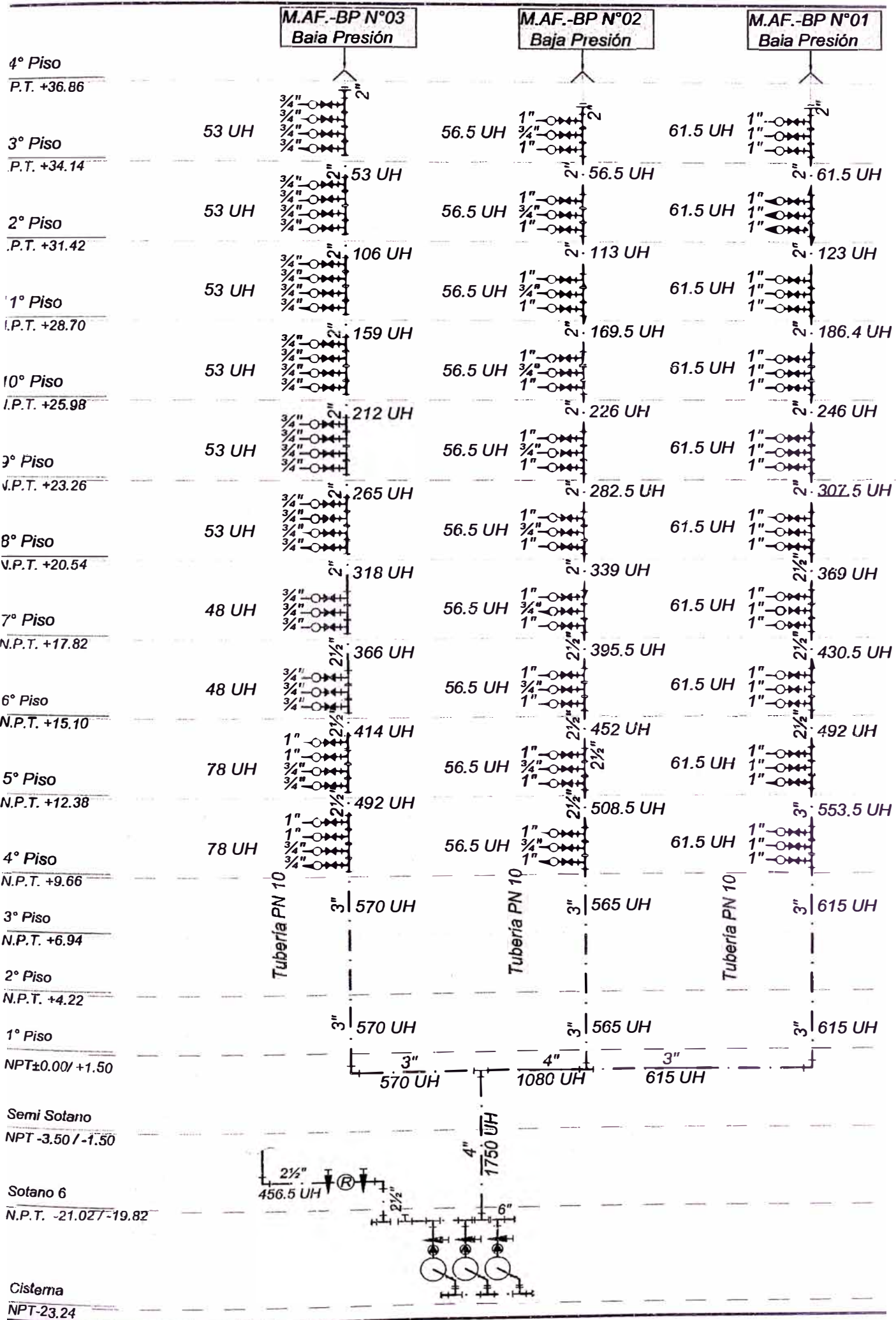


Tabla 5.5.5.8. - Cálculo hidráulico alimentador - MAF BP 1 del 1° hasta 13° piso

ramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios				L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)				
						accesorios	k	N°	hf(m)		hf(m)T	Re	f	hf (m)	hf To.
13°-12°	61.5	61.5	1.268	2"	0.61 ok	Tee deriva.	1.8	1	0.034	0.034	2.72	27479	0.0240	0.024	0.058
										0.034					
12°-11°	61.5	123	1.854	2"	0.89 ok	Tee línea	0.6	1	0.024	0.024	2.72	40092	0.0220	0.047	0.071
										0.024					
11°-10°	61.5	184.5	2.326	2"	1.12 ok	Tee línea	0.6	1	0.038	0.038	2.72	50453	0.0209	0.071	0.109
										0.038					
10°-9°	61.5	246	2.804	2"	1.35 ok	Tee línea	0.6	1	0.056	0.056	2.72	60814	0.0201	0.099	0.154
										0.056					
9°-8°	61.5	307.5	3.339	2"	1.61 ok	Tee línea	0.6	1	0.079	0.079	2.72	72526	0.0193	0.135	0.226
						Contracción (D a d) D/d=1.2	0.09	1	0.012	0.012					
										0.091					
8°-7°	61.5	369	3.629	2.1/2"	1.23 ok	Tee línea	0.6	1	0.046	0.046	2.72	66188	0.0197	0.067	0.114
										0.046					
7°-6°	61.5	430.5	4.199	2.1/2"	1.42 ok	Tee línea	0.6	1	0.062	0.062	2.72	76412	0.0191	0.087	0.149
										0.062					
6°-5°	61.5	492	4.654	2.1/2"	1.57 ok	Tee línea	0.6	1	0.075	0.075	2.72	84484	0.0187	0.104	0.191
						Contracción (D a d) D/d=1.2	0.09	1	0.011	0.011					
										0.087					
5°-4°	61.5	554	5.042	3"	1.2 ok	Tee línea	0.6	1	0.043	0.043	2.72	76759	0.0191	0.051	0.094
										0.043					
4°-2°	61.5	615	5.493	3"	1.29 ok	Tee línea	0.6	1	0.051	0.051	5.44	83209	0.0187	0.118	0.176
						Ensam. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.008	0.008					
										0.059					
2°-1°	0	615	5.493	3"	1.29 ok	Tee línea	0.6	1	0.051	0.051	2.72	83209	0.0187	0.059	0.110
										0.051					
1°-SS	0	615	5.493	3"	1.29 ok	Codo 90°	1	2	0.085	0.17	20.20	83209	0.0187	0.436	0.622
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.016	0.016					
										0.186					
<b>Total hf</b>														<b>2.07</b>	

Tabla 5.5.5.9. - Cálculo hidráulico alimentador - MAF BP 2 del 1° hasta 13° piso

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios				L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)				
						accesorios	k	N°	hf(m)		hf(m)T	Re	f	hf (m)	hf To.
13°-12°	56.5	56.5	1.208	2"	0.58 nc	Tee deriva.	1.8	1	0.031	0.031	2.72	26127	0.0243	0.022	0.053
										0.031					
12°-11°	56.5	113	1.774	2"	0.85 ok	Tee línea	0.6	1	0.022	0.022	2.72	38290	0.0222	0.043	0.065
										0.022					
11°-10°	56.5	169.5	2.216	2"	1.07 ok	Tee línea	0.6	1	0.035	0.035	2.72	48200	0.0211	0.065	0.100
										0.035					
10°-9°	56.5	226	2.630	2"	1.27 ok	Tee línea	0.6	1	0.049	0.049	2.72	57210	0.0203	0.088	0.138
										0.049					
9°-8°	56.5	282.5	3.090	2"	1.49 ok	Tee línea	0.6	1	0.068	0.068	2.72	67120	0.0196	0.118	0.185
										0.068					
8°-7°	56.5	339	3.513	2"	1.69 ok	Tee línea	0.6	1	0.087	0.087	2.72	76130	0.0191	0.147	0.248
						Contracción (D a d) D/d=1.2	0.09	1	0.013	0.013					
										0.100					
7°-6°	56.5	395.5	3.907	2.1/2"	1.32 ok	Tee línea	0.6	1	0.053	0.053	2.72	71031	0.0194	0.076	0.130
										0.053					
6°-5°	56.5	452	4.430	2.1/2"	1.5 ok	Tee línea	0.6	1	0.069	0.069	2.72	80717	0.0189	0.096	0.165
										0.069					
5°-4°	56.5	509	4.763	2.1/2"	1.6 ok	Tee línea	0.6	1	0.079	0.079	2.72	86636	0.0186	0.109	0.200
						Contracción (D a d) D/d=1.2	0.09	1	0.012	0.012					
										0.091					
4°-2°	56.5	565	5.116	3"	1.2 ok	Tee línea	0.6	1	0.044	0.044	5.44	77404	0.0190	0.103	0.154
						Ensam. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.007	0.007					
										0.051					
2°-1°	0	565	5.116	3"	1.2 ok	Tee línea	0.6	1	0.044	0.044	2.72	77404	0.0190	0.052	0.096
										0.044					
1°-SS	0	565	5.116	3"	1.2 ok	Codo 90°	1	1	0.073	0.073	2.05	77404	0.0190	0.039	0.126
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.014	0.014					
										0.087					
<b>Total hf</b>														<b>1.66</b>	

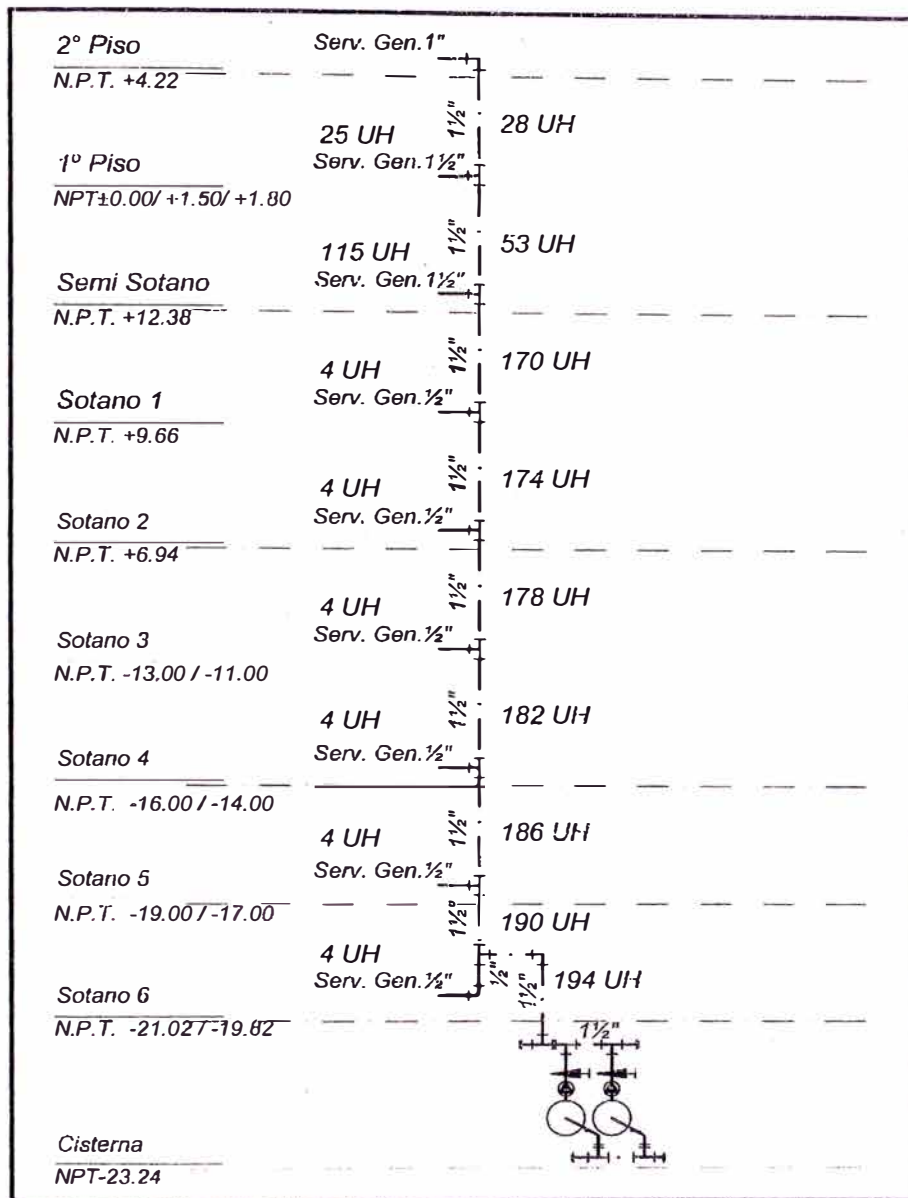
Tabla 5.5.5.10. - Cálculo hidráulico alimentador - MAF BP 3 del 1° hasta 13° piso

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
13°-12°	53	53	1.166	2"	0.56 nc	Tee deriva.	1.8	1	0.029	0.029	2.72	25226	0.0245	0.021	0.049
										0.029					
12°-11°	53	106	1.718	2"	0.83 ok	Tee línea	0.6	1	0.021	0.021	2.72	37389	0.0224	0.042	0.063
										0.021					
11°-10°	53	159	2.132	2"	1.03 ok	Tee línea	0.6	1	0.032	0.032	2.72	46399	0.0213	0.061	0.093
										0.032					
10°-9°	53	212	2.544	2"	1.23 ok	Tee línea	0.6	1	0.046	0.046	2.72	55408	0.0205	0.084	0.130
										0.046					
9°-8°	53	265	2.950	2"	1.42 ok	Tee línea	0.6	1	0.062	0.062	2.72	63967	0.0198	0.108	0.170
										0.062					
8°-7°	53	318	3.365	2"	1.62 ok	Tee línea	0.6	1	0.080	0.080	2.72	72976	0.0193	0.137	0.229
						Contracción (D a d) D/d=1.2	0.09	1	0.012	0.012					
										0.092					
7°-6°	48	366.0	3.618	2.1/2"	1.22 ok	Tee línea	0.6	1	0.046	0.046	2.72	65650	0.0197	0.066	0.112
										0.046					
6°-5°	48	414	4.075	2.1/2"	1.38 ok	Tee línea	0.6	1	0.058	0.058	2.72	74259	0.0192	0.083	0.141
										0.058					
5°-4°	78	492	4.654	2.1/2"	1.6 ok	Tee línea	0.6	1	0.075	0.075	2.72	84484	0.0187	0.104	0.191
						Contracción (D a d) D/d=1.2	0.09	1	0.011	0.011					
										0.087					
4°-2°	78	570	5.148	3"	1.21 ok	Tee línea	0.6	1	0.045	0.045	5.44	73049	0.0190	0.105	0.157
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.007	0.007					
										0.052					
2°-1°	0	570	5.148	3"	1.21 ok	Tee línea	0.6	1	0.045	0.045	2.72	78049	0.0190	0.052	0.097
										0.045					
1°-SS	0	570	5.148	3"	1.21 ok	Codo 90°	1	1	0.075	0.075	18.15	78049	0.0190	0.350	0.438
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.014	0.014					
										0.089					
														<b>Total hf</b>	<b>1.87</b>

Tabla 5.5.5.11 - Cálculo hidráulico alimentador - MAF BP 1, MAF BP 2 y MAF BP 3 desde el cto. de bombas hasta el semisótano

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
SS SS	1180	1180	8.62	4"	1.35 ok	Codo 90°	1	6	0.093	0.557	27.01	106483	0.0178	0.496	1.109
						Tee línea	0.6	1	0.056	0.06					
SS CB	570	1750	11.07	4"	1.74 ok	Codo 90°	1	6	0.154	0.926	37.18	137245	0.0169	1.078	2.033
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.029	0.029					
										0.955					
CB Manif.	0	1750	11.07	4"	1.35 ok	Codo 90°	1	3	0.093	0.279	11.70	120988	0.0233	0.248	0.562
						Val. Compuerta	0.19	1	0.018	0.018					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.018	0.018					
Manif. Impul.	456.5	2206.5	13.03	6"	0.7 ok	Tee línea	0.6	4	0.015	0.06	0.525	94525	0.0222	0.002	0.107
						Tee deriva.	1.8	1	0.045	0.045					
Impul. Bomb	0	0	4.56	2.1/2"	1.48 ok	Codo 90°	1	1	0.112	0.112	1.30	81301	0.0264	0.061	0.682
						Val. Compuerta	0.19	1	0.021	0.021					
						Val. Check	4	1	0.447	0.447					
						Ensancham. (d a D) D/d=2.5	0.37	1	0.041	0.041					
Succ. Bomb	0	0	4.56	3"	0.96 ok	Val. Compuerta	0.19	1	0.009	0.009	0.75	65558	0.0257	0.012	0.223
						Val. Check	4	1	0.168	0.188					
						Contracción (D a d) D/d=1.8	0.31	1	0.015	0.015					
Manif. Succ.	0	1750	11.07	6"	0.59 nc	Codo 90°	1	3	0.018	0.053	9.79	79671	0.0226	0.025	0.270
						Tee línea	0.6	8	0.011	0.085					
						Tee deriva.	1.8	1	0.032	0.032					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.003	0.003					
						Canastilla	4	1	0.071	0.071					
														<b>Total hf</b>	<b>4.99</b>

Figura 5.5.5.4. - Alimentador de Servicios Generales



### la 5.5.5.12 - Cálculo hidráulico alimentador – Servicios Generales desde el cto. de bombas hasta al techo de semisótano

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios				L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)				
						accesorios	k	N°	hf(m)		hf(m)T	Re	f	hf (m)	hf To.
Techo SS - piso SS	166	166	2.188	1.1/2"	1.67 ok	Codo 90°	1	1	0.142	0.142	5.92	59715	0.0202	0.416	0.849
						Tee deriva.	1.8	1	0.256	0.256					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.036	0.036					
										0.434					
piso SS - 1°S	4	170	2.220	1.1/2"	1.7 ok	Tee línea	0.6	1	0.088	0.088	3.000	60787	0.0201	0.217	0.306
									0.088						
1°S-2°S	4	174	2.248	1.1/2"	1.72 ok	Tee línea	0.6	1	0.090	0.090	3.000	61502	0.0200	0.222	0.313
2°S-3°S	4	178	2.276	1.1/2"	1.74 ok	Tee línea	0.6	1	0.093	0.093	3.50	62218	0.0200	0.264	0.357
3°S-4°S	4	182	2.306	1.1/2"	1.76 ok	Tee línea	0.6	1	0.095	0.095	3.00	62933	0.0199	0.231	0.326
4°S-5°S	4	186	2.338	1.1/2"	1.79 ok	Tee línea	0.6	1	0.098	0.098	3.00	64006	0.0199	0.238	0.336
5°S-6°S	4	190	2.370	1.1/2"	1.81 ok	Tee línea	0.6	1	0.100	0.100	0.90	64721	0.0198	0.073	0.173
6°S - CB	4	194	2.402	1.1/2"	1.84 ok	Codo 90°	1	1	0.173	0.173	29.96	65793	0.0197	2.501	3.000
						Tee deriva.	1.8	1	0.311	0.311					
						Contracción (D a d) D/d=1.2	0.09	1	0.016	0.016					
										0.499					
<b>Total hf</b>											<b>5.66</b>				



a 5.5.5.13 - Cálculo hidráulico alimentador – Servicios Generales desde la succión a la salida del cto. de bombas

mó	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	Nº	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
B nif.	194	194	2.402	1.1/2"	1.82 ok	Codo 90°	1	2	0.169	0.338	6.19	65302	0.0294	0.751	1.152
						Val. Compuerta	0.19	1	0.032	0.032					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.032	0.032					
									0.402						
anif. pul.	0	194	2.402	2"	1.11 ok	Tee deriva.	1.8	2	0.113	0.226	0.13	51053	0.0283	0.004	0.230
									0.226						
pul. mb.	0	194	0.721	1.1/4"	0.75 ok	Val. Compuerta	0.19	1	0.005	0.005	0.75	23058	0.0329	0.020	0.143
						Val. Check	4	1	0.115	0.115					
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.003	0.003					
									0.123						
ucc. mb.	0	194	0.721	1.1/4"	0.75 ok	Val. Compuerta	0.19	1	0.005	0.005	0.30	23058	0.0329	0.008	0.021
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.007	0.007					
									0.013						
anif. ucc.	0	194	2.402	2"	1.11 ok	Codo 90°	1	3	0.063	0.188	6.22	51053	0.0283	0.211	0.888
						Tee deriva.	1.8	2	0.113	0.226					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.012	0.012					
						Canastilla	4	1	0.251	0.251					
									0.678						
<b>Total hf</b>													<b>2.43</b>		

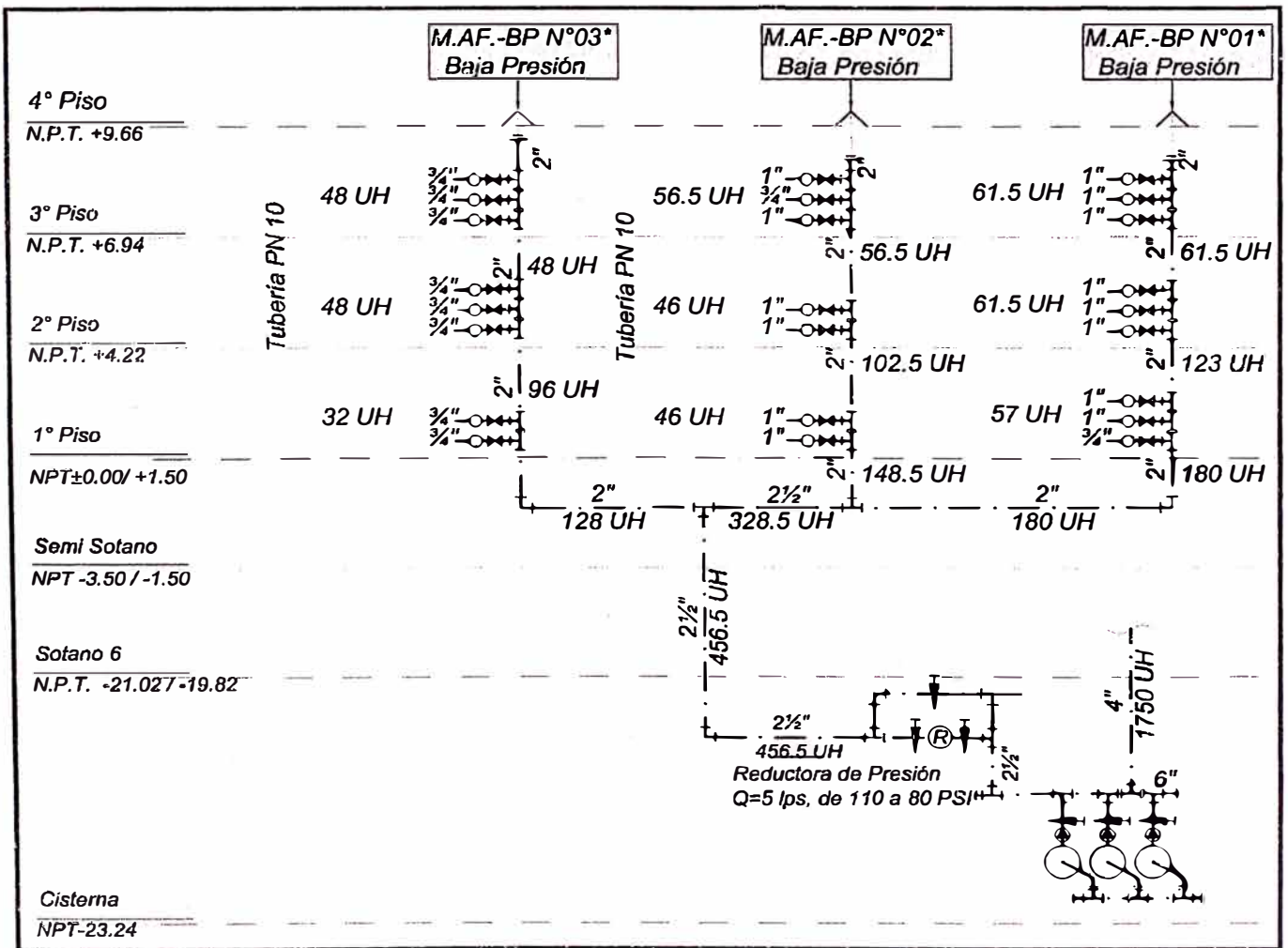
### 5.5.6 Válvula reductora de presión

Para proceder a dimensionar los valores de caudal y presión de la válvula reductora de presión es necesario tomar en cuenta que la ubicación es en el cuarto de bombas a la salida de la línea de impulsión.

El valor del caudal se calcula en la tabla 5.5.6.3 y las pérdidas de carga se calculan de acuerdo con la tabla 5.5.7.1

Por lo tanto, la válvula reductora tendrá una presión de salida de 55 m.c.a. y una caudal de 5 lps.

**Figura 5.5.6.1. - Alimentador de Baja presión Válvula Reductora de Presión**





a 5.5.6.4. - Cálculo hidráulico alimentador - MAF BP 1(\*), MAF BP 2(\*) y MAF BP 3(\*) desde el cto. de bombas hasta el semisótano

nd	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios				L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)				
						accesorios	k	N°	hf(m)		hf(m)T	Re	f	hf (m)	hf To.
3	328.5	328.5	3.44	2.1/2"	1.16 ok	Codo 90°	1	6	0.069	0.411	27.59	62421	0.0199	0.615	1.067
						Tee línea	0.6	1	0.041	0.04					
3	128	456.5	4.46	2.1/2"	1.51 ok	Codo 90°	1	6	0.116	0.697	36.52	81255	0.0188	1.303	2.022
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.022	0.022					
3 nif.	0	456.5	4.46	2.1/2"	1.45 ok	Codo 90°	1	5	0.107	0.536	11.03	79653	0.0264	0.498	2.592
						Tee deriva.	1.8	2	0.193	0.386					
						Val. Compuerta VRP	0.19	3	0.020	0.061					
						Contracción (D a d) D/d=2.5	10	1	1.072	1.072					
nif. ul.	1750	2206.5	13.03	6"	0.7 ok	Tee línea	0.6	4	0.015	0.06	0.960	94525	0.0222	0.003	0.153
						Tee deriva.	1.8	2	0.045	0.090					
ul. nb	0	0	4.56	2.1/2"	1.48 ok	Codo 90°	1	1	0.112	0.112	1.30	81301	0.0264	0.061	0.682
						Val. Compuerta	0.19	1	0.021	0.021					
						Val. Check	4	1	0.447	0.447					
						Ensancham. (d a D) D/d=2.5	0.37	1	0.041	0.041					
oc. nb	0	0	4.56	3"	0.96 ok	Val. Compuerta	0.19	1	0.009	0.009	0.75	65558	0.0257	0.012	0.223
						Val. Check	4	1	0.188	0.188					
						Contracción (D a d) D/d=1.8	0.31	1	0.015	0.015					
nif. cc.	0	457	4.46	6"	0.24 nc	Codo 90°	1	3	0.003	0.009	9.10	32409	0.0256	0.004	0.041
						Tee línea	0.6	6	0.002	0.011					
						Tee deriva.	1.8	1	0.005	0.005					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.001	0.001					
						Canastilla	4	1	0.012	0.012					
										0.037					
<b>Total hf</b>													<b>6.78</b>		

### 5.5.7 Altura dinámica total y NPSH

En la tabla 5.5.7.2 se ha realizado el cálculo de la altura dinámica total de todas las zonas de presión. Para evitar el golpe de ariete en las bombas se utilizará válvulas compuertas y válvula check de cierre lento en la salida de la línea de impulsión.

Para el cálculo de la carga neta positiva de succión (NPSH) utilizaremos la siguiente fórmula, dado que las cisternas son de succión positiva.

$$NPSH_d = \frac{P_{atm} - P_{vap.}}{\gamma} + (N_{mín} - N_{eje}) - h_{f_{succión}}$$

donde:

- Temperatura de agua 15°C
- NPSH<sub>d</sub>: carga neta positiva de succión disponible.
- P atm: presión atmosférica en m H<sub>2</sub>O.
- $\gamma$ : gravedad específica
- P<sub>vapor</sub>: presión de vapor de agua
- N<sub>eje</sub>: nivel de eje de la bomba
- N<sub>mín</sub>: cota de nivel mínimo de agua en la cisterna
- h<sub>f<sub>succión</sub></sub>: pérdida de carga de succión según valor de tabla

Calculamos para el sistema de alta presión:

$$NPSH_d = \frac{10.09 - 0.17}{0.9991} + (-23.24 - (-22.88)) - h_{f_{succión}}$$

$$NPSH_d = 9.35m$$

De acuerdo con el catálogo de bomba el NPSH<sub>r</sub> requerido es 2.58 m, se le adiciona un margen de 0.5 m de acuerdo a recomendación de fabricante.

$$NPSH_r = 3.08 < NPSH_d = 9.35 m$$

Debido a que el NPSH requerido es menor que el NPSH disponible se comprueba que no hay cavitación, por lo tanto, se concluye que no hay cavitación en la tubería de succión para el sistema de alta presión.

Para los demás cálculos del NPSH ver tabla 5.5.7.1, donde se puede concluir que no hay cavitación en ninguno de los sistemas de presión.

**Tabla 5.5.7.1 - Cálculo de NPSH de todos los sistemas**

Descripción	Gravedad específica	Patm	Pvapor	Nmin	Neje	Hfsuc	NPSH(d)	NPSH(r)
Alta presión	0.9991	10.092	0.17	-23.24	-22.88	0.218	9.35	3.08
Media	0.9991	10.092	0.17	-23.24	-22.88	0.281	9.29	3.44
Baja presión	0.9991	10.092	0.17	-23.24	-22.88	0.493	9.08	2.01
SS.GG.	0.9991	10.092	0.17	-21.29	-22.88	0.909	10.61	2.43

Por lo tanto, de la siguiente tabla se puede deducir que no hay cavitación en ningún sistema.

Tabla 5.5.7.2 - Cálculo de altura dinámica total del proyecto

Tipo	Descripción	Ambiente	Ps (m)	Hfac (m)	Hfc (m)	Hfaf (m)	Hfali (m)	Hfimp (m)	h (m)	ADT (m)
Grupo 1	Alta presión	Dep 331	2.00	2.32	3.50	3.93	3.25	5.06	113.88	133.95
		Dep 332	2.00	1.98	3.50	3.47	4.19	5.06	113.88	134.09
		Dep 333	2.00	2.15	3.50	3.38	4.19	5.06	113.88	134.16
		Dep 334	2.00	2.25	3.50	3.40	4.19	5.06	113.88	134.28
		Dep 335	2.00	2.01	3.50	3.73	3.25	5.06	113.88	133.43
		Dep 336	2.00	0.00	0.00	4.24	3.25	5.06	113.88	128.44
Grupo 2	Media presión	Dep 231	2.00	2.32	3.50	3.93	2.33	5.51	84.58	104.18
		Dep 232	2.00	1.98	3.50	3.47	3.17	5.51	84.58	104.21
		Dep 233	2.00	2.15	3.50	3.38	3.17	5.51	84.58	104.29
		Dep 234	2.00	2.25	3.50	3.40	3.17	5.51	84.58	104.41
		Dep 235	2.00	2.01	3.50	3.73	2.33	5.51	84.58	103.66
		Dep 236	2.00	0.00	0.00	4.24	2.33	5.51	84.58	98.66
Grupo 3	Baja presión	Dep 131	2.00	2.32	3.50	3.93	1.66	4.99	56.48	74.88
		Dep 132	2.00	1.98	3.50	3.47	2.07	4.99	59.48	77.50
		Dep 133	2.00	2.15	3.50	3.38	2.07	4.99	59.48	77.57
		Dep 134	2.00	2.25	3.50	3.40	2.07	4.99	59.48	77.69
		Dep 135	2.00	2.01	3.50	3.73	1.66	4.99	59.48	77.37
		Dep 136	2.00	0.00	0.00	4.24	1.87	3.88	59.48	71.47
		Dep 137	2.00	1.36	0.00	2.81	1.87	3.88	59.48	71.39
		Dep 138	2.00	1.84	3.50	4.79	1.87	3.88	59.48	77.35
		Dep 139	2.00	1.81	3.50	5.13	1.87	3.88	59.48	77.67
		Dep 1310	2.00	0.00	0.00	4.24	1.66	4.99	59.48	72.37
	Válvula Reductora de presión	Dep 31	2.00	2.32	3.50	3.93	0.21	6.78	32.28	51.03
		Dep 32	2.00	1.98	3.50	3.47	0.78	6.78	32.28	50.80
		Dep 33	2.00	2.15	3.50	3.38	0.78	6.78	32.28	50.87
		Dep 34	2.00	2.25	3.50	3.40	0.78	6.78	32.28	50.99
		Dep 35	2.00	2.01	3.50	3.73	0.21	6.78	32.28	50.51
		Dep 36	2.00	1.89	3.50	4.51	0.47	5.71	32.28	50.37
		Dep 37	2.00	2.52	3.50	4.45	0.47	5.71	32.28	50.93
		Dep 38	2.00	0.00	3.50	0.00	0.47	5.71	32.28	43.96
		Dep 39	2.00	0.00	0.00	4.24	0.21	6.78	32.28	45.51
Grupo 4	SS.GG.	2° piso	2.00	0.00	0.00	1.78	6.99	2.43	30.86	44.07
		1° piscina	2.00	2.58	3.50	4.33	5.66	2.43	27.14	47.64
		1° SSGG	9.86	0.00	0.00	0.94	6.21	2.43	26.04	45.49
		Lavandería	2.00	1.80	10.20	5.57	5.66	2.43	23.24	50.91

Donde:

- $P_s$ : Presión de salida
- $H_{fac}$ : pérdida de carga en el punto más desfavorable de agua caliente.
- $H_{fc}$ : pérdida de carga en el calentador.
- $H_{faf}$ : pérdida de carga en el punto más desfavorable de agua fría.
- $H_{fali}$ : pérdida de carga en el alimentador.
- $H_{fimp}$ : pérdida de carga en la línea de impulsión.
- h: altura estática.
- ADT: Altura dinámica total.

### 5.5.8 Potencia del equipo

Para calcular la potencia en HP de los sistemas de bombeo se hará por la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\gamma Q(ADT)}{75n}$$

donde:

- $\gamma$ : Peso específico del agua=1 Kg/l
- ADT: Altura dinámica total (m)
- n: eficiencia de sistema de bombeo (de acuerdo con el fabricante)
- Q: Caudal de bombeo en (l/s)

En la tabla 5.5.9.1 se ha muestra un resumen de las potencias teóricas de los equipos a utilizar en el proyecto, asimismo la potencia de acuerdo con catálogo. Las curvas de las bombas se encuentran en los anexos.

**Tabla 5.5.9.1 - Cálculo de las potencias del proyecto**

Tipo	Descripción	N° de bombas	lps	c/u	m3/hr	ADT (m)	n	Potencia (HP)	Potencia Catálogo (HP)
Grupo 1	Alta presión	3	8.62	3.02	10.86	134.28	0.69	7.90	7.72
Grupo 2	Media presión	3	9.31	3.26	11.73	104.41	0.70	6.50	6.40
Grupo 3	Baja presión	3	13.03	4.56	16.42	77.69	0.72	6.60	6.50
Grupo 4	SS.GG.	2	2.41	1.45	5.21	50.91	0.57	1.80	2.82

### 5.5.9 Características del equipo de bombeo

#### 5.5.9.1 Equipo de bombeo para agua fría N° 1 (Alta Presión)

Estará conformado por los siguientes elementos:



### 5.5.9.1.1 Electrobombas

Tres (3) electrobombas centrífugas del tipo Multi etapas Verticales, cuerpo de bomba, rejilla de protección, eje e impulsores de acero inoxidable, impulsores maquinado y balanceado dinámicamente, eje de acero inoxidable, con sello mecánico de carbón y cerámica, acoplada directamente a motor eléctrico trifásico, tipo "Jaula de Ardilla", para 220 voltios y 60 ciclos, para una temperatura ambiente de 40°C, todo el conjunto sólidamente construido deberá cumplir con las características hidráulicas siguientes:

-	Líquido a bombear	agua limpia
-	Caudal	3.02 LPS
-	Altura Dinámica Total	134.28 m
-	Diámetro Succión:	2" Ø
-	Diámetro de impulsión	2"Ø
-	HP aproximado	7.90

### 5.5.9.1.2 Tablero de control

Gabinete mural adosado para el sistema de Presión Constante, para tres bombas de 7.90 HP, trifásico, 220 V, 60 Hz.; fabricado en plancha de acero laminado al frío LAF, acabado interior y exterior en color Beige, secado al horno; puerta abisagrada con chapa; cableado convenientemente; conformado por:

- Un (1) interruptor de fusibles tipo palanca de 3 x 150 A. Externo
- Un (1) interruptor termo magnético general de 3x150 A Opcional
- Tres (3) Interruptores termo magnéticos de 3x30 A
- Tres (3) Variadores de velocidad
- Un (1) PLC
- Una (1) Tarjeta electrónica para funcionamiento de bombas en cascada
- Un (1) voltímetro
- Un (1) conmutador de fase RST
- Cuatro (4) conmutadores de funcionamiento M o A.

- Un (1) Juego de luces LED
- Un (1) transmisor de presión.

El tablero de control deberá estar convenientemente cableado para que el funcionamiento de las Electro bombas se realice alternando y/o simultáneamente las electrobombas, cada una de las electrobombas cubre el 35% del caudal en MD por lo que en caso de falla de una de ellas se contará con el 70% de la MD probable.

El funcionamiento de la primera bomba se produce con la caída de presión de la línea incrementando el caudal hasta que la demanda supere el 35% de la MDS (100% capacidad de la bomba) en ese momento se enclava la segunda electro bomba hasta suplir la necesidad y si fuere necesario entrará en funcionamiento la tercera; el desenclave se produce cuando la demanda disminuye y continúa hasta que esta se hace prácticamente 0 y sensor de presión ordena la desconexión de los equipos.

El tablero debe estar programado para que la primera semana, primera bomba (Bomba1) cubra el 35 % de la demanda. Y luego entre la segunda bomba (Bomba2) y luego la tercera (Bomba3). La segunda semana, la bomba 2 iniciara la marcha luego la bomba 3 y finalmente la bomba 3, esto de acuerdo con la demanda que requiera. La tercera semana la bomba3 iniciara la marcha y luego la bomba 1 para culminar con la bomba 3.

#### **5.5.9.2 Equipo de bombeo para agua fría N° 2 (Media Presión)**

Estará conformado por los siguientes elementos:

##### **5.5.9.2.1 Electrobombas**

Tres (3) electrobombas centrífugas del tipo Multi etapas Verticales, cuerpo de bomba, rejilla de protección, eje e impulsores de acero inoxidable, impulsores maquinado y balanceado dinámicamente, eje de acero inoxidable, con sello mecánico de carbón y cerámica, acoplada directamente a motor eléctrico trifásico,

tipo "Jaula de Ardilla", para 220 voltios y 60 ciclos, para una temperatura ambiente de 40 °C, todo el conjunto sólidamente construido deberá cumplir con las características hidráulicas siguientes:

-	Líquido a bombear	agua limpia
-	Caudal	3.26 LPS
-	Altura Dinámica Total	104.41 m
-	Diámetro Succión:	2" Ø
-	Diámetro de impulsión	2"Ø
-	HP aproximado	6.50

#### **5.5.9.2.2 Tablero de control**

IDEM al tablero de control de alta presión.

#### **5.5.9.3 Equipo de bombeo para agua fría N° 3 (Baja Presión)**

Estará conformado por los siguientes elementos:

##### **5.5.9.3.1 Electrobombas**

Tres (3) electrobombas centrífugas del tipo Multi etapas Verticales, cuerpo de bomba, rejilla de protección, eje e impulsores de acero inoxidable, impulsores maquinado y balanceado dinámicamente, eje de acero inoxidable, con sello mecánico de carbón y cerámica, acoplada directamente a motor eléctrico trifásico, tipo "Jaula de Ardilla", para 220 voltios y 60 ciclos, para una temperatura ambiente de 40 °C, todo el conjunto sólidamente construido deberá cumplir con las características hidráulicas siguientes:

-	Líquido a bombear	agua limpia
-	Caudal	4.56 LPS
-	Altura Dinámica Total	77.69 m
-	Diámetro Succión:	2" Ø
-	Diámetro de impulsión	2" Ø
-	HP aproximado	6.60

### 5.5.9.3.2 Tablero de control

IDEM al tablero de control de alta presión.

### 5.5.9.4 Equipo de bombeo para servicios generales

Estará conformado por los siguientes elementos:

#### 5.5.9.4.1 Electrobombas

Dos (2) unidades centrífugas del tipo Multietápicas o Multicelulares, Horizontales, cuerpo de bomba, rejilla de protección, eje e impulsores de acero inoxidable, impulsores maquinado y balanceado dinámicamente, eje de acero inoxidable, con sello mecánico de carbón y cerámica, acoplada directamente a motor eléctrico trifásico, tipo "Jaula de Ardilla", para 220 voltios y 60 ciclos, para una temperatura ambiente de 40 °C; Las electro bombas podrán trabajar en simultáneo; todo el conjunto sólidamente construido deberá cumplir con las características hidráulicas siguientes:

-	Líquido a bombear	agua limpia
-	Caudal	1.45 LPS
-	Altura Dinámica Total	38.00 m
-	Diámetro Succión:	1" Ø
-	Diámetro de impulsión	1" Ø
-	HP aproximado	1.80

#### 5.5.9.4.2 Tablero de control

Gabinete mural para el sistema de Presión Constante, para tres bombas de 1.80 HP, trifásico, 220 V, 60 Hz.; fabricado en plancha de acero laminado al frío LAF, acabado interior y exterior en color Beige, secado al horno; puerta abisagrada con chapa; cableado convenientemente; conformado por:

- Un (1) interruptor de fusibles tipo palanca de 3 x 15 A.

- Un (1) interruptor termo magnético general de 3x15A Merlin Gerin
- Dos (2) Interruptores termo magnéticos de 3x5A Merlin Gerin
- Un (1) Variador de velocidad
- Una (1) Tarjeta electrónica para funcionamiento de bombas en cascada
- Un (1) voltímetro
- Un (1) conmutador de fase RST
- Un (1) Juego de luces piloto
- Un (1) transmisor de presión con cable apantallado
- Un (1) tanque pulmón pre cargado de 5 Galones

El tablero de control deberá estar convenientemente equipado y cableado para que el funcionamiento de las Electro bombas se realice alternando las dos electrobombas.

El funcionamiento de la primera bomba se produce con la caída de presión de la línea incrementando el caudal hasta que la demanda supere el 60% de la MDS (100% capacidad de la bomba) en ese momento se enclava la 2da de las electro bombas de 1.8 HP hasta suplir la necesidad; el desenclave se produce cuando la demanda disminuye y continúa hasta que esta se hace prácticamente 0 y el tanque pulmón ordena la desconexión de los equipos.

## CAPÍTULO VI

### SISTEMA DE AGUA CALIENTE

#### 6.1 GENERALIDADES

Para el diseño del sistema de agua caliente se debe tener en cuenta los siguientes principios básicos:

- El agua caliente es de gran necesidad para el uso personal y para diferentes usos, por tal motivo las instalaciones de agua caliente deben ser diseñadas con fin de garantizar calidad, presión suficiente y sin ruidos.
- La temperatura deseable depende del uso y la ubicación geográfica. Se estima que para uso de higiene es suficiente 40° y 50° C. En cocinas una temperatura que requiere o se estima deseable es de 50° a 60°C.
- En el proyecto se va utilizar polipropileno PN16 y es importante siempre realizar el cálculo hidráulico con el diámetro interior.
- Es importante mencionar que cuando existe cruces de tubería de agua fría y agua caliente, la tubería de agua caliente debe ir arriba para evitar la formación de condensación.
- Para el caso de los departamentos se coloca una válvula por SS.HH. principal y una válvula para servicios generales, en casos que no se pueda colocar una válvula que controle los servicios generales se colocará válvulas de paso por aparato sanitario.
- Se ha coordinado con arquitectura la ubicación de un espacio independiente y seguro para la ubicación de calentadores, esto de acuerdo con "R.N.E. Norma IS-010 - capítulo 3 – subcapítulo 3.1 - literal a).
- Se está considerando dispositivos de seguridad para controlar el exceso de presión en los calentadores, esto de acuerdo con el "R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 3 – subcapítulo 3.1 - literal b).
- Los calentadores de paso a gas deben contar con una chimenea de ventilación.

- Hacer el menor recorrido posible, que nos permita la menor pérdida de carga.
- Las redes no deben interferir con elementos estructurales como columnas, vigas, placas. (es muy común el error de ubicar la mezcladora, caja de válvulas de agua en placas estructurales).
- Las redes de agua dentro del interior del departamento no deben interferir con las instalaciones eléctricas, es común que se cruce por tableros eléctricos por tal motivo es importante graficarlo en el plano sanitario.

## 6.2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE

Para el sistema de producción de agua caliente se ha elegido para los departamentos un calentador de agua a gas, del tipo de paso, su ubicación cerca al lavadero de ropa o máquina lavadero de ropa. En los departamentos de un dormitorio se ha optado por calentadores de acumulación eléctricos de 50 lts ubicado en closets. Para los servicios generales se ha optado por calentadores electrónicos instantáneos para el semisótano y para la zona de piscina de optó por calentador a gas, del tipo de paso, para el gimnasio se ha considerado un calentador de acumulación de 150 lts.

## 6.3 DOTACIÓN

Para el cálculo de la dotación consideramos lo estipulado en el "R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 3 – subcapítulo 3.2 - literal a, e" adicionalmente para el centro de lavado se tomará como dotación calculada en el sistema de agua fría. Se considera que cada lavadora tendrá en promedio 5 usos por día y su capacidad promedio será de 8 kg por lavado. Hay que considera que cada departamento cuenta ya con uso zona de lavandería y el centro de lavado es para uso en caso de emergencia.

**Tabla 6.3.1 – Dotación de agua caliente**

ESTABLECIMIENTO	CANTIDAD	DOTACION	TOTAL (lts / día)
Depar. con 1 Dormi.	1 Depar.	120 L/d por Dep.	120.00
Depar. con 2 Dormi.	1 Depar.	250 L/d por Dep.	250.00
Depar. con 4 Dormi.	1 Depar.	420 L/d por Dep.	420.00
Gimnasio	33.50 m2	10 L/d por m2	335.00
Lavandería	320.00 Kg	40 L/kg	12,800.00

## 6.4 SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL CALENTADOR

Para el cálculo del equipo de producción de agua caliente se ha realizado de acuerdo con el "R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 3 – subcapítulo 3.4", en algunos casos se ha considerado de acuerdo con los gastos por aparatos. Se ha realizado un resumen en la tabla 6.4.1.

**Tabla 6.4.1 – Capacidad de producción de agua caliente**

Tipo de edificio	Capacidad del tanque de almacenamiento en relación con la dotación diaria en litros	Capacidad horaria del equipo de producción de agua caliente, en relación con la dotación diaria en litros	Gasto ( l/s)
Residencias unifamiliares y multifamiliares	1/5	1/7	-
Gimnasio	2/5	1/7	-
Centro de lavado	-	-	0.46

Fuente: RNE edición 2006 – modificación 2012

- Para el departamento de 1 dormitorio la capacidad del calentador será:

$$120 \text{ lt} \times \frac{1}{5} = 24 \text{ lts}$$

Como vemos la capacidad mínima del tanque debe ser de 24 lts, pero por experiencia se elige 50 lts.

La capacidad horaria de producción será:

$$120 \text{ lt} \times \frac{1}{7} = 17.14 \text{ lts}$$

- Para el gimnasio la capacidad del calentador será:

$$335 \text{ lt} \times \frac{2}{5} = 134 \text{ lts}$$

Se optará por un calentador de 150 lts que es el comercialmente más cercano.



La capacidad horaria de producción será:

$$335 \text{ lt} \times \frac{1}{7} = 47.86 \text{ lts}$$

- Para los calentadores de paso a gas en los departamentos, se ha considerado el uso simultáneo de las 2 duchas de los baños y una ducha para servicios generales en el peor de los casos.

$$3 \times \text{ducha (1.5 UH)} = 4.5 \text{ UH}$$

De acuerdo con el anexo N°3 del RNE el caudal es de 0.195 l/s <> 11.7 lpm.

Se ha elegido comercialmente un calentador de 13 lpm. de los calentadores que se muestra en la tabla 6.4.2.

**Tabla 6.4.1 – Capacidad de producción de agua caliente**

Calentador Instantáneo a Gas			
Caudal (l/min)	6	10	13

- Para el calentador de paso de los SS.HH. de la piscina y vestidores del semisótano se ha considerado 2 duchas en simultáneo.

$$2 \times \text{ducha (1.5 UH)} = 3 \text{ UH}$$

De acuerdo con la tabla anexo N°3 del RNE el caudal es de 0.12 l/s <> 7.2 lpm.

- Para los SS.HH. de la piscina se ha optado por un calentador de gas de 13 lpm, y para el área de vestidores por un calentador de paso electrónico de 10.3 lpm. dado que no cuenta con ventilación natural.

Para el centro de lavado se ha considerado el funcionamiento simultaneo de las 6 lavadoras que utilizarán agua caliente, dado que muchas prendas se lavan con agua fría y la lavadora sólo requiere agua caliente en un tiempo de 5 a 10 min de un promedio total de 1 hora y 20 minutos.

$$6 \text{ x lavadoras (3 UH) } = 18 \text{ UH}$$

De acuerdo con la tabla anexo N°3 del RNE el caudal es de 0.50 l/s  $\leftrightarrow$  30 lpm.

Se ha elegido 3 calentadores de paso electrónicos de 10.3 lpm.

## **6.5 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE**

El sistema de distribución consiste en la distribución del agua caliente desde el calentador hasta el punto más alejado que en la mayoría de casos es la ducha, solo en el centro de lavado la zona más alejada es la lavadora de ropa convencional.

### **6.5.1 Procedimiento de diseño y cálculo de las redes de agua caliente**

El procedimiento de cálculo es similar al del sistema de agua fría, con la única excepción que la tubería a utilizar es polipropileno PN 16. El uso del polipropileno se debe una exigencia de los dueños ya que querían uniformizar el uso de un solo material para el agua fría y agua caliente. Como se verá en los anexos el CPVC hidráulicamente tiene mayor ventaja que el polipropileno para caso de un departamento.

A continuación, los cálculos hidráulicos del departamento más desfavorable. Los demás departamentos típicos y de los baños de los servicios generales se presentan en los anexos.

N.P.T. +34.14

3° Piso

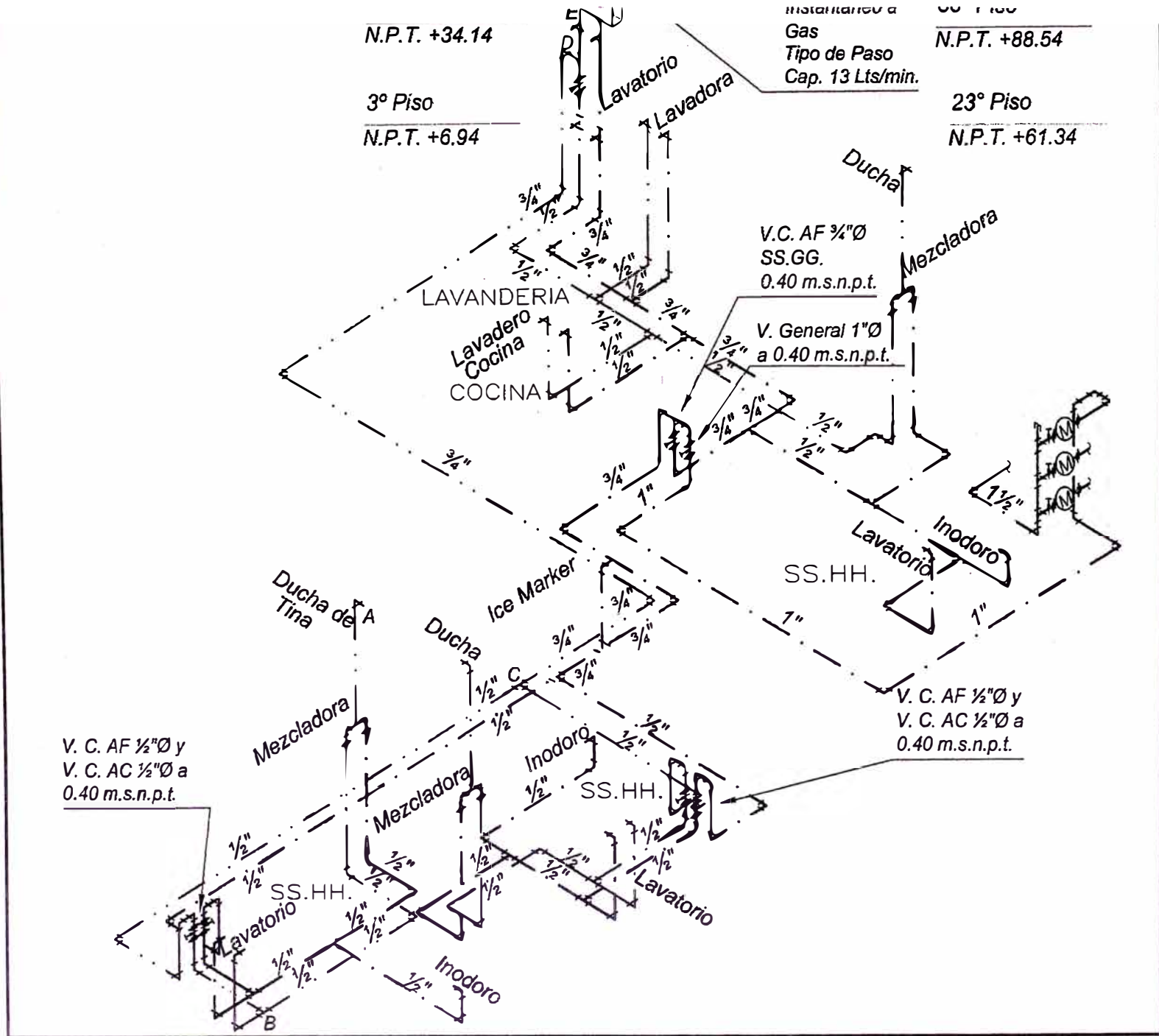
N.P.T. +6.94

Instalaciones a  
Gas  
Tipo de Paso  
Cap. 13 Lts/min.

N.P.T. +88.54

23° Piso

N.P.T. +61.34



LAVANDERIA

Lavadero  
Cocina  
COCINA

Lavatorio

Lavadora

Ducha

Mezcladora

V.C. AF 3/4"Ø  
SS.GG.  
0.40 m.s.n.p.t.

V. General 1"Ø  
a 0.40 m.s.n.p.t.

Lavatorio

Inodoro

SS.HH.

Ducha de  
Tina

Ice Marker

Ducha

Mezcladora

Inodoro

SS.HH.

V. C. AF 1/2"Ø y  
V. C. AC 1/2"Ø a  
0.40 m.s.n.p.t.

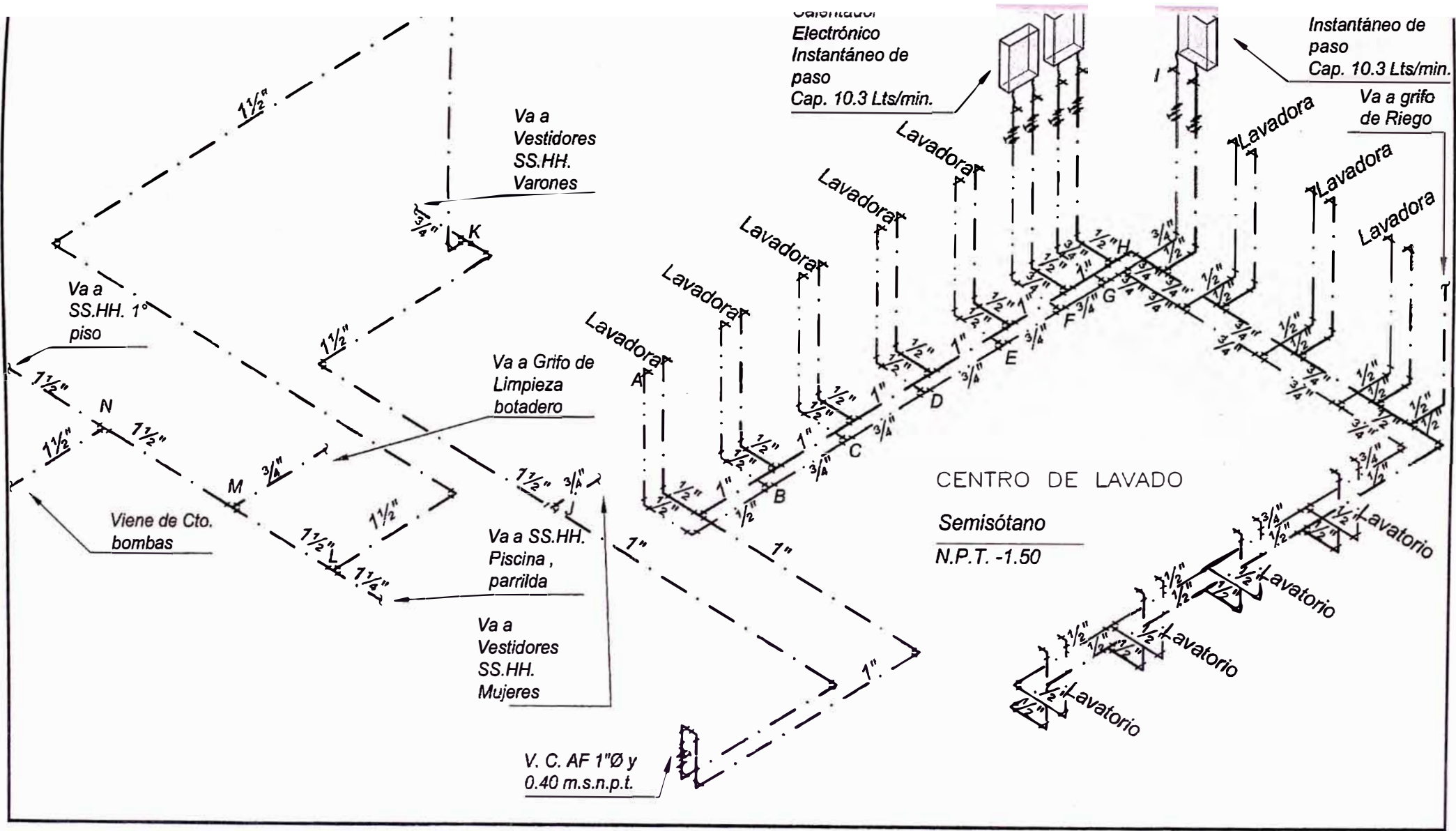
V. C. AF 1/2"Ø y  
V. C. AC 1/2"Ø a  
0.40 m.s.n.p.t.

SS.HH.

Lavatorio

Inodoro

Lavatorio



CENTRO DE LAVADO  
 Semisótano  
 N.P.T. -1.50

Tabla 6.5.1.1. – Cálculo hidráulico departamento 4

UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios				L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)				
				accesorios	k	N°	hf(m)		hf(m)T	Re	f	hf (m)	hf To.
1.5	0.060	1/2"	0.57 nc	Codo 90°	1	4	0.017	0.066	4.57	5795	0.0359	0.234	0.307
				Val. Compuerta	0.19	1	0.003	0.003					
				Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.003	0.003					
2.25	0.090	1/2"	0.85 ok	Codo 90°	1	5	0.037	0.184	7.10	8641	0.0322	0.726	0.992
				Tee deriva.	1.8	1	0.066	0.066					
				Val. Compuerta	0.19	1	0.007	0.007					
				Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.009	0.009					
4.5	0.195	3/4"	0.77 ok	Codo 90°	1	4	0.030	0.121	13.66	12147	0.0294	0.675	0.814
				Tee línea	0.6	1	0.018	0.018					
							0.139						
10.75	0.217	3/4"	0.85 ok	Codo 90°	1	2	0.037	0.074	0.35	13409	0.0287	0.021	0.142
				Tee línea	0.6	2	0.022	0.044					
				Ensancham. (d a D)	0.1	1	0.003	0.003					
				D/d=1.2			0.121						
											<b>Total hf</b>	<b>2.25</b>	

Tabla 6.5.1.17 – Cálculo hidráulico Semisótano de centro de lavado

UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios				L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)				
				accesorios	k	N°	hf(m)		hf(m)T	Re	f	hf (m)	hf To.
2	0.080	1/2"	0.76 ok	Codo 90°	1	3	0.029	0.088	2.45	7726	0.0332	0.206	0.295
								0.088					
4	0.160	1/2"	1.51 ok	Tee línea	0.6	1	0.070	0.070	0.8	15351	0.0278	0.222	0.321
				Contracción (D a d)	0.25	1	0.029	0.029					
				D/d=1.6			0.099						
6	0.250	3/4"	0.98 ok	Tee línea	0.6	1	0.029	0.029	0.80	15460	0.0277	0.060	0.090
								0.029					
8	0.290	3/4"	1.14 ok	Tee línea	0.6	1	0.040	0.04	0.80	17984	0.0267	0.078	0.118
								0.040					
10	0.340	3/4"	1.34 ok	Tee línea	0.6	1	0.055	0.055	0.59	21139	0.0256	0.077	0.132
								0.055					
12	0.380	3/4"	1.49 ok	Tee línea	0.6	1	0.068	0.068	0.46	23505	0.0250	0.072	0.140
								0.068					
12	0.380	3/4"	1.49 ok	Tee línea	0.6	1	0.068	0.068	0.170	23505	0.0250	0.027	0.095
								0.068					
								0.068					
6.5	0.255	3/4"	1 ok	Codo 90°	1	2	0.051	0.102	2.11	15775	0.0275	0.164	0.302
				Tee línea	0.6	1	0.031	0.031					
				Ensancham. (d a D)	0.1	1	0.005	0.005					
				D/d=1.2			0.137						
											<b>Total hf</b>	<b>1.49</b>	

## **CAPÍTULO VII**

### **PISCINA**

#### **7.1 GENERALIDADES**

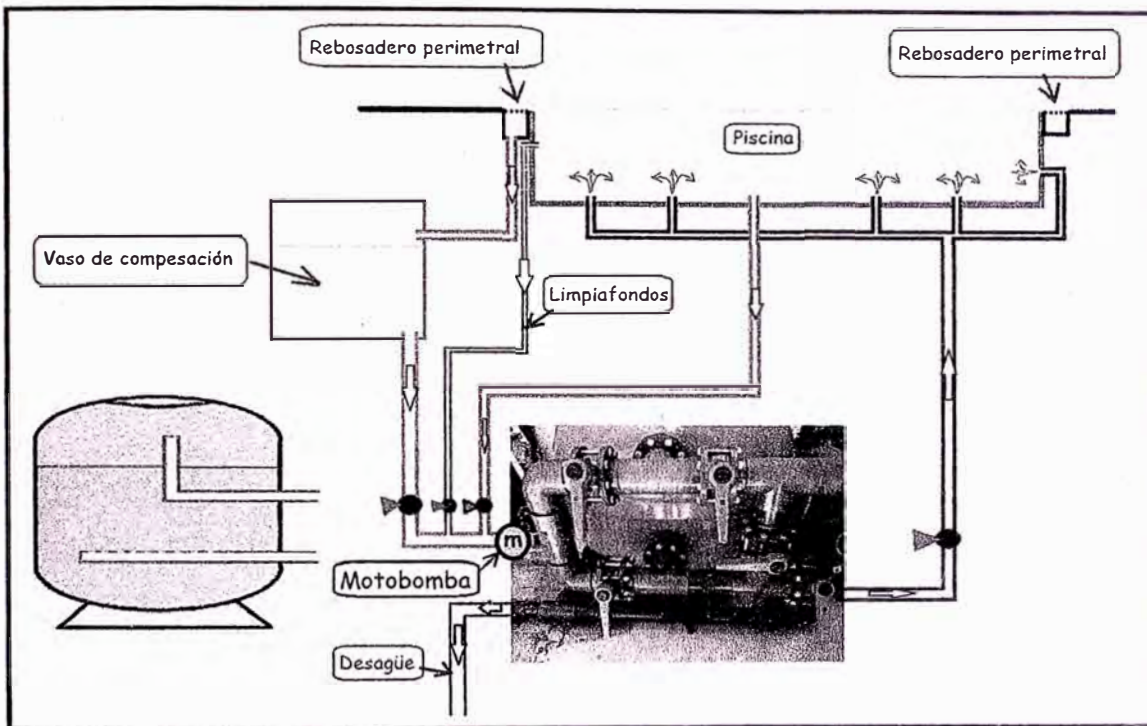
Para el diseño de la piscina tendremos en cuenta algunos principios básicos:

- El agua deberá tener continuo movimiento para evitar zonas muertas y que generen malos olores.
- El agua debe mantenerse limpia, libre de impurezas y algas.
- El sistema que utilizar será del tipo con tanque de compensación.

#### **7.2 SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE PISCINA**

El sistema del tipo con tanque de compensación. Es un sistema que tiene una canaleta en el perímetro de la piscina que recolectará el rebose de la piscina, el rebose es llevado por medio de una tubería a un tanque de compensación y esta agua reingresa a través de un sistema de un equipo de filtración (Bomba con trampa de pelos y filtro de arena sintética) y luego es llevada por una línea de impulsión y descarga por las boquillas de ingreso ubicadas en el fondo de la piscina. La limpieza de la piscina se hará a través de un aspirador conectado a la toma de vacío. El punto de abastecimiento de agua para llenado de la piscina es a través de un ramal del sistema de bombeo de servicios generales. El rebose del tanque de compensación es a una rejilla sumidero que tiene como disposición final la cámara sumidero ubicado en el sótano. La bomba descarga al colector de desagüe.

**Figura 7.2.1 – Piscina con tanque de compensación**



### 7.3 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE RECIRCULACIÓN

Para el diseño del sistema de agua fría se debe cumplir los siguientes principios básicos:

#### 7.3.1 Características de la piscina

Según con el "Reglamento Sanitario de piscinas, artículo 4, definición cuarta", una piscina se considera de uso privado si hay restricción de acceso a los usuarios, por lo tanto, la piscina es de uso privado.

Las dimensiones de la piscina son las siguientes:

Largo: 15.25 m.

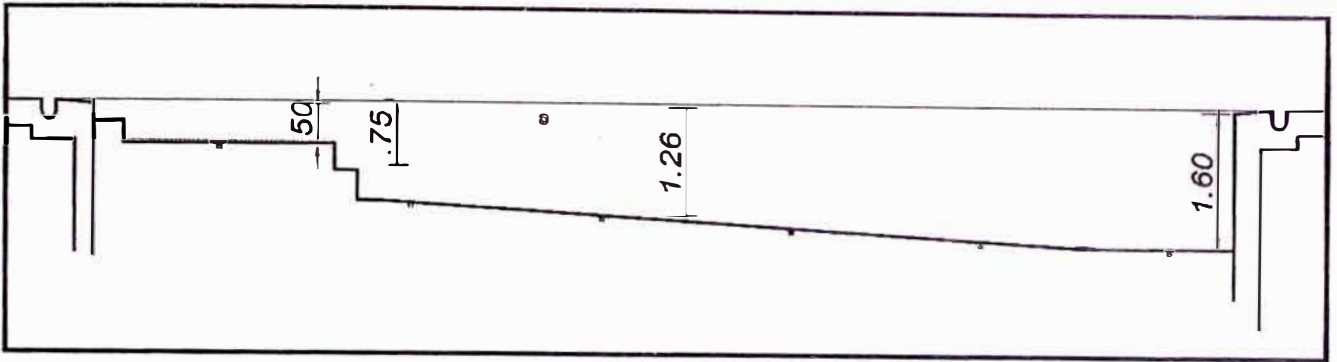
Ancho: 4.78 m.

Profundidad más profunda: 1.60 m, profundidad menos profunda: 0.50 m.

Área superficial: 73.00 m<sup>2</sup>.

Volumen: 88.20 m<sup>3</sup>.

Figura 6.5.1.2 – Esquema de altura de la piscina



### 7.3.2 Dotación

Según "R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.2 – literal h", le corresponde una dotación de 10 l/d. La dotación total fue calculada en capítulo 4, tabla 4.2.2.

### 7.3.3 Cámara de compensación

El "Reglamento Sanitario de piscinas, artículo 26", define el abastecimiento de agua limpia a la piscina se hará a través de un tanque de compensación, con la finalidad de evitar el retorno de ésta al sistema de abastecimiento y, para regular el nivel necesario para el adecuado funcionamiento de la piscina.

A fin de compensar el volumen de agua que se pierde por ingreso de personas a la piscina se considera 50 litros por persona en un m<sup>2</sup>.

$$73 \text{ m}^2 \times 50 \frac{\text{l}}{\text{m}^2} = 3650 \text{ l}$$

Por lo tanto, el volumen mínimo de la cámara de compensación será de 3.65 m<sup>3</sup>, redondeando se considera 4.00 m<sup>3</sup>.

### 7.3.4 Sistema de llenado y control de nivel automático

Consta de dos controladores de nivel, para un nivel mínimo y máximo y consta de una electroválvula de ¾" para llenado de tanque de compensación. Cuando el control de nivel este en nivel mínimo el sistema de bombeo se apagará y mandará



una señal a electroválvula para que permita el ingreso de agua hasta un nivel máximo. Cuando el agua llegue a nivel máximo, el sensor desconectará la electroválvula, permaneciendo cerrada hasta que llegue al nivel mínimo.

El proveedor de la bomba recomienda que la electroválvula sea de  $\frac{3}{4}$ ". De este dato se puede determinar el tiempo de llenado de la piscina para que entre en funcionamiento.

Sabemos:

$$Q = vx\pi x \frac{d^2}{4}$$

Para una velocidad máxima de 2.2 m/s de acuerdo con "R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 2 – subcapítulo 2.3 – literal f", " RNE, y un diámetro interno de 0.0204 m.

$$Q = 2.2x\pi x \frac{0.0204^2}{4} x 1000$$

$$Q = 0.7191 \frac{l}{s}$$

Para calcula el tiempo de llenado:

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{88.20x1000}{0.7191x3600} = 34.07 \text{ hrs}$$

El tiempo de llenado de la piscina será de 34.07 horas, aparentemente es un tiempo alto sin embargo considerando que la piscina sólo entra en funcionamiento en verano el tiempo es adecuado.

### 7.3.5 Período de recirculación

Para el diseño del sistema de agua fría se debe cumplir los siguientes principios básicos:

El “Reglamento Sanitario de piscinas, artículo 40”, recomienda que como mínimo el sistema debe permitir tres recirculaciones por día. Como el reglamento habla de un mínimo se considera cuatro recirculaciones por día.

$$\text{Periodo de recirculación} = \frac{24}{4} = 6 \text{ horas}$$

Por lo cual el tiempo de recirculación será de 6 horas.

### 7.3.6 Caudal de bombeo

El Reglamento sanitario de piscinas no indica un rango de caudal de recirculación. Por lo cual para el proceso de recirculación solo se recirculará el 50% del volumen de la piscina.

$$Q = \frac{88.20 \times 1000 \text{ l}}{6 \times 60 \times 60 \text{ s}} = 4.0817 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 14.69 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 65 \text{ GPM}$$

### 7.3.7 Canaleta de rebose

Lugar donde rebosa el agua de la piscina al momento del ingreso de las personas. Está en una parte del perímetro la piscina para nuestro caso, dado que la piscina tiene un muro en uno de sus lados. Por medio de una tubería de 6” el rebose va al tanque de compensación. La pendiente de la canaleta es de 1%.

### 7.3.8 Tubería de succión de fondo

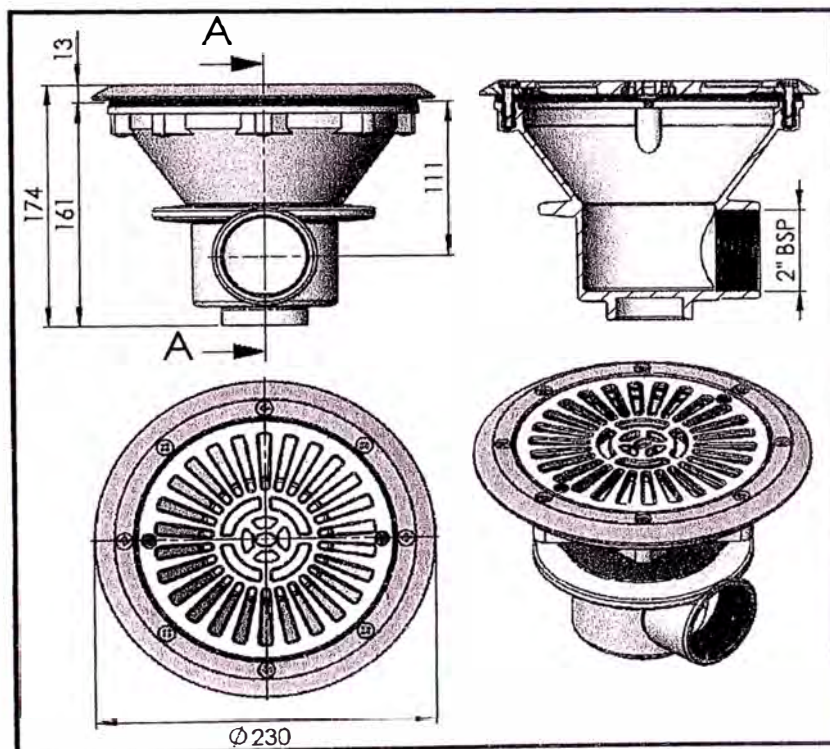
La tubería de succión de fondo sirve para que opere el sistema de filtración de la piscina. Además, sirve para desaguar la piscina cuando se requiera.

Según el “Reglamento Sanitario de piscinas, artículo 20”, recomienda que el área de la boca de los drenes será cuatro veces mayor que el área de la tubería a la que está conectada, para así reducir las corrientes de succión, es decir es un antivortex.

Para el cálculo hidráulico de la succión de fondo hay que tener en cuenta que según recomendación el caudal mínimo reciclado deberá ser el 25% del volumen total de las piscinas (Reglamento del régimen técnico sanitario de piscinas – Murcia) para nuestro caso se considera una recirculación del 50%.

De acuerdo con el cálculo en la tabla 7.3.8.1 le corresponde un diámetro de tubería de succión de 1 ½" por lo tanto el dren de fondo será mínimo de 6".

**Figura 8.3.11.1. – Succión de Fondo**



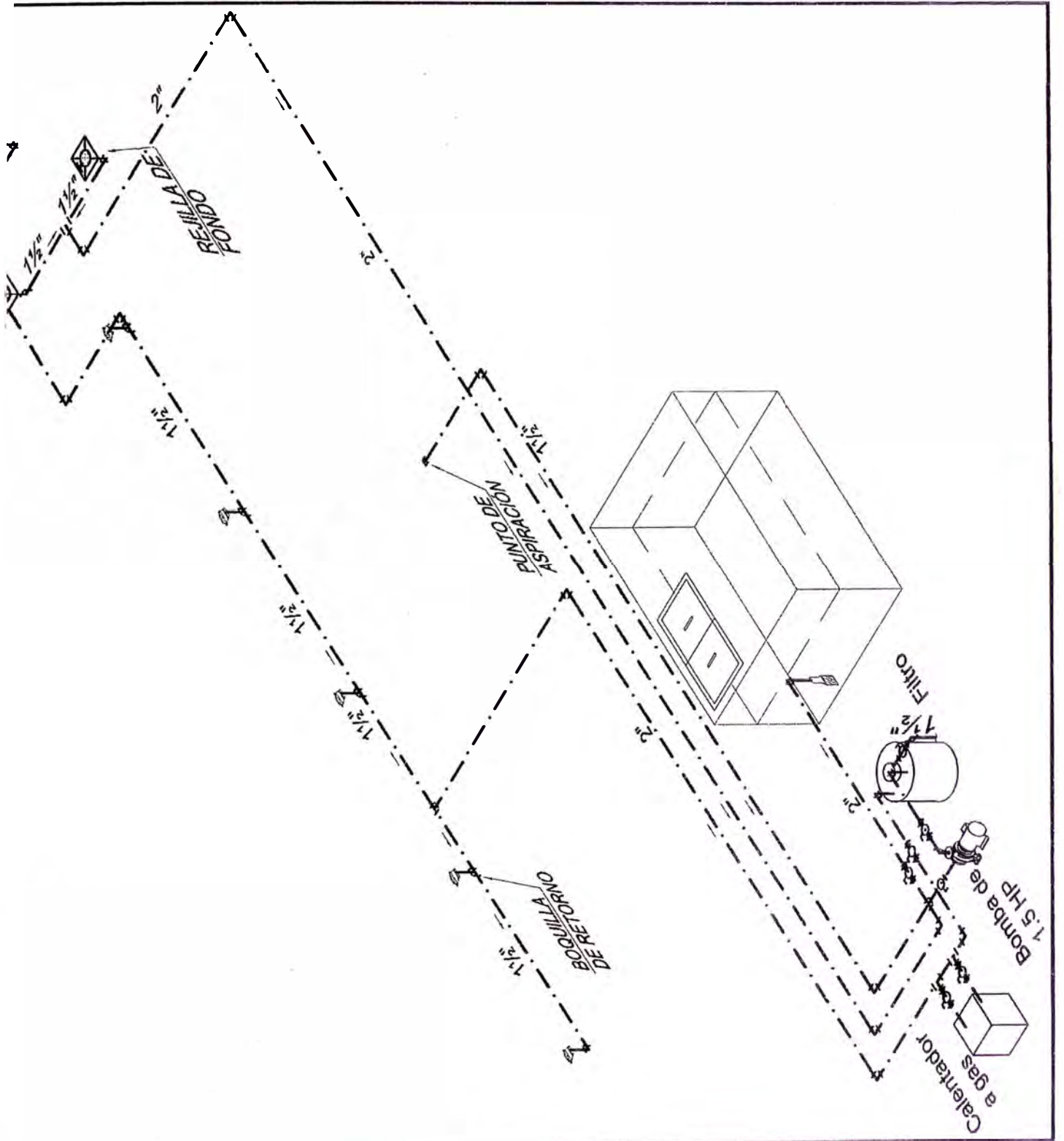


Tabla 7.3.8.1 – Cálculo hidráulico de succión de fondo

Tramo	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios				L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)				
				accesorios	k	N°	hf(m)		hf(m)	Re	f	hf (m)	hf To.
Succión de Fondo a T	1.021	1.1/2"	0.78 ok	Codo 90°	1	1	0.031	0.031	0.80	27891	0.0239	0.015	0.062
				Dren de Fondo Ensancham. (d a D) D/d=2	0.53	1	0.016	0.016					
T - Bomba	2.042	2"	0.98 ok	Codo 90°	1	4	0.049	0.196	21.00	44146	0.0215	0.431	0.823
				Tee deriva.	1.8	2	0.088	0.176					
				Val. Compuerta	0.19	1	0.009	0.009					
				Ensancham. (d a D) D/d=1.4	0.23	1	0.011	0.011					
							0.393						
											<b>Total hf</b>	<b>1.09</b>	

### 7.3.9 Tubería de retorno

De acuerdo con el "Reglamento Sanitario de piscinas, artículo 26", las boquillas de retorno de agua tratada deben estar instaladas de tal manera que aseguren una mezcla con el agua de la piscina y estas deben tener una separación de cinco metros para evitar agua estancada. En caso se use estanque de agua fría las boquillas deben estar a 30 cm. por debajo del nivel de agua y en el fondo si la piscina es temperada.

El agua que ingrese a la piscina por la boquilla de retorno debe ser filtrada, solo en caso de que sea el primer llenado se puede prescindir del filtrado.

En el proyecto se utilizarán 6 boquillas de retorno en el fondo de la piscina. El caudal de cada boquilla se calcula:

$$Q = \frac{2.0417 \text{ l}}{6 \text{ s}} = 0.34 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 1.23 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 5.39 \text{ GPM}$$

Figura 8.3.11.1 – Boquilla de retorno

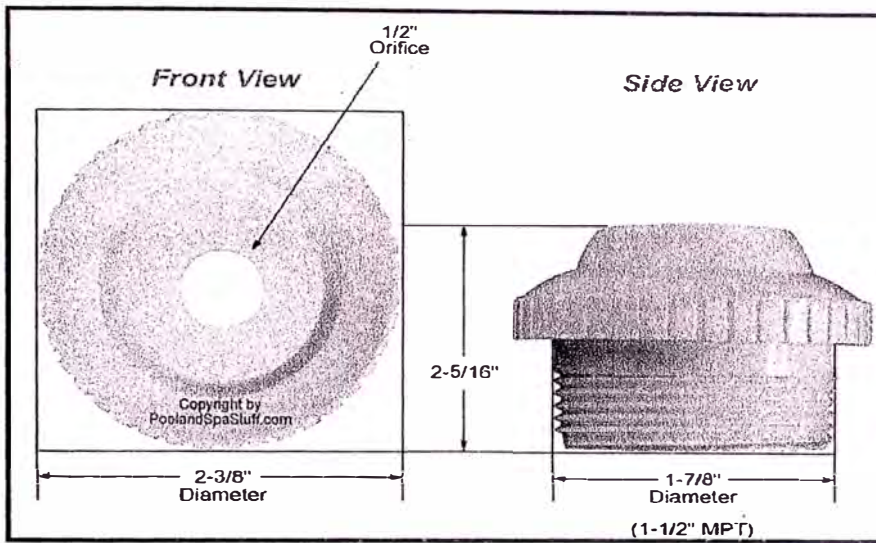


Tabla 7.3.8.1 – Cálculo hidráulico de línea de retorno

Tramo	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios				L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)				
				accesorios	k	N°	hf(m)		hf(m)l	Re	f	hf (m)	hf To.
1° boquilla	0.681	1.1/2"	0.52 ok	Codo 90°	1	3	0.014	0.041	5.35	18594	0.0315	0.057	0.106
				Boquilla ingreso				0.049					
2° boquilla	1.3611	1.1/2"	1.04 ok	Tee deriva.	1.8	1	0.099	0.099	2.55	37188	0.0264	0.091	0.190
3° boquilla	2.0417	1.1/2"	1.56 ok	Tee deriva.	1.8	1	0.223	0.223	2.55	55781	0.0239	0.186	0.409
4° boquilla	2.7222	1.1/2"	2.08 ok	Tee deriva.	1.8	1	0.397	0.397	1.65	74375	0.0224	0.200	0.597
6° boquilla - bomba	4.0833	2"	1.97 ok	Codo 90°	1	5	0.198	0.989	14.10	88743	0.0205	1.110	3.567
				Tee línea	0.6	2	0.119	0.237					
				Tee deriva.	1.8	1	0.356	0.356					
				Val. Compuerta	0.19	1	0.038	0.038					
				Val. Check	4	1	0.791	0.791					
Ensancham. (d a D) D/d=1.4	0.23	1	0.045	0.045	2.457								
<b>Total hf</b>											<b>5.05</b>		

### 7.3.10 Trampa de pelos

De acuerdo con el *“Reglamento Sanitario de piscinas, artículo 44”*, el sistema de recirculación debe prever la retención de pelos, hilos u otros elementos que puedan obturar los filtros. Los sistemas de retención deben estar contruidos y colocados en forma que sea posible removerlos fácilmente, para su limpieza y revisión.

### 7.3.11 Filtro

Es un recipiente metálico o poliéster y fibra de vidrio, lleno de material filtrante (filtrado activo), su principal función es retener las partículas flotantes en el agua. El filtro contiene una carga de material denominado filtrado activo, a través del cual se hace circular el agua en sentido descendente, reteniendo entre ellos las materias en suspensión del agua a filtrar. Una vez iniciado el ciclo de filtración y al cabo de cierto tiempo, será preciso lavar el filtro (especialmente después de pasar el limpia fondos), ya que el material del filtrado activo se habrá obstruido con la suciedad, impidiendo el paso del agua.

De acuerdo con el *“Reglamento Sanitario de piscinas, artículo 46”*, el sistema de filtración debe tener ciertas características de las cuales nuestro proyecto se identifican las siguientes:

1. La profundidad de la capa filtrante será por lo menos de noventa centímetros y comprende capas de arena silicosa de diferentes graduaciones, grava u otro elemento filtrante; si la capa filtrante es arena, el diámetro efectivo deberá ser por los menos entre 0,4 a 0,5 milímetros con un coeficiente de uniformidad que no exceda de 1,75.
2. La arena debe ser lavada y estar libre de arcilla, materia orgánica y todo material soluble. Sobre la superficie del material filtrante habrá una pared libre de por lo menos cuarenta y cinco centímetros hasta la tubería de rebose o tubería de limpieza, para permitir el lavado del filtro sin pérdidas de la arena.

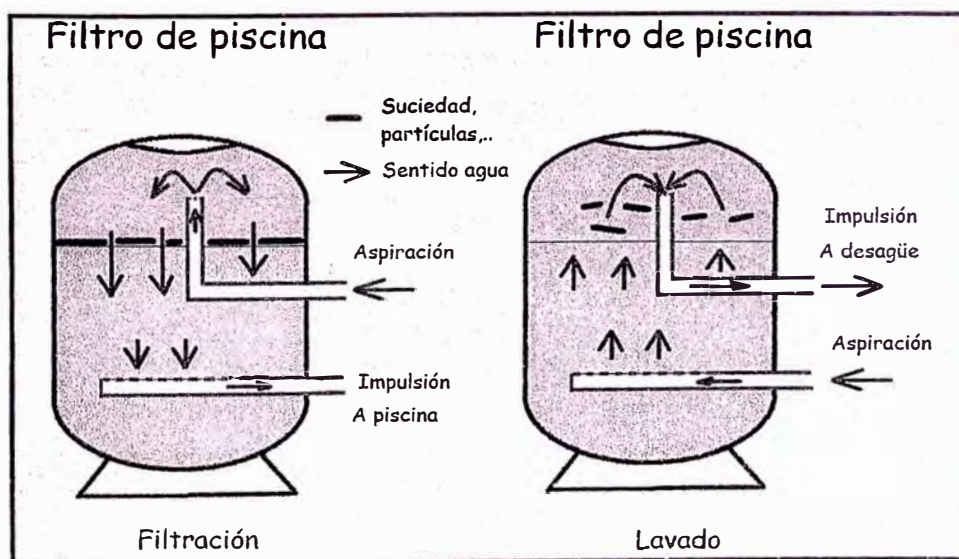
3. La velocidad de filtración no debe superar los siguientes valores:
- Arena de Alto rendimiento: 37,8 metros cúbicos por metro cuadrado por hora.
  - Cuarzo Chancado: 25,2 metros cúbicos por metro cuadrado por hora.
  - Tierra de Diatomeas: 5,04 metros cúbicos por metro cuadrado por hora.
  - Cartuchos: 0,945 metros cúbicos por metro cuadrado por hora.
  - Otros materiales filtrantes: cuya máxima velocidad de filtración no debe generar arrastre o rotura del medio filtrante, o para el caso de la mínima velocidad de filtración, evitar que el tiempo de filtración se prolongue y se utilice todo el material filtrante.
4. Estarán equipados con manómetros para controlar las pérdidas de carga, éstos se ubicarán tanto en la entrada como en la salida de los filtros.

El área de filtración se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Área filtración} = \frac{2.0417 \frac{l}{s}}{37.8 \frac{m^3}{m^2/hr}} = 0.19 m^2 = 2.11 pie^2$$

Por lo tanto, el área de filtración será 2.20 pie<sup>2</sup>, con este valor se busca un equipo comercial en nuestro caso es de 18 pulg de diámetro por 18 pulg de alto.

**Figura 8.3.11.1. – Funcionamiento del filtro**





### 7.3.12 Desinfección

El sistema de desinfección es mediante pastilla de cloro. Esto se hará con lo que comúnmente se conoce como “patitos flotantes”. Para el cálculo se la cantidad de hipoclorito, tenemos que considerar que el cloro residual será de 1.2 ppm, el cual debe ser medido constantemente.

Debido a que las pastillas de cloro tienen una disolución lenta, los proveedores recomienda una pastilla de 200 gr. por cada 20 m<sup>3</sup>, para nuestro caso:

$$\text{cantidad de pastilla} = \frac{88.20\text{m}^3}{20\text{m}^3} = 4.41 \text{ pastillas}$$

Por lo tanto, se utilizarán 5 pastillas de 200 gr. cada una

### 7.3.13 Sistema de agua caliente

Se agrego el sistema de agua caliente el cual consta de un calentador a gas, se optó por gas debido a requerimiento de cliente.

Se está considerando que la temperatura del agua en Lima mínima de 15°C y la temperatura de salida del calentador final de 28°C.

Para determinar el cálculo de BTU/hora del calentador de la piscina se utilizará la siguiente formula:

$$Pot = Qr \times CC \times (t^{\circ}_f - t^{\circ}_i) \times 3412.142$$

Donde:

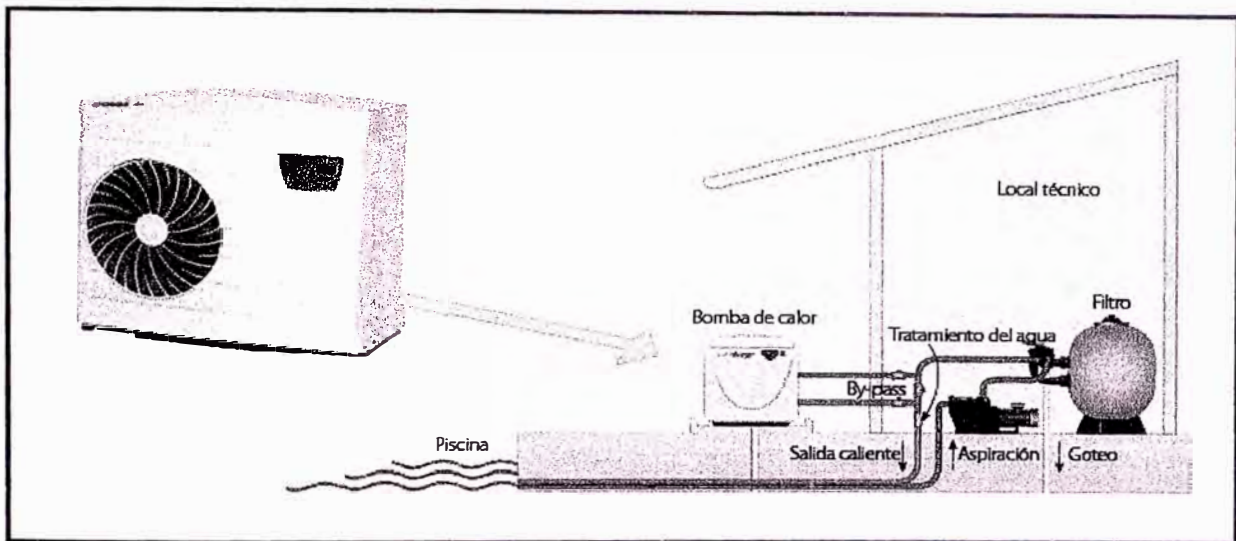
- Pot: Potencia eléctrica requerida en HP
- Qr: Caudal de recirculación (lt/s))
- CC: Capacidad calorífica (4.186)
- t<sup>°</sup><sub>f</sub>-t<sup>°</sup><sub>i</sub>: Variación de temperatura en el agua (°C)

$$Pot = 2.04 \times 4.186 \times (28 - 15) \times 3412.142$$

$$Pot = 378791.16 \frac{BTU}{h}$$

La capacidad elegida será de 400 000 BTU.

**Figura 8.3.13.1. – Esquema de funcionamiento de calentador**



### 7.3.14 Altura Dinámica Total

De acuerdo con lo calculado en capítulos anteriores, la altura dinámica será como en la tabla 7.3.14.1

**Tabla 7.3.14.1 – Altura dinámica de la piscina**

Descripción	Presión salida (m)	Hf succión piscina (m)	Hf retomo piscina (m)	Hf filtro (m)	Hf bomba calor (m)	Altura estática (m)	ADT (m)
Piscina	2.00	1.05	5.05	2.00	2.00	1.05	13.15

### 7.3.15 Potencia del equipo

Para calcular la potencia de los sistemas de bombeo se hará por la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\gamma Q (ADT)}{75n}$$

donde:

- $\gamma$ : Peso específico del agua=1 Kg/l
- ADT: Altura dinámica total (m)
- n: eficiencia de sistema de bombeo (0.50)
- Q: Caudal de bombeo en (l/s)

**Tabla 7.3.15.1 - Cálculo de las potencias del proyecto**

Descripción	N° de bombas	lps	gpm	m3/hr	ADT (m)	n	Potencia (HP)	Potencia Catálogo (HP)
Piscina	1	4.083	64.72	14.70	13.15	0.50	1.50	1.50

### 7.3.16 Características del equipo de bombeo

Estará conformado por una electrobomba que incluye trampa de pelos.

#### 7.3.16.1 Electrobomba

Electro bomba especial para piscina, con trampa de pelos incorporada, construida en material sintético altamente resistente a los impactos e inoxidable, con sello mecánico; acoplada a motor eléctrico para 220 V, monofásico, aislamiento especial para piscina; para las siguientes características hidráulicas:

Q	=	65 gpm (14.5m3/hora)
ADT	=	43.14 pies (13.15m)
Potencia	=	1.5 HP
Energía	=	220V, 3Ø, Trifásico, 60 Hz

## CAPÍTULO VIII

### SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIOS

#### 8.1 GENERALIDADES

El diseño de un sistema de agua contra incendios vista desde el punto de vista de seguridad de las personas es de vital importancia, pero muchas veces se prioriza lo económico y se deja de lado la seguridad de las personas ante un posible evento de incendio.

En nuestra sociedad los sistemas de agua contra incendios carecen de normativa sólida, si bien en el Reglamento Nacional de Edificaciones en la norma A 130 se indican los requisitos de seguridad y en la norma IS-10 hay criterios muy básicos de diseño del sistema de agua contra incendios, dichas normas son elementales e insuficientes, estas normas hacen alusión a la NFPA (National Fire Protection Association) esta norma es internacional y de mayor uso en Estados Unidos. Además en el R.N.E de edificaciones no está muy bien definido la autoridad competente, ya que esta definición es NFPA y según NFPA la autoridad competente es la organización, oficina o individuo responsable de hacer cumplir los requisitos de un código o una norma, o de aprobar equipos, materiales, una instalación o un procedimiento. En nuestro país se entiende que profesional más afín a ocupar el cargo de autoridad competente somos los ingenieros sanitarios, ya que según el RNE somos los encargados del diseño de sistema de agua contra incendios, a nivel de seguridad pública la autoridad competente según NFPA puede ser un departamento o representante federal, estatal, local o regional en nuestro país puede ser un jefe de bomberos, ministro de Estado. A efectos de seguros, la autoridad competente según NFPA puede ser departamento de inspección de aseguradoras, representante de compañía de seguros, representante legal o dueño de la edificación.

Este pequeño embrollo en la definición de autoridad competente, sumado al desconocimiento de definiciones básicas de la normativa NFPA y la falta de una normativa nacional para el diseño de sistema de agua contra incendio, genera que los especialistas tengan distintos criterios a la hora de diseñar un proyecto y muchas veces sucede que un proyecto mal diseñado y que ha sido aprobado, ejecutado, es tomado como referencia o como mito. En el diseño de agua contra incendios ocurren dos casos, uno en el que el sistema se sobredimensiona por mala interpretación de la norma y el otro en el que, por mala práctica constructiva, ahorro en materiales o protección parcial del sistema se trata de prescindir de algunos componentes del sistema. Otro mito es que se piensa que la normativa NFPA sobredimensiona el sistema, pero esto no es del todo cierto pues la falta de conocimiento de la NFPA y muchas veces la mala traducción de la versión inglés al español de la norma hace que se sobredimensione.

Con lo expuesto líneas arriba, la presente tesis en este capítulo trata de dar un mayor alcance de diseño, criterios, normas para ser utilizados en las instalaciones del sistema de agua contra incendio en una edificación en un edificio multifamiliar mayor a 20 pisos.

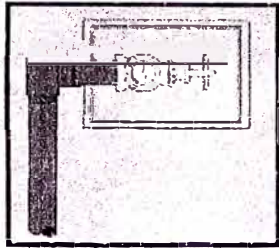
## **8.2 Componentes del Sistema contra incendio adoptado**

### **8.2.1 Gabinetes contra incendio**

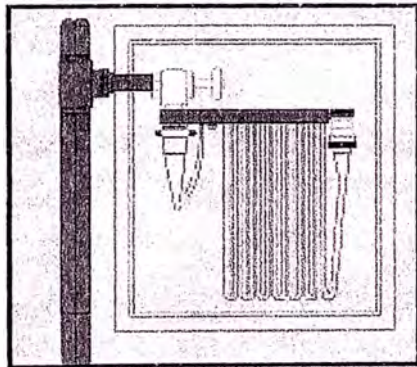
Los gabinetes se ubican en todos los pisos del edificio, los gabinetes a utilizar son de clase II, es decir cuentan con una manguera de 38 mm (1 ½"), para uso de personal entrenado o por los bomberos. El gabinete tiene las siguientes dimensiones 0.70 x 0.60 x 0.20 m. Los gabinetes irán empotrados o adosadas, dependerá si la arquitectura lo permita. La manguera debe ser de no más de 30.5 m. (100 pies) listada y fija. El gabinete debe tener una etiqueta que incluya la frase "MANGUERA DE INCENDIO PARA USO DEL PERSONAL ENTRENADO". EL pitón debe ser listado.

**Clases de Gabinetes de agua contra incendio:**

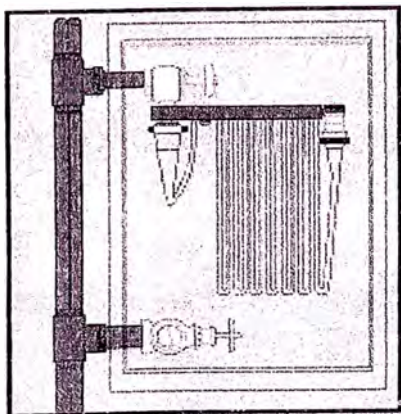
- **Clase I:** Son sistemas equipados con válvulas 2 ½" y están destinadas al uso del personal de bombero y personal entrenado en el manejo de chorros pesados.



- **Clase II:** Son sistemas equipados principalmente con mangueras 1 ½" y están destinadas al uso de los ocupantes o para el uso de los bomberos y personal entrenado en incendios de pequeña y mediana magnitud.



- **Clase III:** Son sistemas equipados tanto con válvulas de 2 ½" como válvulas 1 ½" y están destinadas al uso de los ocupantes, bomberos y personal entrenado en el manejo de chorros pesados.



La NFPA 13 no indica una presión mínima para la manguera ya que la manguera es un complemento al sistema de rociadores dado que se entiende que un sistema de rociadores es eficiente en su funcionamiento. Se debe entender que es un complemento pues al funcionar uno o más rociadores estos controlaran el incendio y se utilizara el gabinete para extinguir o barrer los pequeños rezagos de incendio. Por lo tanto, no es necesario diseñar un sistema diseñado con NFPA 13, diseñarlo con NFPA 14 ya que son conceptos distintos pues NFPA 14 es un sistema de solo uso de gabinetes y uso del cuerpo general de bomberos y personal altamente calificado.

### **8.2.2 Conexiones para el cuerpo general de bomberos voluntarios del Perú (válvula siamesa)**

La conexión para el cuerpo general de bomberos voluntarios consiste en dos conexiones de 2 ½ (65 mm) que utilizan un accesorio giratorio NH roscado con "rosca normalizada 2.5-7.5". Las conexiones del cuerpo general de bomberos deben estar equipadas con tapas para proteger el sistema de la entrada de basuras. Las conexiones para del cuerpo general de bomberos deber ser del tipo aprobado. Debe instalarse una válvula fire check (doble acción) en todas las líneas de inyección de los bomberos. Debe dejarse un letrero cerca a la conexión de bombero donde se indique la presión requerida en las entradas para abastecer la mayor demanda. La válvula check debe tener un drenaje automático. Las válvulas check van colgadas en el techo del semisótano.

Adicionalmente se ha considerado válvulas angulares de 2 ½" para la conexión exclusiva del cuerpo de bomberos, la ubicación es en cada piso en las cajas de las escaleras.

### **8.2.3 Tuberías y accesorios**

Las tuberías para utilizar en el proyecto están de acuerdo con NFPA 13, las tuberías expuestas serán de acero negro sin costura Cédula 40. Las uniones serán roscadas o ranuradas. El diámetro y espesor se resumen en la tabla 8.2.3.1. Los diámetros a utilizar en el proyecto son de 1" a 8".

**Tabla 8.2.3.1 – Datos de tuberías Cedula 40**

Diámetro nominal del tubo		Cédula 40							
		Diámetro externo		Diámetro Interno		Espesor de la pared		Peso Kg/m	Peso Lb/pie
pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm		
3/4"	20	1.050	26.70	0.824	20.96	0.113	2.87	1.68	1.13
1"	25	1.315	33.40	1.049	26.64	0.133	3.38	2.50	1.68
1 1/4"	32	1.660	42.20	1.380	35.08	0.140	3.56	3.38	2.27
1 1/2"	40	1.900	48.30	1.610	40.94	0.145	3.68	4.05	2.72
2"	50	2.375	60.30	2.067	52.48	0.154	3.91	5.44	3.66
2 1/2"	65	2.875	73.00	2.469	62.68	0.203	5.16	8.62	5.79
3"	80	3.500	88.90	3.068	77.92	0.216	5.49	11.29	7.59
4"	100	4.500	114.30	4.026	102.26	0.237	6.02	16.07	10.80
6"	150	6.625	168.30	6.065	154.08	0.280	7.11	28.26	18.99
8"	200	8.625	219.10	7.981	202.74	0.322	8.18	42.53	28.58
10"	250	10.750	273.00	10.020	254.46	0.365	9.27	60.29	40.51

Fuente: NFPA 13 Edición 2016

Las tuberías empotradas en pasillos, hall, habitaciones de los departamentos serán no metálicas y serán listadas para este servicio, en el proyecto se utiliza las tuberías de polipropileno conocida como "red pipe" que esta listada para este uso. La temperatura de fusión para trabajo de termofusión es de 260°C.

**Tabla 8.2.3.2 – Datos de tuberías de polipropileno red pipe**

Diámetro nominal $\varnothing$ (pulg.)	Diámetro nominal $\varnothing$ (mm.)	Espesor (mm)	
		Serie 3.2 (SDR 7.4)	Diámetro interior (mm) Serie 3.2 (SDR 7.4)
1/2"	20	2.80	14.40
3/4"	25	3.50	18.00
1"	32	4.40	23.20
1 1/4"	40	5.50	29.00
1 1/2"	50	6.90	36.20
2"	63	8.60	45.80
2 1/2"	75	10.30	54.40
3"	90	12.30	65.40
4"	110	15.10	79.80
5"	125	17.10	90.80
6"	160	21.90	116.20

Fuente: Manual del fabricante

La presión máxima en las redes de rociadores será de 175 psi, si se supera dicha presión se sectorizará a través de una válvula reductora de presión.

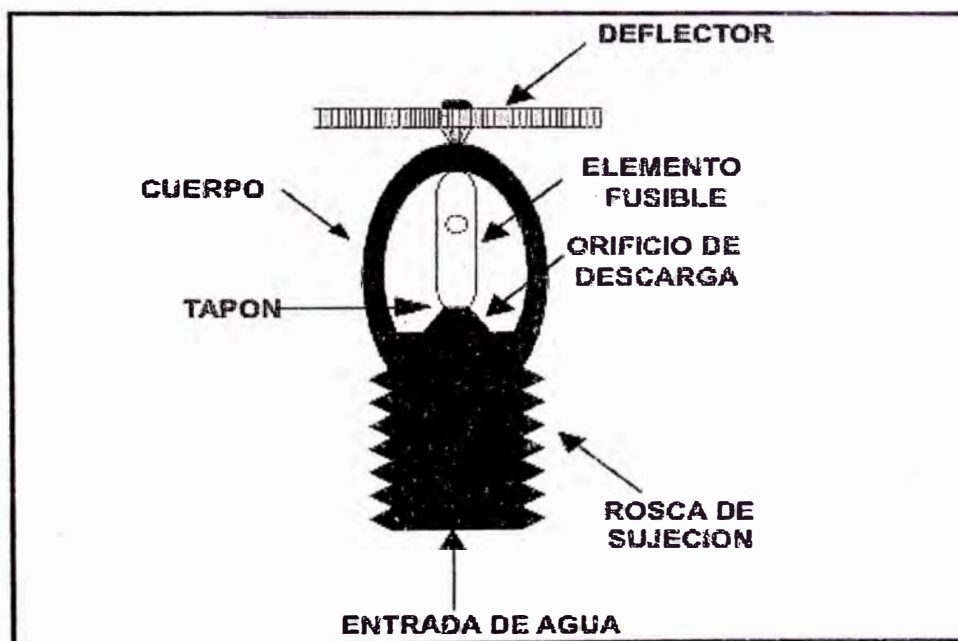


### 8.2.4 Rociadores

Un rociador es un objeto que aplica agua con un tapón termo sensible que está diseñado para destruirse a temperaturas predeterminadas, provocando la liberación automática de un potente chorro de agua pulverizada, que en algunos casos puede controlar e incluso extinguir el fuego justo en la zona donde éste se ha iniciado.

La función del rociador es proteger vidas humanas, bienes materiales y estructuras.

**Figura 8.2.3.1 – Partes de un rociador**



Los rociadores pueden clasificarse según: Temperatura de activación, respuesta de apertura, tamaño de orificio (factor K), elemento fusible, Forma de aplicación de chorro, aspecto estético, tipo de uso, área de cobertura, acabado, objeto de protección.

De acuerdo con su temperatura de activación los rociadores a utilizar en el proyecto serán de temperatura ordinaria (57-77°C - color de bulbo naranja - rojo) para los departamentos y estacionamientos, en cuartos eléctricos los rociadores serán de temperatura intermedia (79-107°C color de bulbo amarillo - verde).

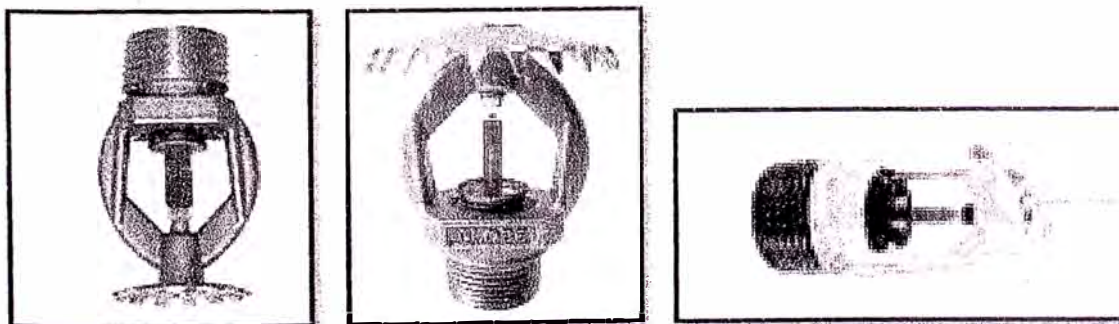
De acuerdo con su respuesta de apertura los departamentos que son de riesgo ligero y de acuerdo con NFPA 13 le corresponde de respuesta rápida y en los estacionamientos se considera de respuesta estándar.

El tamaño de orificio o valor de k elegido para el proyecto es de 5.6. El cálculo será detallado en la parte de cálculos. El diámetro del orificio del rociador se ha considerado de ½” con rosca NPT de ½”.

El elemento fusible de los rociadores es de ampolla de vidrio, poseen en su interior un bulbo de vidrio que contienen un líquido en su interior. El bulbo de vidrio no está completamente lleno, posee un espacio de aire y cuando el calor actúa en el rociador, el líquido se expande y desaparece el espacio de aire, si el calor continua, el vidrio se rompe y el rociador descarga agua a través del rociador.

Según la forma de aplicación en el proyecto se utilizarán rociadores tipo “up right” en los estacionamientos (El chorro se descarga en la misma dirección que el flujo de agua y forma una sombrilla de 360°), tipo “pendent” en la zona común de los departamentos ( El chorro se descarga en la dirección opuesta al flujo de agua y forma una sombrilla de 360°), tipo “de pared” al interior de los departamentos (El chorro que descarga forma un ángulo de 180°).

**Figura 8.2.3.2 – Rociador tipo pendent - up right – de pared**



Por su aspecto estético los rociadores “pendent” y “de pared” irán empotrados y ocultos, los del tipo “up right” serán expuestos.

Según su uso los rociadores son básicos es decir no cuentan con ninguna decoración o protección especial para robo.

El acabado los rociadores “pendent” y “up right” serán de bronce, los rociadores “de pared” serán blanco”.

Según su objeto de protección los rociadores serán del tipo de control es decir tiene misión de aislar y controlar el incendio para que el cuerpo general de bomberos logre la extinción final.

Según su área de cobertura los rociadores de los departamentos fueron proyectados para ser del tipo cobertura extendida, pero como veremos más adelante no es necesario considerarlo de cobertura extendida ya que necesitan una presión y un caudal mínimo de funcionamiento muy altos lo que implica sobredimensionar tuberías y bombas y también en la mayoría de ambiente el área de cobertura es menor que para una de cobertura extendida. Por lo tanto, se opta por rociadores de cobertura estándar y el área de cobertura es de 196 pies<sup>2</sup> por ser los rociadores de pared. En los estacionamientos y áreas comunes de los departamentos se considera rociadores de cobertura estándar y el área de cobertura es de 130 pies<sup>2</sup> por ser rociadores del tipo “up right” y “pendent”.

Hay que tener en cuenta que se debe tener una reserva de rociadores de 24 rociadores del tipo “de pared” y 24 rociadores del tipo “up right” y 12 rociadores del tipo “pendent”, esto de acuerdo con el numeral 6.2.9.5 de NFPA 13. Adicionalmente se debe considerar una llave para rociadores en el gabinete de rociadores, está llave de acuerdo con lo especificado por el fabricante.

### **8.2.5 Válvulas**

En general las válvulas deberán ser indicadoras y deberán tener un tiempo de cierre no menor de 5 segundos, esto con el fin de reducir la posibilidad de que se genere un golpe de ariete en el sistema cuando el flujo está en movimiento lo que pueda provocar daños en el sistema, las válvulas indicadoras deberán ser listadas.

### **8.2.5.1 Válvulas de control**

Cada sistema de rociadores deberá contar con válvulas que puedan controlar todas las fuentes automáticas de abastecimiento de agua y deberán ser ubicadas en lugares visibles.

Todas las válvulas de control deberán ser supervisadas mediante una estación central, alarmas locales. Nuestro proyecto cuenta con válvulas de control en estacionamientos y en cada piso de los departamentos de acorde a la distribución de las montantes que lleguen a cada piso. Las válvulas de control deben ser listadas.

### **8.2.5.2 Válvulas Fire check**

Cuando haya más de una fuente de abastecimiento deberá instalarse en cada conexión una válvula check. Pueden instalarse en posición vertical o horizontal de acuerdo con la especificación del fabricante. Deberán contar con válvulas de control a cada lado para permitir su mantenimiento, a excepción de las siamesas. Las válvulas check deberán ser listadas.

### **8.2.5.3 Válvulas de drenaje**

Todas las tuberías de los rociadores deberán tener instaladas un sistema de drenado y deberán ser dimensionadas de la siguiente manera: para un diámetro de la montante de hasta 2" le corresponde una válvula de drenaje de  $\frac{3}{4}$ " o más, para un diámetro de la montante de 2  $\frac{1}{2}$ " a 3  $\frac{1}{2}$ " le corresponde una válvula de drenaje de 1  $\frac{1}{4}$ " o más, para un diámetro de la montante de más de 4" le corresponde una válvula de drenaje de 2" únicamente. La válvula de drenaje debe ser listada.

#### **8.2.5.4 Válvulas de alivio**

Deberá instalarse una válvula de alivio listada de un tamaño no inferior de ½", la que debe estar configurada para funcionar a 175 psi o 10 psi sobre la presión máxima del sistema. La válvula de alivio debe ser listado

#### **8.2.5.5 Conexión para pruebas**

Deberá instalarse en cada sistema y de manera independiente una conexión de pruebas para inspección de no menos de 1" con terminación circular que proporcione un chorro sólido equivalente al rociador de menor orificio instalado. Debe ser de fácil acceso y debe drenar a un lugar adecuado.

#### **8.2.5.6 Válvulas reductoras de presión**

En las partes del sistema de rociadores donde no todos los componentes estén listados para presiones superiores a 175 psi y exista la posibilidad de una presión normal del agua superior a 175 psi, deberá instalarse una válvula reductora de presión calibrada para una presión de salida de 175 psi

Deberá instalarse manómetros de presión a cada lado de la válvula y una válvula de alivio en el lado de descarga de la válvula reductora de presión, debe proporcionarse una válvula de control en la entrada de cada válvula reductora de presión. Además, debe proveerse los medios adecuados para que todo paquete de válvula reductora pueda probarse al caudal máximo de demanda del sistema de rociadores. La válvula reductora debe ser listada.

#### **8.2.5.7 Válvulas de alarma o estaciones de control**

Los dispositivos de alarma de flujo de agua deberán ser listados y diseñados e instalados de manera que todo el flujo de agua de agua sea de igual o mayor caudal que un solo rociador con el factor k más bajo instalado provoque una alarma audible en las instalaciones dentro de los 5 minutos posteriores al comienzo de dicho flujo y hasta que el flujo se detenga.

El aparato de alarma debe consistir en una válvula de retención de alarma listada u otro dispositivo de alarma de detección de flujo de agua con los accesorios necesarios para dar una alarma. La válvula de alarma o detector de flujo deben ser listadas.

#### **8.2.5.8 Válvula angular**

En el proyecto se ha considerado válvulas angulares de 2 ½" para la conexión exclusiva del cuerpo de bomberos, la ubicación es en cada piso en las cajas de las escaleras. El gabinete de agua contra incendio cuenta con válvulas angulares de 1 ½".

#### **8.2.5.9 Válvula Siamesas**

Se ha considerado 2 válvulas siamesas, uno por cada calle del edificio.

#### **8.2.6 Motobomba**

Deberá controlar principalmente con un indicador de presión de aceite, indicador de temperatura, deberán contar con dos unidades de batería de almacenamiento.

#### **8.2.7 Medidor de caudal**

El equipo de bombeo contara con un medidor de caudal de diámetro de 6 pulgadas de acuerdo con NFPA 20.

#### **8.2.8 Válvula de alivio de presión**

La motobomba contará con una válvula de alivio de presión, en la mayoría ya viene con el equipo de bombeo.

## 8.2.9 Manómetro de presión

Se deberá instalar manómetros en la línea de succión e impulsión con una lectura de hasta 300 psi. Adicionalmente se debe considerar al ingreso y salida de cada válvula reductora.

## 8.2.10 Colgadores, soportes antisísmicos y separación sísmica

### 8.2.10.1 Colgadores

Los colgadores por utilizar son de múltiples componentes separados: el primer componente se una a la estructura del edificio en nuestro caso un anclaje, el segundo componente es la parte del dispositivo de soportación en nuestro caso el soporte tipo gota y el tercer componente es la pieza de conexión y que une la soportación y el componente de fijación en nuestro caso se utiliza una varilla roscada.

Los elementos de fijación como varillas, pernos, tornillos, arandelas, tuercas y tuercas de seguridad no requieren sean listados.

Se utilizará colgadores del tipo gota para tuberías horizontales y para tuberías verticales se utilizarán abrazaderas.

Las distancias de los colgadores estarán dimensionadas como se muestra en la tabla 8.2.6.1.1, de acuerdo con NFPA 13.

**Tabla 8.2.6.1.1 – Máxima distancia entre soportes**

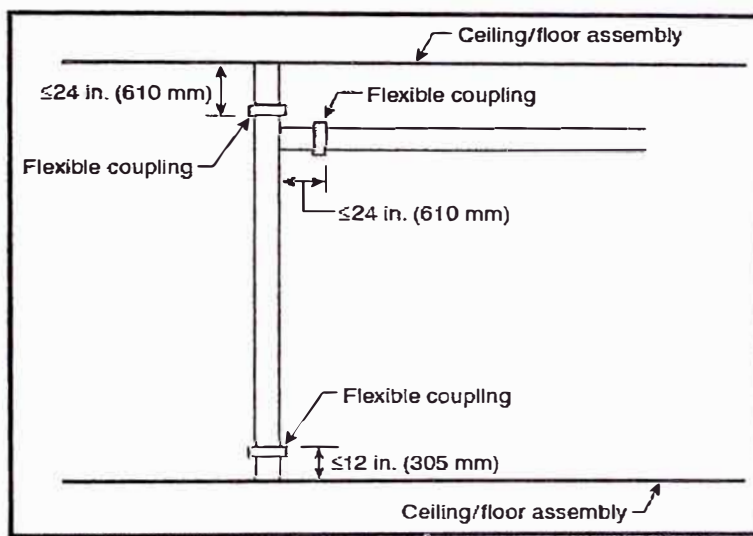
Máxima distancia entre soportes									
Tubería de acero megro cedula 40									
Diámetro de tubería	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"
Distancia entre soportes (m)	3.7	3.7	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6

Fuente: NFPA 13, edición 2016

### 8.2.10.2 Soportes antisísmicos

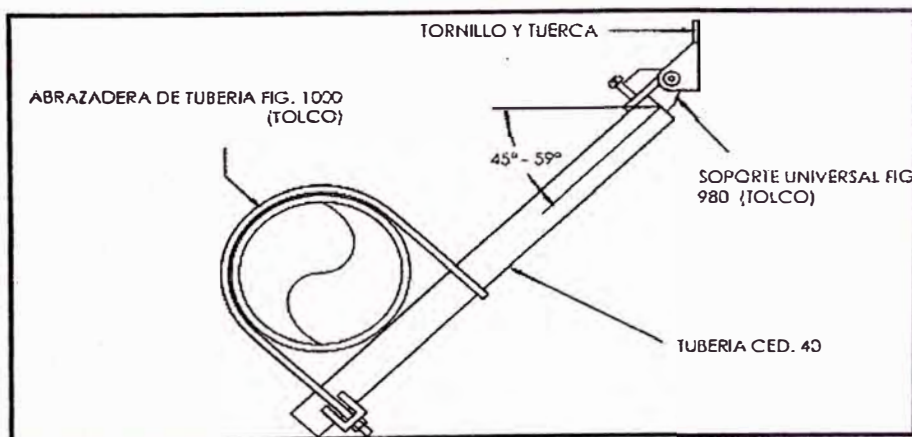
En áreas sujetas a terremotos como es el caso del Perú, debe considerarse un diseño de protección contra el movimiento que desarrollarán las tuberías debido al movimiento diferencial del edificio. En ese sentido es vital la instalación de acoples flexibles en tuberías de 2 ½" o más en las montantes.

**Tabla 8.2.6.2.1 – Acoples flexibles en montantes**

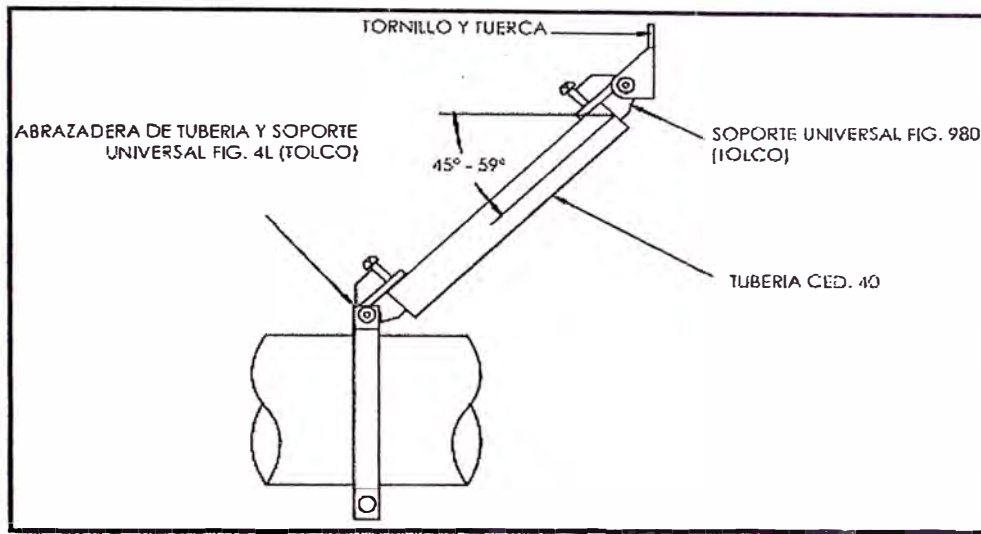
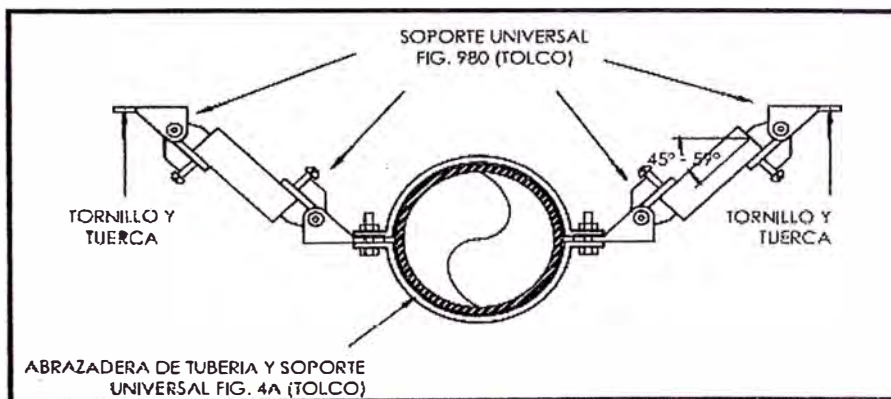


Se ha considerado dos tipos de soportes antisísmicos, soporte de dos sentidos que evita el movimiento lateral y se instalará cada 12 m. y un soporte de 4 vías que se instalará cada 24 m.

**Tabla 8.2.6.2.2 – Soporte antisísmico lateral**

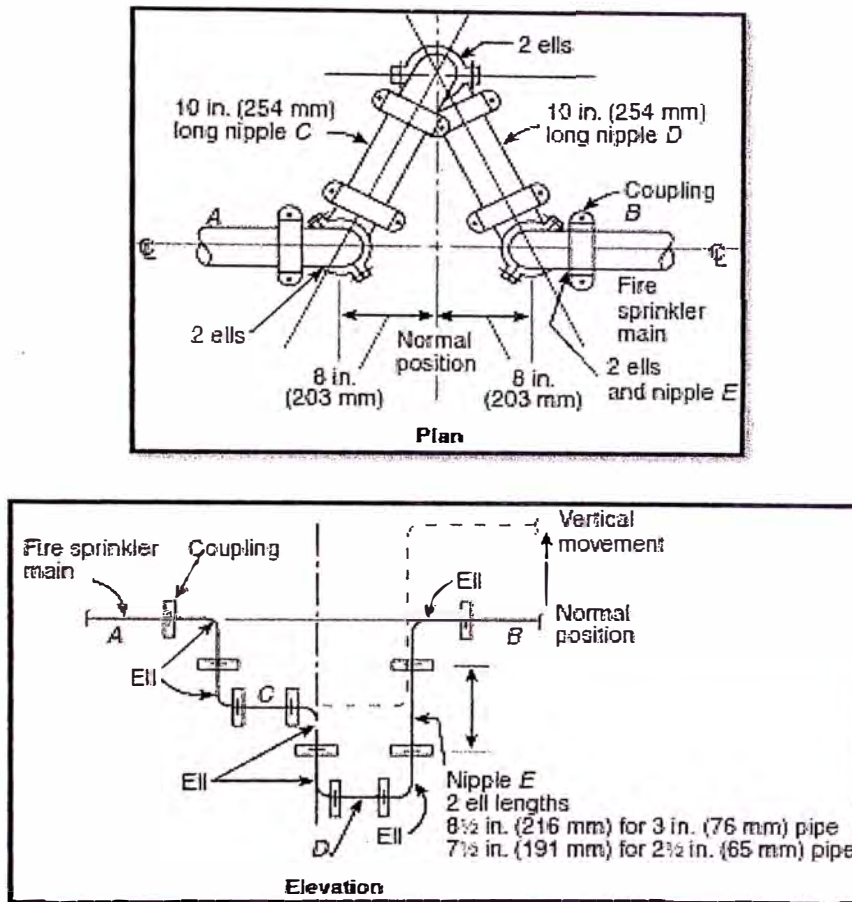




**Tabla 8.2.6.2.3 – Soporte antisísmico longitudinal****Tabla 8.2.6.2.3 – Soporte antisísmico cuatro vías**

En el proyecto se van a instalar juntas de separación sísmica con juego de codos y tuberías en los cruces con juntas de separación sísmica por encima del nivel del suelo. No se utilizarán juntas flexibles de expansión del tipo "metraflex" debido a su elevado costo y también se necesita importarlo y el tiempo promedio es de 7 semanas. En promedio las juntas flexibles tienen un costo de 600 a 800 dólares, comparado para con juego de codos que instalado no debe bajar de los 150 soles.

**Tabla 8.2.6.2.2 – Conjunto de montaje de separación sísmica**



### 8.3 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

En primer lugar, para calcular el sistema de agua contra incendio se debe definir el riesgo de la edificación, de acuerdo con "NFPA 13 - capítulo 5 – numeral 5.1" los riesgos se clasifican en 5 tipos de riesgos y estos son: riesgo leve, riesgo ordinario (grupo 1), riesgo ordinario (grupo 2), riesgo extra grupo 1, riesgo extra grupo 2.

Para nuestro caso la edificación se divide en departamentos y estacionamientos. Los departamentos u ocupaciones residenciales están dentro del riesgo leve, donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja y se esperan incendios con bajos índices de liberación de calor.

Los estacionamientos dentro del riesgo ordinario (grupo 1), donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada.

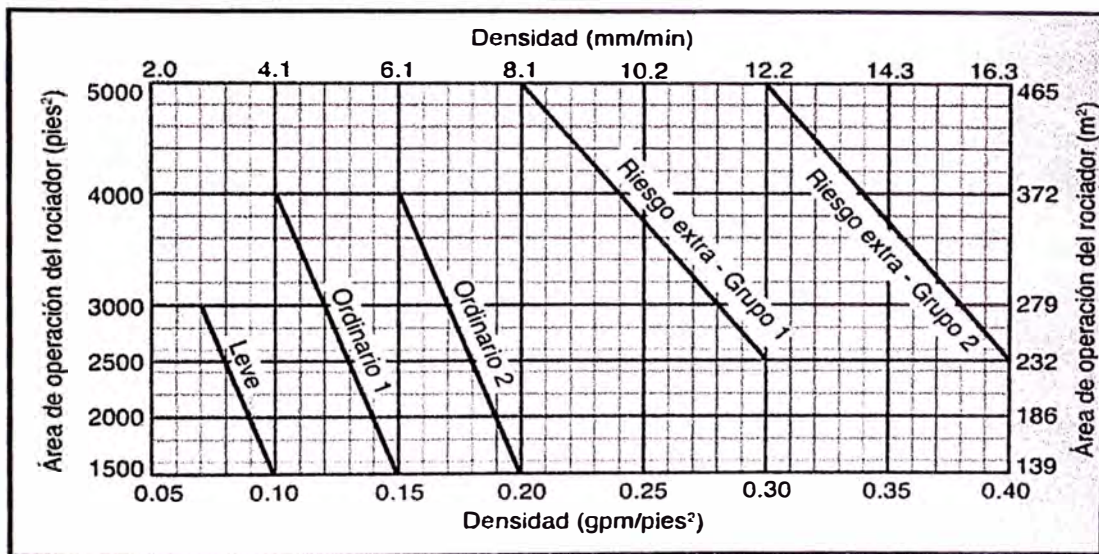
### 8.3.1 Caudal de bombeo

Para determinar el caudal de bombeo tenemos que sumar el caudal de rociadores y el caudal de las mangueras.

#### 8.3.1.1 Caudal para rociadores

De acuerdo con “NFPA 13 - capítulo 11 – numeral 11.2.3.1.1”, la demanda de agua para rociadores debe determinarse a partir de los siguientes métodos, quedando la elección a criterio del diseñador: método densidad área, método de diseño por sala, áreas especiales de diseño.

**Figura 8.3.1.1.1 – Curvas densidad/área**



Fuente: NFPA 13, edición 2016

Para nuestro caso se aplicará el método de densidad/área, dado que el método por sala necesita paredes con resistencia al fuego especiales y el tercer método no aplica al no tener área especial el proyecto.

Para los dos casos se elige el área menor es decir 1500 pies<sup>2</sup> pues así es más fácil de controlar el incendio.

**Riesgo leve:**

Importante mencionar que para los departamentos estaba proyectado rociadores de cobertura extendida, sin embargo, se utilizará rociadores de cobertura estándar como se fundamenta líneas abajo:

La “*NFPA 13 - capítulo 11 – numeral 11.2.3.2.2.3*”, indica que, para los rociadores de cobertura extendida, el área mínima de diseño debe ser la que corresponde al riesgo en la figura 8.3.1.1.1 o el área protegida por 5 rociadores, la que sea mayor.

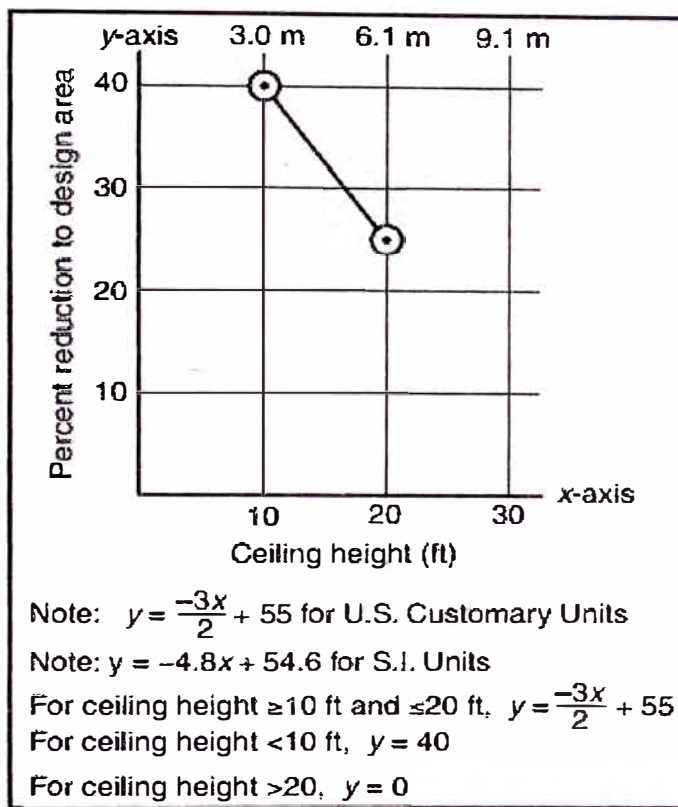
Cobertura del rociador cobertura extendida: 20 pies x 16 pies x 5 = 1600 pies<sup>2</sup>.  
Área de operación según curva densidad área: 1500 pies<sup>2</sup>

De lo anterior, le corresponde un área protegida de 1600 pies<sup>2</sup>.

La “*NFPA 13 - capítulo 11 – numeral 11.2.3.2.3.1*”, indica que cuando se utilicen rociadores listados de respuesta rápida, incluyendo los rociadores de respuesta rápida de cobertura extendida, en todo un sistema o una sección de ella de un sistema con las mismas bases de diseño hidráulico, se debe permitir reducir el área de diseño de operación del sistema sin revisar la densidad como se indica en la figura 8.3.1.1.3, siempre que se satisfagan las siguientes condiciones:

- a. Sistema de tubería húmeda (cumple).
- b. Ocupación de riesgo leve o riesgo ordinario (cumple).
- c. Altura máxima del techo de 20 pies (6.1 m). (cumple)
- d. No hay huecos de cielo raso sin protección como está permitido por 8.6.7 y 8.8.7 que excedan los 32 pies<sup>2</sup> (3 m<sup>2</sup>) (cumple)

**Figura 8.3.1.1.3 –Reducción del área de diseño para rociadores de respuesta rápida**



Fuente: NFPA 13, edición 2016

La altura de los departamentos es menor a 10 pies, por ende, se puede reducir el área de operación a un 40%.

Área de operación reducida cobertura extendida:  $1600 \text{ pies}^2 \times 0.60 = 960 \text{ pies}^2$

Área de operación reducida cobertura estándar:  $1500 \text{ pies}^2 \times 0.60 = 900 \text{ pies}^2$

Como vemos la figura 8.3.4.1.2.1. las áreas de los ambientes de los departamentos son menores a lo que cubre un rociador de cobertura extendida  $320 \text{ pies}^2$ . El área de operación de los rociadores es un departamento completo, y los caudales y presiones mínima de funcionamiento del rociador de cobertura extendida son muchos más altos que los de cobertura estándar, por lo cual se desestima los rociadores de cobertura extendida pues implicaría aumento de diámetros de tuberías y presión elevada de dimensionamiento de la bomba de agua contra incendio.

Área de operación: 900 pies<sup>2</sup>.

Número de rociadores a calcular hidráulicamente: 13 rociadores

Área de cobertura de rociador: 196 pies<sup>2</sup>.

Densidad: 0.10 gpm/pies<sup>2</sup>.

Caudal de cada rociador: 19.6 gpm

Caudal: 19.6 gpm x 13 rociadores = 254.8 gpm.

Caudal cálculo hidráulico: 277.9 gpm.

### **Riesgo ordinario:**

El caudal se calcula de forma similar que el riesgo leve. El número de rociadores a calcular hidráulicamente se determina en la figura 8.3.4.1.2.2.

Área de operación: 1500 pies<sup>2</sup>.

Número de rociadores a calcular hidráulicamente: 13 rociadores

Área de cobertura de rociador: 130 pies<sup>2</sup>.

Densidad: 0.15 gpm/pies<sup>2</sup>.

Caudal de cada rociador: 19.5 gpm

Caudal: 19.5 gpm x 13 rociadores = 253.5 gpm.

Caudal cálculo hidráulico: 297.8 gpm.

De lo anterior se escoge el mayor por lo tanto la demanda por rociadores sería 297.8 gpm.

### 8.3.1.2 Caudal para mangueras

Como lo planteado es un sistema combinado, entonces no apoyamos en la “NFPA 13 - capítulo 8 – ítem 11.2.3.1.2”, el suministro de agua debe estar disponible para la duración mínima especificada en la tabla 8.3.1.2.2.

**Tabla 8.3.1.2.2. – Requisitos para la asignación de chorros de mangueras y de duración del abastecimiento de agua para sistemas calculados hidráulicamente**

Ocupación	Mangueras Interiores		Total combinado de las mangueras interiores y exteriores		Duración (minutos)
	gpm	l/min	gpm	l/min	
Riesgo Leve	0, 50, ó 100	0, 190 ó 380	100	380	30
Riesgo Ordinario	0, 50, ó 100	0, 190 ó 380	250	950	60 - 90
Riesgo Extra	0, 50, ó 100	0, 190 ó 380	500	1900	90 - 120

Fuente: NFPA 13, edición 2016

De la tabla anterior se elige el caudal mayor, que le corresponde a un riesgo ordinario. La NFPA 13 ha aclarado que para cálculos hidráulicos solo se debe considerar el uso de dos mangueras en simultaneo y con caudal de 50 gpm cada una. No se recomienda sumar el caudal de mangueras exteriores al cálculo hidráulico dado que los bomberos llegan con sus camiones y sus bombas para extinguir el incendio. En nuestro proyecto consideraremos el uso de dos mangueras interiores a caudal de 50 gpm cada una.

El caudal de bombeo será  $297.8 \text{ gpm} + 100 \text{ gpm} = 397.8 \text{ gpm}$

De acuerdo con “NFPA 20 - capítulo 4 – tabla 4.9.2”, a nuestro sistema le corresponde una bomba de capacidad de 500 gpm listada. Si bien es cierto en la tabla 8.3.1.2.3 la capacidad de la bomba puede ser 400 y 450 gpm, estas opciones se descartan ya que para la presión del sistema no hay fabricación de motobombas que cumpla, el mínimo es de 500 gpm.

**Tabla 8.3.1.2.3 – Capacidades de bombas centrífugas contra incendio**

gpm	L/min	gpm	L/min
25	95	1,000	3,785
50	189	1,250	4,731
100	379	1,500	5,677
150	568	2,000	7,570
200	757	2,500	9,462
250	946	3,000	11,355
300	1,136	3,500	13,247
400	1,514	4,000	15,140
450	1,703	4,500	17,032
500	1,892	5,000	18,925
750	2,839		

Fuente: NFPA 13, edición 2016

### 8.3.2 Capacidad de cisterna

La NFPA 13 tabla 8.3.1.2.1 que para el mayor riesgo de la edificación que es ordinario le corresponde 60 minutos, que es el. Además, se pudo averiguar que el cuerpo de bombero más cercas son:

- Compañía de bombero "Lima" N°4 Lince, Jr. Manuel Candamo 455, con una atención cerca de 15 min. en hora punta.
- Compañía de bombero Jesús María 202, Jr Cápac Yupanqui, con una atención de 20 min. en hora punta.
- Compañía de bombero Comando Nacional San Isidro, Av. Salaverry 2495, con una atención de 25 min. en hora punta.

Adicionalmente el concepto es que los rociadores sólo controlan el incendio y estos son extinguidos por el CPGV. Analizando el tiempo de reacción de los bomberos se considera solamente para los rociadores el tiempo de almacenamiento de 30 minutos.

#### Volumen para rociadores

Vol. rociadores = 297.8 gpm x 30 min.

Vol. rociadores = 8 934 gal = 33.82 m<sup>3</sup>.



De acuerdo con la NFPA 13 tabla 8.3.1.2.1 el total de almacenamiento para mangueras interiores y exteriores en riesgo ordinario le corresponde 250 gpm para una hora. En nuestro caso se va a considerar mangueras exteriores (Grifo ACI) dado que pueda darse al estar nuestro proyecto en una zona céntrica al momento de que ocurra el incendio no se encuentre inmediatamente agua para la extinción, por lo tanto, se considera el tiempo de 60 minutos para que en el peor de los escenarios SEDAPAL pueda apoyar con la dotación de agua.

### **Volumen para mangueras**

Vol. mangueras = 250 gpm x 60 min.

Vol. mangueras = 15 000 gal = 56.78 m<sup>3</sup>.

Por lo tanto, el volumen de la cisterna de ACI sería 90.60 m<sup>3</sup>.

La ubicación es en el mismo cuarto de bombas del sistema de agua fría, las características como altura de cisterna y aspecto sanitario es la misma que para el sistema de agua fría. Hay que agregar el volumen de servicios generales el cual es de 25.50 m<sup>3</sup>, lo que nos daría un volumen total de 116.10 m<sup>3</sup>. Ver figura 8.3.2.1.

### **Cisterna ACI y SS.GG.**

Se ubicará en el sótano 6 (nivel: -23.24 m), capacidad de 116.10 m<sup>3</sup> aprox.

Área = 58.92 m<sup>2</sup>.

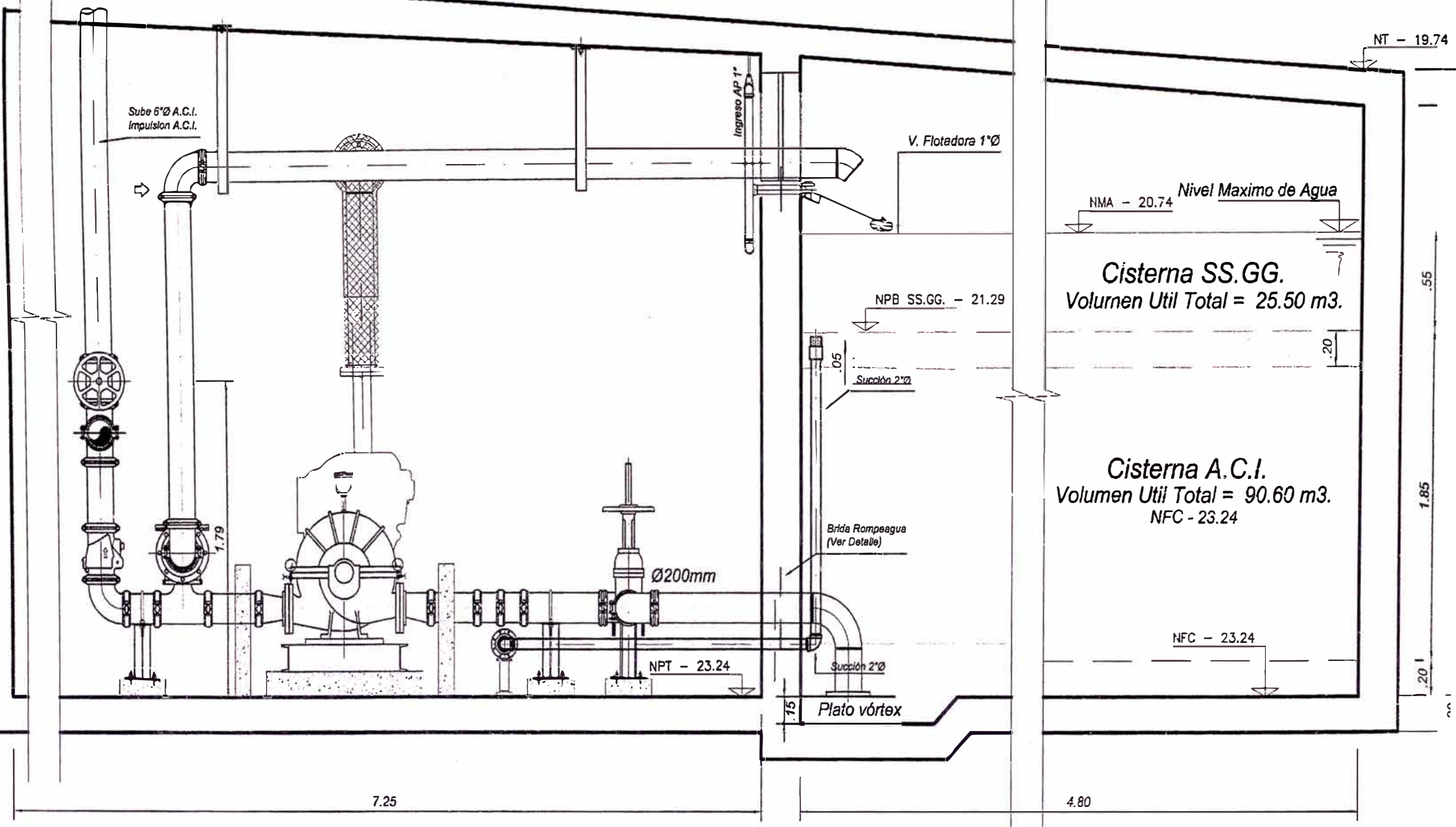
Altura útil = 2.30 m.

Altura de agua reserva seguridad = 0.20 m.

Nivel de fondo = -23.24 m.

Borde libre de 1.00 m. a 1.90 m. (ubicada debajo de rampas)

# ESTACIONAMIENTOS



Sube 6"Ø A.C.I.  
Impulsión A.C.I.

Ingreso AP 1"

V. Flotadora 1"Ø

NMA - 20.74 Nivel Maximo de Agua

Cisterna SS.GG.  
Volumen Util Total = 25.50 m3.

NPB SS.GG. - 21.29

Succión 2"Ø

Cisterna A.C.I.  
Volumen Util Total = 90.60 m3.  
NFC - 23.24

Brida Rompeagua  
(Ver Detalle)

Ø200mm

NPT - 23.24

Succión 2"Ø

Plato vórtex

7.25

4.80

NT - 19.74

.55

1.85

1.20

### 8.3.3 Tubería de alimentación de cisterna

La tubería de alimentación fue calculada en el capítulo V, ítem 5.4.2 - sistema de agua fría. El cálculo ha sido para llenar el volumen de 25.50 m<sup>3</sup> en un tiempo óptimo.

### 8.3.4 Cálculo de las redes de distribución y conexiones de manguera

Para iniciar los cálculos de los diámetros, pérdida de presión y caudal, lo haremos de acuerdo con lo establecido en "NFPA 13 - capítulo 23 - ítem 23.4". La fórmula utilizar será el de Hazen y Williams.

$$H_f = \frac{4.52 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.87} \times L}$$

donde:

Q: caudal en gpm.

C: coeficiente de pérdida por fricción.

H<sub>f</sub>: pérdida de presión en el tramo de tubería psi/pie.

d: diámetro interior real de la tubería en pulgadas.

L: longitud de la tubería en pies.

Para el cálculo de presión velocidad se utilizará la siguiente fórmula:

$$P_v = \frac{0.001123 \times Q^2}{D^4}$$

donde:

P<sub>v</sub>: presión de velocidad en psi.

Q: caudal en gpm.

d: diámetro interior real de la tubería en pulgadas.

Para el cálculo de presión normal se utilizará la siguiente fórmula:

$$P_n = P_t - P_v$$

donde:

- $P_n$ : presión normal psi.
- $P_t$ : presión total en psi.
- $P_v$ : presión de velocidad en psi.

La pérdida de carga de accesorios y válvulas se basa en el concepto de longitud equivalente de acuerdo con NFPA 13 y 14.

**Tabla 8.3.4.1 – Tabla de longitudes equivalentes de la tubería de acero calibre 40 en pies**

Diámetro	Codo 45°	Codo 90°	Tee	Val. Mariposa	Val. Compuerta	Val. Check	Val. Globo	Val. Angular
1/2"	-	1	3	-	-	-	-	-
3/4"	1	2	4	-	-	-	-	-
1"	1	2	5	-	-	5	-	-
1.1/4"	1	3	6	-	-	7	-	-
1.1/2"	2	4	8	-	-	9	46	20
2"	2	5	10	6	1	11	-	-
2.1/2"	3	6	12	7	1	14	70	31
3"	3	7	15	10	1	16	-	-
4"	4	10	20	12	2	22	-	-
6"	7	14	30	10	3	32	-	-
8"	9	18	35	12	4	45	-	-

Fuente: NFPA 13, edición 2016

Sólo en el caso de los accesorios de polipropileno se utilizará un modificador de longitud equivalente de acuerdo con NFPA 13.

**Tabla 8.3.4.2 – Multiplicador del valor C**

Valores de C	100	130	140	150
Factor de multiplicación	0.713	1.16	1.33	1.51

Fuente: NFPA 13, edición 2016

De acuerdo con la tabla 8.3.4.2 para un C=150 le corresponde un factor de 1.51.

### 8.3.4.1 Cálculo de la red de rociadores

#### 8.3.4.1.1 Cálculo en los departamentos

Sabemos:

$A_r$ : Área de cobertura de rociadores (196 pies<sup>2</sup>).

Establecemos el número de rociadores en el área de diseño:

De acuerdo con la figura 8.3.1.1.2, el número de rociadores a calcularse en el área de diseño es de 13 rociadores.

Calculamos el caudal mínimo requerido en el primer rociador. El caudal mínimo requerido en el primer rociador más alejado se determina de la siguiente manera:

$$q = D \times A_r$$

En nuestro caso D es 0.1 gpm/pies<sup>2</sup> y  $A_r$  es 196 pies<sup>2</sup>.

$$q = 0.10 \times 196 = 19.6 \text{ gpm}$$

Calculamos el coeficiente de descarga teórico como sigue:

$$k = \frac{q}{p^{0.5}}$$

La "NFPA 13 - capítulo 23 - ítem 23.4.4.11", indica que la presión mínima de operación de cualquier rociador debe ser de 7 psi (0.5 bar). Y en el ítem 23.4.4.12 indica que la presión máxima es de 175 psi.

$$k = \frac{19.6}{7^{0.5}}$$

$$k = 7.40 \frac{\text{gpm}}{\text{psi}^{0.5}}$$

De acuerdo con NFPA le corresponde un K de 5.6

Calculamos la presión mínima requerida en el primer rociador. La presión mínima requerida para descargar el caudal mínimo por el primer rociador se calcula como sigue:

$$P = \left(\frac{q}{k}\right)^2$$

Donde:

k: coeficiente de descarga del rociador.

$$P = \left(\frac{19.6}{5.6}\right)^2 = 12.25 \text{ psi}$$

Como tenemos un sistema combinado de gabinetes y rociadores, de acuerdo con NFPA 13, Calculamos la presión mínima requerida en el primer rociador, desarrollamos el cálculo y de acuerdo con la tabla 8.3.4.1.1.4 y se va añadiendo el caudal de 50 gpm de la manguera más remota, así hasta completar los 100 gpm.

#### 8.3.4.1.2 Cálculo en los sótanos

Se plantea similar al cálculo en los departamentos.

Sabemos:

$A_r$ : Área de cobertura de rociadores riesgo ordinario (130 pies<sup>2</sup>).

$A_d$ : Tamaño del área de diseño (1500 pies<sup>2</sup>)

Establecemos el número de rociadores en el área de diseño:

De acuerdo con la figura 8.3.1.1.4, el número de rociadores en el área de diseño es de 13.

Calculamos el caudal mínimo requerido en el primer rociador. El caudal mínimo requerido en el primer rociador más alejado se determina de la siguiente manera:

$$q = D \times A_r$$

En nuestro caso D es 0.15 gpm/pies<sup>2</sup> y Ar es 130 pies<sup>2</sup>.

$$q = 0.15 \times 130 = 19.5 \text{ gpm}$$

Calculamos el coeficiente de descarga teórico como sigue:

$$k = \frac{q}{p^{0.5}}$$

La "NFPA 13 - capítulo 23 - ítem 23.4.4.11", indica que la presión mínima de operación de cualquier rociador debe ser de 7 psi (0.5 bar). Y en el ítem 23.4.4.12 indica que la presión máxima es de 175 psi.

$$k = \frac{19.5}{7^{0.5}}$$

$$k = 7.37 \frac{\text{gpm}}{\text{psi}^{0.5}}$$

De acuerdo con NFPA le corresponde un K de 5.6

Calculamos la presión mínima requerida en el primer rociador. La presión mínima requerida para descargar el caudal mínimo por el primer rociador se calcula como sigue:

$$P = \left(\frac{q}{k}\right)^2$$

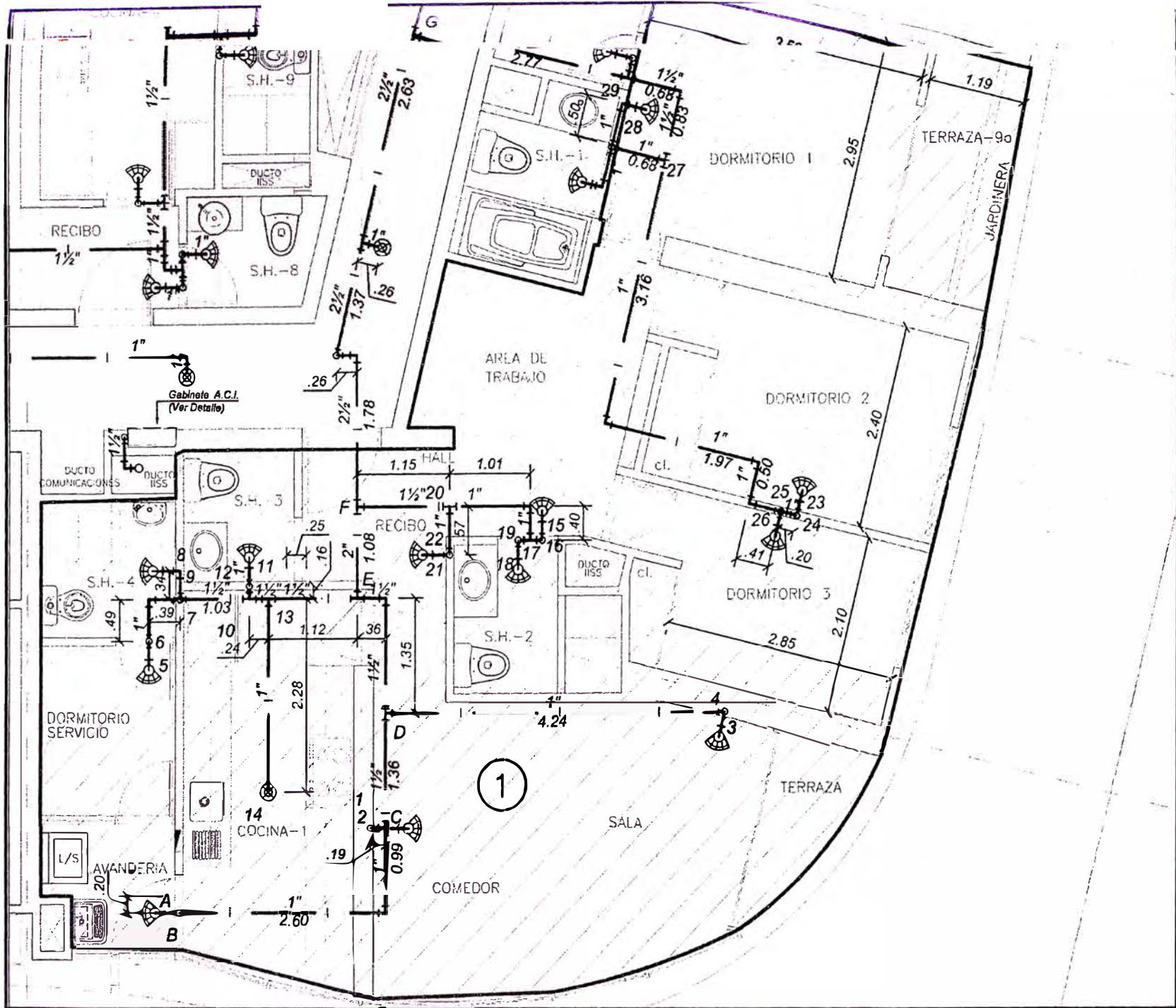
Donde:

k: coeficiente de descarga del rociador.

$$P = \left(\frac{19.5}{5.6}\right)^2 = 12.12 \text{ psi}$$

De las tablas 8.3.4.1.1.1 y 8.3.4.1.1.2 se puede deducir que la presión que requiere el sistema de rociadores en el piso 33 que parte del departamento 331 es mayor que la presión que requiere los estacionamientos, asimismo el caudal que requiere el sistema de rociadores de los estacionamientos es mayor que lo que requiere los departamentos. Por lo tanto, el caudal que requiere el sistema de bombeo es de 397.8 gpm.





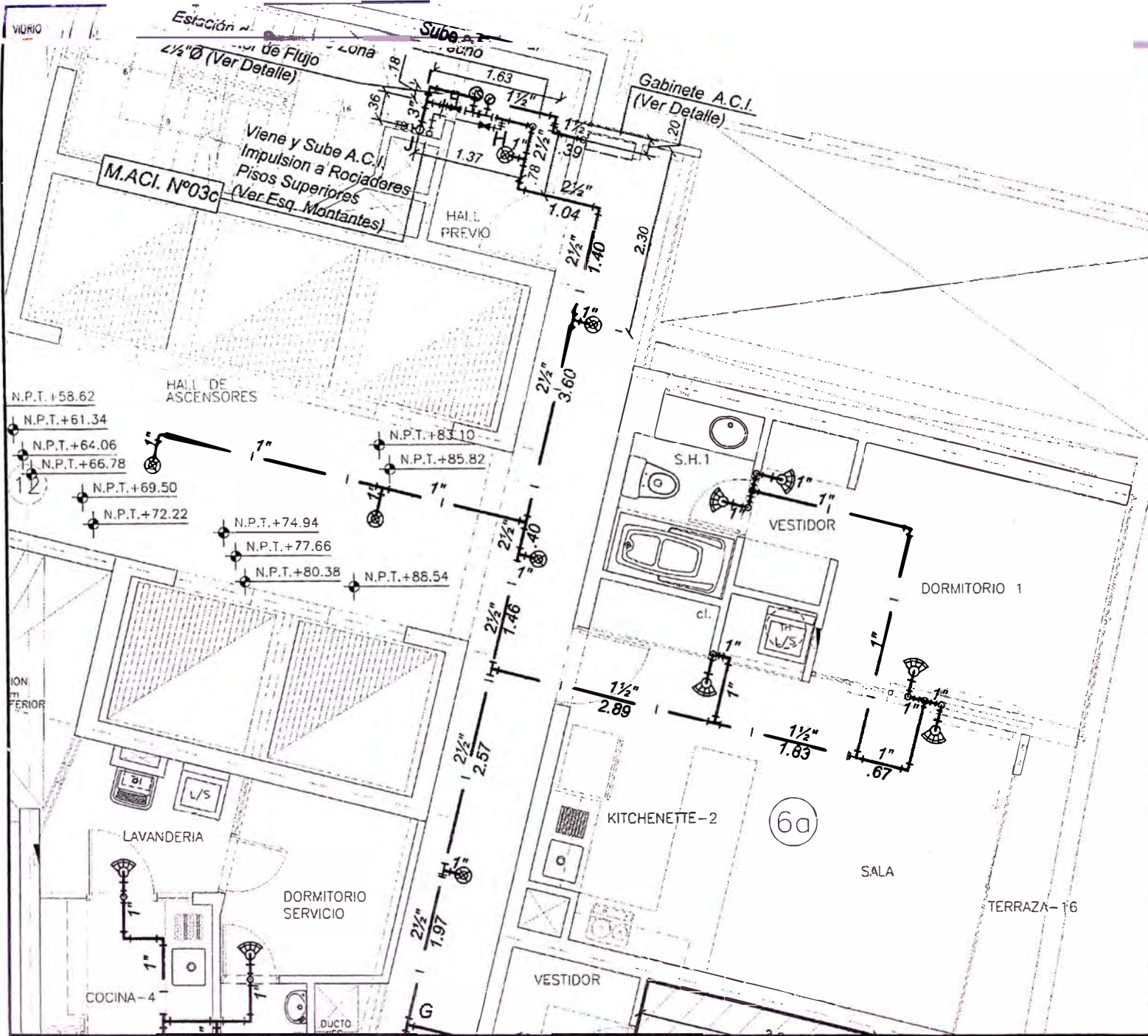


Tabla 8.3.4.1.2.1. – Cálculo hidráulico de los rociadores en piso 33 – Departamento 1

Código	Flujo (gpm)	diámetro (pulg)	L accesorios (pie)				L tubo (m)	L total (pie)	Pérdida por fricción (psi.pie)	P. total (psi)		Presion normal (psi)		Notas
			accesorios	Nº	Leq.	factor Leq. T				P. elevación	P. fricción	Pt=	Pv=	
0	q= 9.6	1"	Codo 90°	1	2	1.00	2.00	0.12	2.4	0.125463	Pt= 12.25	Pt= 12.25	C= 120	
	Ph= -0.17										Pv= 0.36	D= 0.1		
	Q= 9.6										Pf= 0.30	Pn= 11.89	k= 5.6	
1	q= 0	1"	Codo 90°	2	2	1.51	6.04	3.72	18.2	0.162801	Pt= 12.38	Pt= 12.38	C= 150	
	Ph= -0.18										Pv= 0.62	D= 0.1		
	Q= 9.6										Pf= 2.97	Pn= 11.76	K= 5.03	
2	q= 9.6	1"	Codo 90°	1	2	1.00	2.00	0.12	2.4	0.125463	Pt= 12.25	Pt= 12.25	C= 120	
	Ph= -0.17										Pv= 0.36	D= 0.1		
	Q= 9.6										Pf= 0.30	Pn= 11.89	k= 5.6	
3	q= 0	1"	Codo 90°	1	2	1.51	3.02	0.32	4.1	0.162801	Pt= 12.38	Pt= 12.38	C= 150	
	Ph= -0.18										Pv= 0.62	D= 0.1		
	Q= 9.6										Pf= 0.66	Pn= 11.76	K= 5.47	
4	q= 11.3	1.1/2"	Tee	1	8	1.51	12.08	3.59	23.9	0.072681	Pt= 15.17	Pt= 15.17	qc= 21.3	
	Ph= 0.00										Pv= 0.46			
	Q= 40.9										Pf= 1.73	Pn= 14.71		
5	q= 19.6	1"	Codo 90°	1	2	1.00	2.00	0.12	2.4	0.125463	Pt= 12.25	Pt= 12.25	C= 120	
	Ph= -0.17										Pv= 0.36	D= 0.1		
	Q= 19.6										Pf= 0.30	Pn= 11.89	k= 5.6	
6	q= 0	1"	Codo 90°	1	2	1.51	3.02	4.37	17.4	0.162801	Pt= 12.38	Pt= 12.38	C= 150	
	Ph= -0.18										Pv= 0.62	D= 0.1		
	Q= 19.6										Pf= 2.83	Pn= 11.76	K= 5.06	
7	q= 20.8	1.1/2"	Codo 90° - Tee	1	4	1.51	6.04	1.71	23.7	0.155494	Pt= 16.90	Pt= 16.90	qd= 20.8	
	Ph= 0.00										Pv= 1.04			
	Q= 31.7										Pf= 3.69	Pn= 15.86	K= 13.59	
8	q= 19.6	1"	Codo 90°	1	2	1.00	2.00	0.12	2.4	0.125463	Pt= 12.25	Pt= 12.25	C= 120	
	Ph= -0.17										Pv= 0.36	D= 0.1		
	Q= 19.6										Pf= 0.30	Pn= 11.89	k= 5.6	
9	q= 0	1"	Codo 90°	2	2	1.51	6.04	1.01	9.4	0.162801	Pt= 12.38	Pt= 12.38	C= 150	
	Ph= -0.18										Pv= 0.62	D= 0.1		
	Q= 19.6										Pf= 1.52	Pn= 11.76	K= 5.29	
10	q= 19.6	1"	Codo 90°	1	2	1.00	2.00	0.12	2.4	0.125463	Pt= 12.25	Pt= 12.25	C= 120	
	Ph= -0.17										Pv= 0.36	D= 0.1		
	Q= 19.6										Pf= 0.30	Pn= 11.89	k= 5.6	
11	q= 0	1"	Codo 90°	1	2	1.51	3.02	0.47	4.6	0.162801	Pt= 12.38	Pt= 12.38	C= 150	
	Ph= -0.18										Pv= 0.62	D= 0.1		
	Q= 19.6										Pf= 0.74	Pn= 11.76	K= 5.45	
12	q= 20.2	1.1/2"	Tee	1	8	1.51	12.08	1.03	15.5	0.069091	Pt= 13.72	Pt= 13.72	qr= 20.2	
	Ph= 0.00										Pv= 0.43			
	Q= 39.8										Pf= 1.07	Pn= 13.29		
13	q= 19.6	1"	Codo 90°	1	2	1.00	2.00	0.12	2.4	0.125463	Pt= 12.25	Pt= 12.25	C= 120	
	Ph= -0.17										Pv= 0.36	D= 0.1		
	Q= 19.6										Pf= 0.30	Pn= 11.89	k= 5.6	
14	q= 0	1"	Codo 90°	1	2	1.51	3.02	0.47	4.6	0.162801	Pt= 12.38	Pt= 12.38	C= 150	
	Ph= -0.18										Pv= 0.62	D= 0.1		
	Q= 19.6										Pf= 0.74	Pn= 11.76	K= 5.45	
15	q= 21.0	1.1/2"	Tee	1	8	1.51	12.08	0.24	12.9	0.151136	Pt= 14.79	Pt= 14.79	q10= 21.0	
	Ph= 0.00										Pv= 1.00			
	Q= 60.7										Pf= 1.94	Pn= 13.78		
16	q= 13	1"	Codo 90°	1	2	1.51	3.02	2.40	10.9	0.038847	Pt= 5.39	Pt= 5.39	C= 150	
	Ph= -0.17										Pv= 0.16	D= 0.1		
	Q= 13										Pf= 0.42	Pn= 5.23	k= 5.6	
17	q= 22.39	1.1/2"	Tee	1	8	1.51	12.08	0.64	14.2	0.270072	Pt= 16.73	Pt= 16.73	K= 5.47	
	Ph= 0.00										Pv= 1.88			
	Q= 83.12										Pf= 3.83	Pn= 14.85	q13= 22.4 K= 18.33	
18	q= 83.2	2"	Tee	1	10	1.51	15.10	1.08	18.6	0.240012	Pt= 20.59	Pt= 20.59	qf= 83.2	
	Ph= 0.00										Pv= 2.23			
	Q= 144.9										Pf= 4.47	Pn= 18.36		
19	q= 19.6	1"	Codo 90°	1	2	1.00	2.00	0.12	2.4	0.125463	Pt= 12.25	Pt= 12.25	C= 120	
	Ph= -0.17										Pv= 0.36	D= 0.1		
	Q= 19.6										Pf= 0.30	Pn= 11.89	k= 5.6	
20	q= 0	1"	Codo 90°	1	2	1.51	3.02	0.28	3.9	0.162801	Pt= 12.38	Pt= 12.38	C= 150	
	Ph= -0.18										Pv= 0.62	D= 0.1		
	Q= 19.6										Pf= 0.64	Pn= 11.76	K= 5.47	
21	q= 19.6	1"	Codo 90°	1	2	1.00	2.00	0.12	2.4	0.125463	Pt= 12.25	Pt= 12.25	C= 120	
	Ph= -0.17										Pv= 0.36	D= 0.1		
	Q= 19.6										Pf= 0.30	Pn= 11.89	k= 5.6	
22	q= 0	1"	Codo 90°	1	2	1.51	3.02	0.28	3.9	0.162801	Pt= 12.38	Pt= 12.38	C= 150	
	Ph= -0.18										Pv= 0.62	D= 0.1		
	Q= 19.6										Pf= 0.64	Pn= 11.76	K= 5.47	
23	q= 19.60	1"	Codo 90° Tee	1	2	1.51	3.02	1.41	15.2	0.586898	Pt= 12.84	Pt= 12.84	q17= 19.60	
	Ph= 0.00										Pv= 2.48			
	Q= 39.2										Pf= 8.92	Pn= 10.36		

## Tabla 8.3.4.1.2.1. – Cálculo hidráulico de los rociadores en piso 33 – Departamento 1

Fl.	diámetro (pulg)	L accesorios (pie)					L tubo (m)	L total (pie)	Pérdida por fricción (psi.pie)	P. total (psi)			Presion normal (psi)	Notas
		accesorios	N°	Leq.	factor	Leq. T				P. elevación	P. fricción	Pt=		
3	1"	Codo 90°	1	2	1.00	2.00	0.12	2.4	0.125463	Pt=	12.25	Pt=	12.25	C= 120 D= 0.1 gpm/pie2 k= 5.6
										Ph=	-0.17	Pv=	0.36	
Q=	3.6					2.00				Pf=	0.30	Pn=	11.89	
4	1"	Codo 90°	1	2	1.51	3.02	0.70	5.3	0.162801	Pt=	12.38	Pt=	12.38	C= 150 D= 0.1 gpm/pie2 K= 5.42
										Ph=	-0.18	Pv=	0.62	
Q=	9.6					3.02				Pf=	0.87	Pn=	11.76	
5	1.1/2"	Tee	1	8	1.51	12.08	1.15	15.9	0.168902	Pt=	21.75	Pt=	21.75	q <sub>20</sub> = 25.30 K= 13.05
										Ph=	0.00	Pv=	1.13	
Q=	1.50					12.08				Pf=	2.68	Pn=	20.62	
6	2.1/2"	Codo 90° Tee	3 1	6 12	1.51 1.51	27.18 18.12	6.04	65.1	0.206701	Pt=	25.06	Pt=	25.06	q <sub>F</sub> = 65.32 K= 33.86
										Ph=	0.00	Pv=	2.36	
Q=	5.32					45.30				Pf=	13.46	Pn=	22.71	
7	1"	Codo 90°	1	2	1.00	2.00	0.12	2.4	0.125463	Pt=	12.25	Pt=	12.25	C= 120 D= 0.1 gpm/pie2 k= 5.6
										Ph=	-0.17	Pv=	0.36	
Q=	9.6					2.00				Pf=	0.30	Pn=	11.89	
8	1"	Codo 90°	1	2	1.00	2.00	0.33	4.1	0.162801	Pt=	12.38	Pt=	12.38	C= 150 D= 0.1 gpm/pie2 K= 5.46
										Ph=	-0.18	Pv=	0.62	
Q=	9.6					3.02				Pf=	0.67	Pn=	11.76	
9	1"	Codo 90°	1	2	1.00	2.00	0.12	2.4	0.125463	Pt=	12.25	Pt=	12.25	C= 120 D= 0.1 gpm/pie2 k= 5.6
										Ph=	-0.17	Pv=	0.36	
Q=	9.6					2.00				Pf=	0.30	Pn=	11.89	
10	1"	Codo 90° Tee	3 1	2 5	1.51 1.51	9.06 7.55	6.04	36.4	0.597431	Pt=	12.86	Pt=	12.86	K= 5.57 q <sub>25</sub> = 19.98
										Ph=	0.00	Pv=	2.53	
Q=	9.98					16.61				Pf=	21.76	Pn=	10.34	
11	1"	Codo 90°	1	2	1.00	2.00	0.12	2.4	0.125463	Pt=	12.25	Pt=	12.25	C= 120 D= 0.1 gpm/pie2 k= 5.6
										Ph=	-0.17	Pv=	0.36	
Q=	19.6					2.00				Pf=	0.30	Pn=	11.89	
12	1"	Codo 90° Tee	1 1	2 5	1.51 1.51	3.02 7.55	1.31	14.9	0.162801	Pt=	12.38	Pt=	12.38	C= 150 D= 0.1 gpm/pie2 K= 5.13
										Ph=	-0.18	Pv=	0.62	
Q=	19.6					10.57				Pf=	2.42	Pn=	11.76	
13	1.1/2"	Codo 90° Tee	1 1	4 8	1.51 1.51	6.04 12.08	4.28	32.2	0.195217	Pt=	34.62	Pt=	34.62	q <sub>27</sub> = 30.17 K= 10.91
										Ph=	0.00	Pv=	1.32	
Q=	10.17					18.12				Pf=	6.28	Pn=	33.30	
14	2.1/2"	Codo 90° Tee	3 1	6 12	1.51 1.51	27.18 18.12	13.47	89.5	0.346454	Pt=	38.52	Pt=	38.52	q <sub>G</sub> = 67.69
										Ph=	0.00	Pv=	4.12	
Q=	67.7					45.30				Pf=	31.01	Pn=	34.40	
15	2.1/2"	Codo 90° Val. Mariposa	1 1	6 7	1.00 1.00	6.00 7.00	1.52	18.0	0.262590	Pt=	69.53	Pt=	69.53	C= 120 D= 0.1 gpm/pie2 k= 5.6
										Ph=	0.21	Pv=	2.34	
Q=	278					13.00				Pf=	4.72	Pn=	67.19	
16	3"	Tee	1	15	1.00	15.00	0.36	16.2	0.123568	Pt=	74.46	Pt=	74.46	50 gpm manguera
										Ph=	0.10	Pv=	1.36	
Q=	50					15.00				Pf=	2.00	Pn=	73.10	
										Pt=	76.56			



Tabla 8.3.4.1.2.2 - Cálculo hidráulico alimentador - MACI 3-c del 10° hasta 33° piso

no	ajo (m)	diámetro (pulg.)	L accesorios (pie)				L tubo (m)	L total (pie)	Pérdida por fricción (psi.pie)	P. total (psi)		Presion normal (psi)	Notas
			accesorios	N°	Leq.	factor				Leq. T	P. elevación		
0°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	1	20	1.00	20.00	2.72	28.9	0.032883	Pt= 76.56	Pt= 76.56	C= 120 D= 0.1 gpm/pie2 k= 5.6
											Ph= 3.13	Pv= 0.46	
0°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 80.64	Pt= 80.64	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
0°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 84.81	Pt= 84.81	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
1°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 88.97	Pt= 88.97	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
1°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 93.13	Pt= 93.13	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
1°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 97.29	Pt= 97.29	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
3°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 99.29	Pt= 99.29	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
7°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 101.45	Pt= 101.45	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
6°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 105.61	Pt= 105.61	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
6°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 109.77	Pt= 109.77	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
5°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 113.93	Pt= 113.93	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
4°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 118.10	Pt= 118.10	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
4°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 122.26	Pt= 122.26	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
12°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 126.42	Pt= 126.42	C= 120 D= 0.1 gpm/pie2 k= 5.6
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
21°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 130.58	Pt= 130.58	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
20°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 134.74	Pt= 134.74	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
19°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 138.90	Pt= 138.90	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
18°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 143.06	Pt= 143.06	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
17°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 147.22	Pt= 147.22	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
16°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 151.39	Pt= 151.39	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
15°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 155.55	Pt= 155.55	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
14°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 159.71	Pt= 159.71	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
13°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 163.87	Pt= 163.87	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
12°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 168.03	Pt= 168.03	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
10°	q= 0 Q= 327.9	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 172.19	Pt= 172.19	
											Ph= 3.87	Pv= 0.46	
											Pt= 176.35		

Tabla 8.3.4.1.2.3 - Cálculo hidráulico alimentador - MACI 3-c del 1° hasta 9° piso

no	L (m)	diámetro (pulg)	L accesorios (pie)				L tubo (m)	L total (pie)	Pérdida por fricción (psi.pie)	P. total (psi)		Presion normal (psi)		Notas
			accesorios	Nº	Leq.	factor				Leq. T	P. elevación	P. fricción	Pt=	
1°	q= 0 Q= 328	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 176.35	Pt= 176.35	C= 120 D= 0.1 gpm/pie2 k= 5.6	
	Ph= 3.87										Pv= 0.46			
2°	q= 0 Q= 328	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 180.51	Pt= 180.51		
	Ph= 3.87										Pv= 0.46			
3°	q= 0 Q= 328	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 184.68	Pt= 184.68		
	Ph= 3.87										Pv= 0.46			
4°	q= 0 Q= 328	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 188.84	Pt= 188.84		
	Ph= 3.87										Pv= 0.46			
5°	q= 0 Q= 328	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 193.00	Pt= 193.00		
	Ph= 3.87										Pv= 0.46			
6°	q= 0 Q= 328	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 197.16	Pt= 197.16		
	Ph= 3.87										Pv= 0.46			
7°	q= 0 Q= 328	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 201.32	Pt= 201.32		
	Ph= 3.87										Pv= 0.46			
8°	q= 0 Q= 328	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 205.48	Pt= 205.48		
	Ph= 3.87										Pv= 0.46			
9°	q= 0 Q= 328	4"	Tee	0	20	1.00	0.00	2.72	8.9	0.032883	Pt= 209.64	Pt= 209.64		
	Ph= 3.87										Pv= 0.46			
											Pt= 213.80			

Tabla 8.3.4.1.2.6 - Cálculo hidráulico alimentador - MACI 3-c del Cuarto bombas al techo Semisótano

amo	L (m)	diámetro (pulg)	L accesorios (pie)				L tubo (m)	L total (pie)	Pérdida por fricción	P. total (psi)		Presion normal (psi)		Notas
			accesorios	Nº	Leq.	factor				Leq. T	P. elevación	P. fricción	Pt=	
SS	q= 0 Q= 328	4"	Codo 90°	3	10	1.00	30.00	12.48	70.9	0.032883	Pt= 213.80	Pt= 213.80	C= 120 D= 0.1 gpm/pie2 k= 5.6	
	Ph= 1.21										Pv= 0.46			
fall S - SS	q= 50 Q= 378	4"	Codo 90° Tee	5 2	10 20	1.00 1.00	50.00 40.00	26.11	175.7	0.042757	Pt= 217.35	Pt= 217.35	50 gpm manguera	
	Ph= 3.06										Pv= 0.61			
SS- lanif.	q= 0 Q= 378	4"	Codo 90° Tee Val. Mariposa Val. Check	6 1 1 1	10 20 12 22	1.00 1.00 1.00 1.00	60.00 20.00 12.00 22.00	33.44	223.7	0.042757	Pt= 227.91	Pt= 227.91		
	Ph= 29.07										Pv= 0.61			
lanif. bomb	q= 0 Q= 500	6"	Codo 90° Tee Val. Mariposa Val. Check	5 1 1 1	14 30 10 32	1.00 1.00 1.00 1.00	70.00 30.00 10.00 32.00	9.88	174.4	0.009749	Pt= 266.55	Pt= 266.55		
	Ph= 1.14										Pv= 0.21			
bomb Suc.	q= 0 Q= 500	8"	Codo 90° Val. Compuerta	1 1	18 4	1.00 1.00	18.00 4.00	3.90	34.8	0.002561	Pt= 0.00	Pt= 0.00		
	Ph= 0.71										Pv= 0.07			
											Pt= 270.18			

Figura 8.3.4.1.2.4. – Cálculo hidráulico de los rociadores en semisótano – Parte A

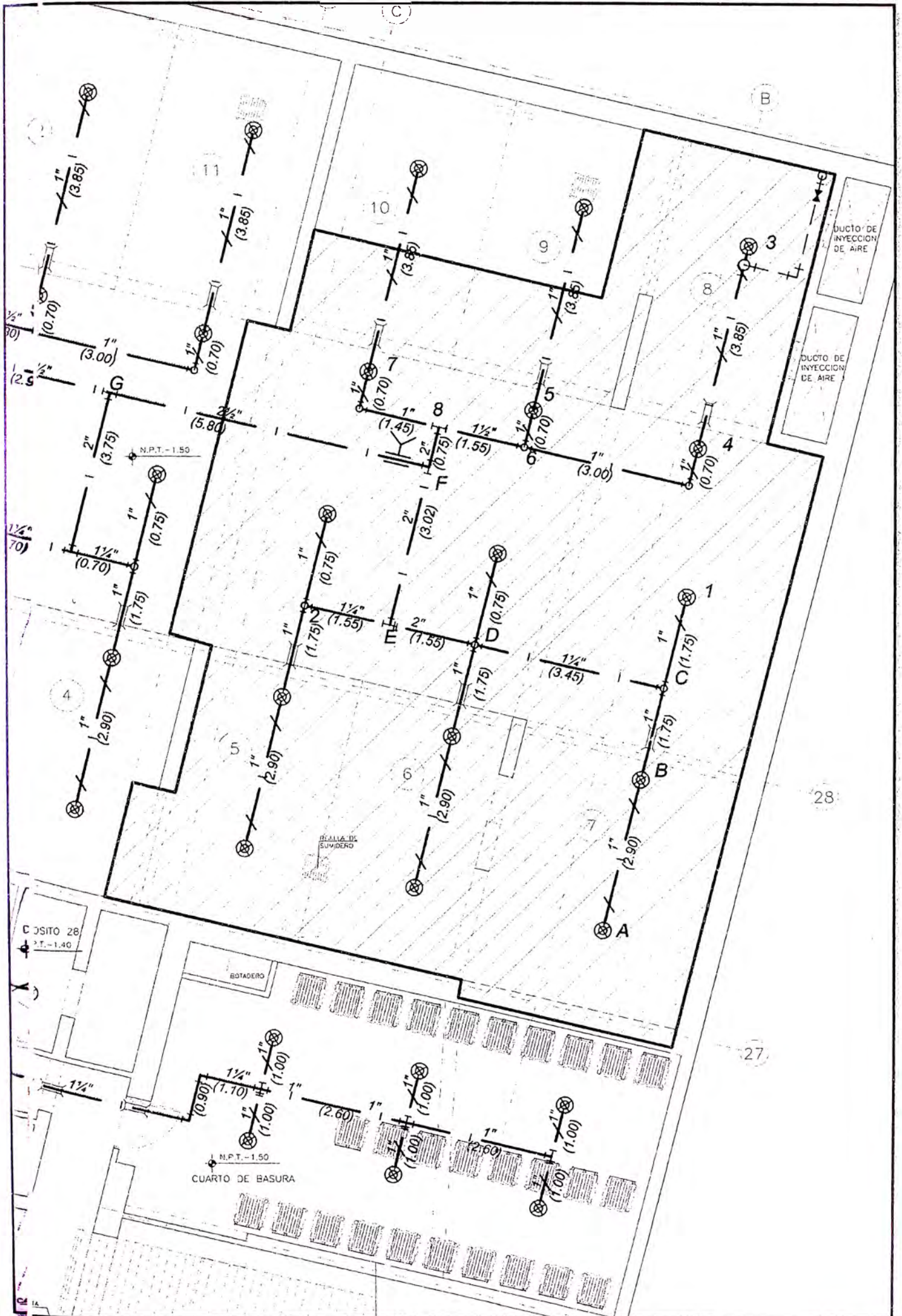




Figura 8.3.4.1.2.5. – Cálculo hidráulico de los rociadores en semisótano – Parte B

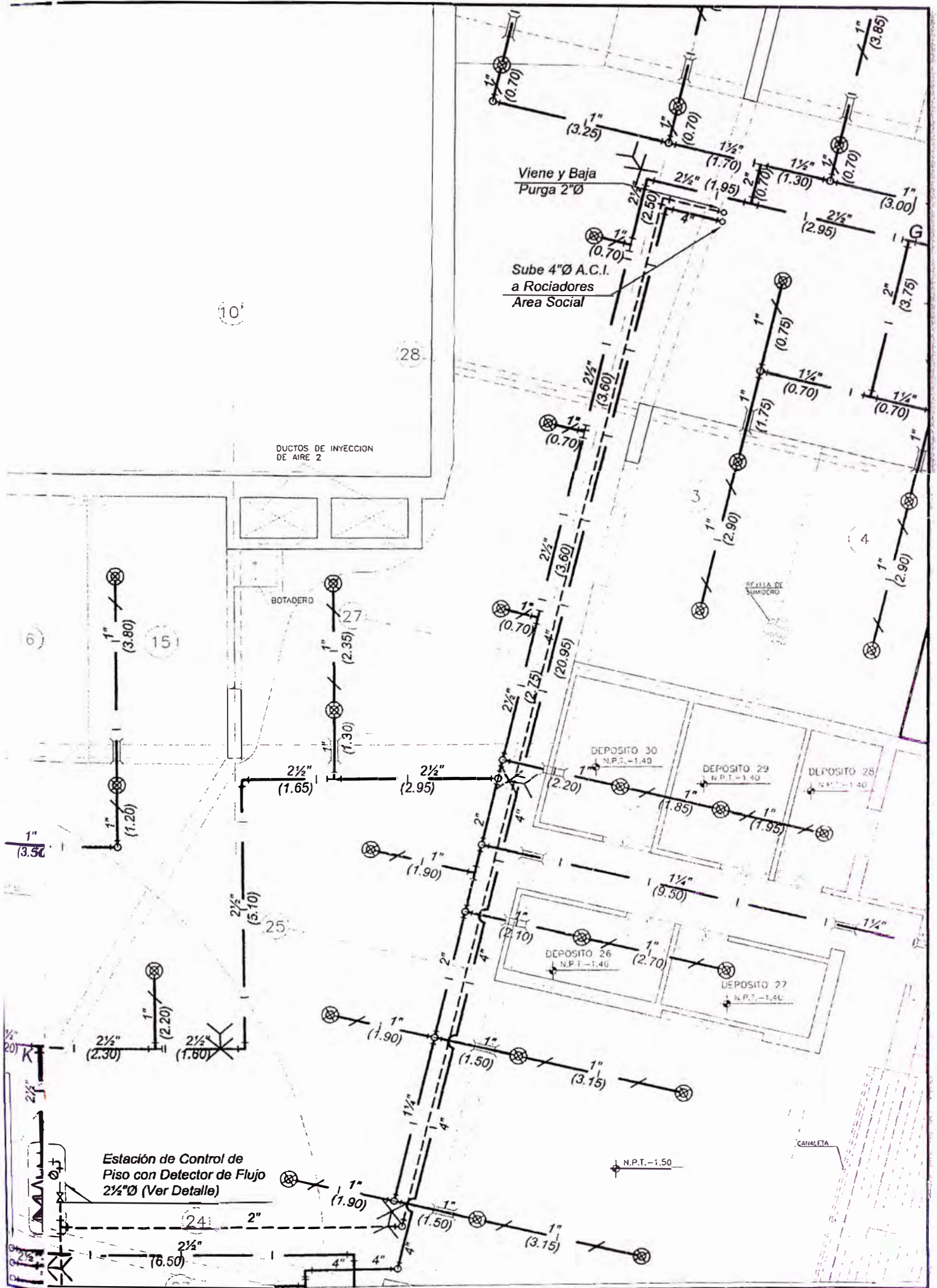


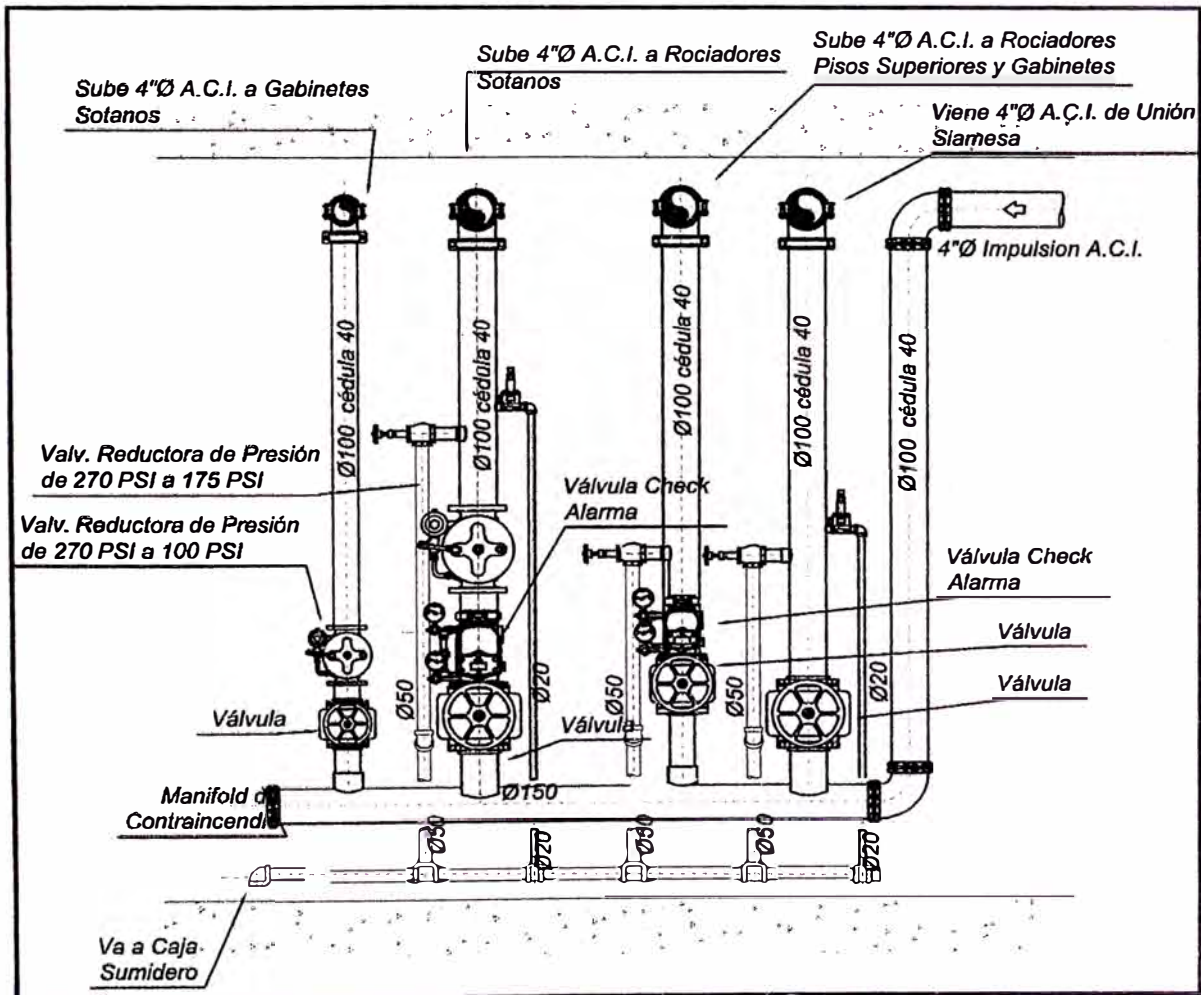
Tabla 8.3.4.1.2.6. – Cálculo hidráulico de los rociadores en semisótano – Estacionamientos

Modelo	Luzo (m)	diámetro (pulg)	L accesorios (pie)					L tubo (m)	L total (pie)	Pérdida por fricción (psi.pie)	P. total (psi)		Presion normal (psi)	Notas	
			accesorios	N°	Leq.	factor	Leq. T				P. elevación	P. fricción			
B	19.5	1"	Codo 90°	1	2	1.00	2.00	3.00	11.8	0.124281	Pt=	12.13	Pt=	12.13	C= 120 D= 0.15 gpm/pie2 k= 5.6
											Ph=	0.14	Pv=	0.35	
C	20.8	1"	Tee	1	5	1.00	5.00	1.75	10.7	0.475121	Pt=	13.74	Pt=	13.74	q <sub>B</sub> = 20.8 K= 9.27
											Ph=	0.00	Pv=	1.50	
C	19.5	1"	Codo 90°	1	2	1.00	2.00	1.85	8.1	0.124281	Pt=	12.13	Pt=	12.13	K= 5.35
											Ph=	0.14	Pv=	0.35	
D	23.2	1.1/4"	Codo 90°	1	3	1.00	3.00	3.75	21.3	0.288936	Pt=	18.84	Pt=	18.84	q <sub>C</sub> = 23.24 K= 12.59
											Ph=	0.43	Pv=	1.24	
E	63.5	2"	Tee	1	10	1.00	10.00	1.55	15.1	0.146480	Pt=	25.42	Pt=	25.42	q <sub>D</sub> = 63.49 K= 24.16
											Ph=	0.00	Pv=	0.99	
E	63.5	1.1/4"	Codo 90°	1	3	1.00	3.00	1.85	15.1	0.288936	Pt=	18.84	Pt=	18.84	q <sub>E</sub> = 23.24 K= 13.06
											Ph=	0.43	Pv=	1.24	
F	68.7	2"	Tee	1	10	1.00	10.00	3.02	19.9	0.325911	Pt=	27.63	Pt=	27.63	q <sub>E</sub> = 68.67 K= 33.49
											Ph=	0.00	Pv=	2.36	
4	19.5	1"	Tee	1	5	1.00	5.00	3.85	17.6	0.124281	Pt=	12.13	Pt=	12.13	k= 5.6
											Ph=	0.00	Pv=	0.35	
6	21.19	1"	Codo 90°	2	2	1.00	4.00	4.10	22.5	0.484586	Pt=	14.32	Pt=	52.79	q <sub>E</sub> = 21.19 K= 8.02
											Ph=	0.57	Pv=	1.54	
6	19.5	1"	Codo 90°	1	2	1.00	2.00	1.10	10.6	0.124281	Pt=	12.13	Pt=	12.13	K= 5.21
											Ph=	0.57	Pv=	0.35	
8	26.44	1.1/2"	Tee	1	8	1.00	8.00	1.55	13.1	0.150951	Pt=	25.77	Pt=	25.77	q <sub>E</sub> = 26.44 K= 12.75
											Ph=	0.00	Pv=	0.75	
7	19.5	1"	Codo 90°	2	2	1.00	4.00	2.55	17.4	0.124281	Pt=	12.13	Pt=	12.13	k= 5.6
											Ph=	0.57	Pv=	0.35	
8	26.65	2"	Tee	1	10	1.00	10.00	0.75	12.5	0.083604	Pt=	27.74	Pt=	27.74	K= 5.06 q <sub>E</sub> = 26.65 K= 17.48
											Ph=	0.00	Pv=	0.54	
F	102.1	2.1/2"	Tee	1	12	1.00	12.00	5.80	31.0	0.298439	Pt=	34.12	Pt=	34.12	q <sub>F</sub> = 102.11 K= 45.21
											Ph=	0.00	Pv=	2.69	
G	297.8	2.1/2"	Codo 90°	4	6	1.00	24.00	30.05	146.6	0.298439	Pt=	43.38	Pt=	43.38	
											Ph=	0.00	Pv=	2.69	
H	297.8	2.1/2"	Tee	2	12	1.00	24.00	4.85	46.9	0.298439	Pt=	87.13	Pt=	87.13	
											Ph=	0.00	Pv=	2.69	
SS-Manif.	297.8	4"	Codo 90°	6	10	1.00	60.00	35.59	250.8	0.027517	Pt=	101.13	Pt=	101.13	C= 120 D= 0.15 gpm/pie2 k= 5.6
											Ph=	31.20	Pv=	0.38	
Manif. Bomb	500	6"	Codo 90°	5	14	1.00	70.00	9.88	174.4	0.009749	Pt=	139.23	Pt=	139.23	
											Ph=	1.14	Pv=	0.21	
Bomb. Suc.	500	8"	Codo 90°	1	18	1.00	18.00	3.90	34.8	0.002561	Pt=	0.00	Pt=	0.00	
											Ph=	0.71	Pv=	0.07	
											Pt=	142.87			

### 8.3.5 Válvulas reductoras de presión en montantes, junto al manifold

Se ha considerado una válvula reductora de presión en el manifold para los rociadores de los sótanos que tiene como presión de entrada de 270 psi, se sabe de la tabla 8.3.4.1.2.6 que la presión que se requiere en el punto más desfavorable es de 140 psi y la presión máxima del sistema debe ser de 175 psi, por lo cual se elige como presión de salida de la válvula reductora 175 psi. Adicionalmente una válvula reductora para los gabinetes que tienen una presión de entrada de 300 psi y presión de salida de 100 psi.

Figura 8.3.5.1. – Manifold de montantes



### **8.3.6 Válvulas reductoras y reguladoras de presión en pisos**

Se puede observar en la tabla 8.3.4.1.1.3 que la presión en el piso 10 es mayor de 175 psi, por lo tanto, a partir de este piso hacia abajo se necesitaran colocar válvulas reductoras de presión, el planteamiento de reductoras es por piso.

Desde el primer piso hasta el 10° piso se considerarán válvulas reductoras en la estación de control que tendrán una presión de entrada mayor a 175 psi y una presión de salida de 80 psi. Igualmente, las válvulas reductoras desde el piso 1 hasta el piso 27 deberán instalarse válvulas reguladoras de presión para la salida de mangueras y para las salidas de las válvulas angulares.

### **8.3.7 Altura dinámica total**

La altura dinámica será la presión en la línea de impulsión y succión que se puede observar en la tabla 8.3.4.1.2.6 y es de 270.18 psi.

Por lo tanto, ADT es igual  $270.18 \text{ psi} = 190.27 \text{ m}$ .

### **8.3.8 Datos de la electrobomba jockey**

El funcionamiento de la bomba jockey es reponer la presión en el sistema de agua contra incendio, ya sea por una fuga, o caída y así evitar el funcionamiento de la motobomba. El caudal de la bomba de acuerdo con NFPA 20 debe ser lo equivalente a un goteo por 10 min o 1 gpm lo que sea mayor, pero de acuerdo con los proveedores el caudal debe ser 1% a 5% del caudal de la bomba principal. Por lo tanto, se tomará un 2% del caudal de la bomba principal. La altura dinámica se va a considerar 10% de la altura dinámica total de la bomba principal, esto es un criterio de los mejores aceptados en la actualidad. Por lo tanto, se tiene:

$$Q_{jockey} = 2\% Q_{aci}$$

$$Q_{jockey} = 2\% \times 500 \text{ gpm} = 10 \text{ gpm} = 0.65 \text{ lps}$$

$$ADT_{jockey} = 10\% ADT_{Bomba} = 270.18 \times 1.1 \text{ psi} = 297.20 \text{ psi} = 209.30 \text{ m}$$

### 8.3.9 Potencia

La potencia se calcula de la siguiente manera:

$$Potencia = \frac{Q_b \times ADT}{75 \times e}$$

#### 8.3.9.1 Motobomba

$$Potencia = \frac{31.55 \times 190.27}{75 \times 0.55} = 145 \text{ Hp}$$

Por lo tanto, la potencia será de 145 Hp.

#### 8.3.9.2 Electrobomba Jockey

$$Potencia = \frac{0.65 \times 209.30}{75 \times 0.70} = 2.59 \text{ Hp} = 3 \text{ Hp}$$

Por lo tanto, la potencia será de 3 Hp.

### 8.3.10 Características de los equipos de bombeo

En el proyecto se ha considerado una motobomba dado que es más segura, pues cuando ocurre un incendio lo que primero que sucede muchas veces es corte de la electricidad.

De acuerdo con NFPA 20, la curva de la motobomba debe cumplir lo siguiente: Caudal 500 gpm, presión nominal de 270.18 psi, 150% gpm a menor de 65% presión: 750 gpm - 175.62 psi, 0% gpm a no más del 140% presión: 0 gpm - 378.26 psi.

### 8.3.10.1 Motobomba

Equipo de bombeo compuesto por una bomba horizontal de caja partida especial para incendios, Listada por UL y Aprobada por FM accionada por motor diesel Listado para uso en equipos de agua contra incendios, refrigerado por agua, conjunto sólidamente construido sobre rieles tipo patín con tanque de petróleo para uso diario en la base, compuesto por todos los elementos que indica la NFPA para este equipo, potencia necesaria para elevar 500 GPM a 270.18 PSI, el proveedor deberá levantar la curva de funcionamiento antes de la entrega.

-	Líquido a bombear	agua limpia
-	Caudal	31.55 Ips (500 GPM)
-	Altura Dinámica Total	190.27 m (270.18 PSI)
-	Diámetro Succión:	8"
-	Diámetro de impulsión	6"
-	BHP aproximado	145
-	Listada UL/FM	
-	Combustible	Diesel

### 8.3.10.2 Electrobomba Jockey

Una (1) unidad tipo Monoblock, tipo Booster, centrífuga, multi-etapas, para instalación horizontal, cuerpo de bomba de Acero inoxidable, impulsor cerrado de acero inoxidable, balanceado dinámicamente, eje de acero, sello mecánico; acoplada a motor eléctrico vertical, monofásico, para corriente alterna de 60 ciclos, 220 voltios; todo el conjunto alineando motor y bomba; temperatura de trabajo máx. 40°C, en general para trabajar en las siguientes características hidráulicas:

-	Líquido a bombear	agua limpia
-	Caudal	0.64 Ips (10 GPM)
-	Altura Dinámica Total	209.30 m (297.20 PSI)
-	Diámetro Succión:	1 ½ "
-	Diámetro descarga	1 ¼ "
-	Potencia aproximada	3 HP

## CAPÍTULO IX

### SISTEMA DE DESAGÜE Y DRENAJE

#### 9.1 GENERALIDADES

La evacuación del sistema de desagüe y drenaje de lluvia, está formado por un conjunto de tuberías y accesorios que permiten la pronta evacuación de las aguas residuales desde todo aparato sanitarios, sumidero hasta la montante más próximo y luego hacia la caja registro respectiva. El sistema de evacuación deberá cumplir las siguientes condiciones.

- “El sistema integral de desagüe deberá ser diseñado y construido en forma tal que las aguas servidas sean evacuadas rápidamente desde todo aparato sanitario, sumidero u otro punto de colección, hasta el lugar de descarga con velocidades que permitan el arrastre de las excretas y materias en suspensión, evitando obstrucciones y depósitos de materiales”. *(R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 6 – subcapítulo 6.1 - literal a).*
- “Se deberá prever diferentes puntos de ventilación, distribuidos en tal forma que impida la formación de vacíos o alzas de presión, que pudieran hacer descargar las trampas”. *(R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 6 – subcapítulo 6.1 - literal b).*
- “Las edificaciones situadas donde exista un colector público de desagüe, deberán tener obligatoriamente conectadas sus instalaciones domiciliarias de desagüe a dicho colector. Esta conexión de desagüe a la red pública se realizará mediante caja de registro o buzón de dimensiones y de profundidad apropiadas, de acuerdo con lo especificado en esta”. *(R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 6 – subcapítulo 6.1 - literal c).*
- “El diámetro del colector principal de desagües de una edificación debe calcularse para las condiciones de máxima descarga”. *(R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 6 – subcapítulo 6.1 - literal d).*
- “Todo sistema de desagüe deberá estar dotado de suficiente número de elementos de registro, a fin de facilitar su limpieza y mantenimiento”. *(R.N.E. Norma IS-010 - capítulo 6 – subcapítulo 6.1 - literal e).*

- “Cuando las aguas residuales provenientes del edificio o parte de este no puedan ser descargadas por gravedad a la red pública, deberá instalarse un sistema adecuado de elevación, para su descarga automática a dicha red”. *(R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 6 – subcapítulo 6.1 - literal f).*
- “Los diámetros de los montantes y los ramales de colectores para aguas de lluvia estarán en función del área servida y de la intensidad de la lluvia”. *(R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 7 – subcapítulo 7.1 - literal c).*

## **9.2 SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE DESAGÜES**

Los sistemas de distribución de la red recolección y evacuación de desagües y su diseño, se ven íntimamente unidos por condiciones internas y externas a la edificación.

Las condiciones internas la definen básicamente la arquitectura y estructura de la edificación, es decir; ubicación de los aparatos sanitarios, ubicación de las montantes de desagüe, interferencias estructurales (losas aligeradas, vigas, vigas chatas placas y columnas), sanitarias (cisterna y redes de agua), eléctricas; instalaciones mecánicas las cuales se debe coordinar con las diferentes especialidades en su momento de diseñar las instalaciones de desagüe.

Las condiciones externas la definen básicamente por la distribución de la red de alcantarillado urbano, tiene influencia en cota, capacidad y la mayor o menor proximidad a la edificación.

En el presente proyecto hemos utilizado un sistema de recolección unitario, lo que implica, que exista un único sistema de recolección tanto para las aguas servidas como para las aguas provenientes del sistema de drenaje pluvial, ya que la edificación se ubica en Lima donde la precipitación pluvial es mínima. Se ha considerado sumideros en el techo de la edificación.



En el proyecto se ha considerado 3 sistemas de evacuación: Sistema por gravedad, sistema de bombeo de desagüe, sistema de bombeo de drenaje.

### **9.2.1 SISTEMA POR GRAVEDAD**

La evacuación de las aguas servidas provenientes de cada uno de los diferentes servicios sanitarios (SS.HH., lavandería, cocina) de la edificación desde el piso 33 hasta el piso 2, se hará mediante una red de recolección, la cual llevará las aguas servidas a las montantes de desagüe respectivas, las cuales están ubicados en ductos que facilitarán un futuro mantenimiento. Los montantes bajan para luego colgar debajo del primer piso y estas montantes según su ubicación se juntarán en colectores principales, estos colectores recibirán la evacuación de las aguas servidas provenientes de los servicios sanitarios del primer piso, esto con el objetivo de evitar posibles atoros por turbulencia en todo el primer piso. Los colectores descargarán a la red pública a través de las 4 conexiones domiciliarias de 6", 02 (dos) en la avenida Paseo de la República y las otras 02 (dos) en la calle Los mirtos.

#### **9.2.1.1 Procedimiento de diseño y cálculo de Montantes.**

Para el diseño de las redes de desagüe se ha considerado que cada servicio o grupo de servicios descargue en un ducto donde se instalará una montante de desagüe, esta montante no recibirá una descarga mayor o igual a 500 Unidades de descarga, para que el diámetro no supere las 6", ya que con un diámetro de 6" se necesitaría un ducto mucho más grande y será más difícil su instalación.

El cálculo de los montantes de desagüe se determinará por el método de unidades de descarga y de acuerdo con el *R.N.E., Norma IS-010, Anexos 6 y 7.*

Para el cálculo de las montantes de drenaje se ha optado por analizar hidráulicamente el comportamiento del flujo en bajantes y luego compararlo con el anexo 8 del *R.N.E., Norma IS-010, optando por la tabla 1.2 para el cálculo de montantes de drenaje.*

### 9.2.1.1.1 Comportamiento del flujo en las bajantes

Según Rafael Pérez Carmona, para caudales pequeños, el agua baja pegada a la pared interior de la tubería. Con el aumento del caudal, la adherencia continúa hasta un punto donde la fricción con el aire hace formar un pistón de agua que desciende hasta que el incremento de presión bajo del pistón lo rompe y se forma un anillo alrededor de la tubería con un cilindro de aire en el centro.

Este fenómeno aparece cuando el flujo que está aumentando alcanza de un cuarto a un tercio de la sección y se manifiesta con fluctuaciones de presión. Más allá de estos valores, se pueden presentar variaciones mayores de + 2,5 cm columna de agua, que puedan romper los sellos. Este anillo se forma a corta distancia de la entrega, continúa acelerándose hasta que la fuerza de fricción ejercida por las paredes de la tubería iguala la fuerza de gravedad. De este punto hacia abajo, suponiendo que no haya más descargas, la velocidad de la masa de agua prácticamente no cambia. A esta velocidad se le llama velocidad terminal y a la distancia que se produce se le llama longitud terminal.

Se aclara así la inquietud de muchos proyectistas en cuanto a velocidades excesivas en bajantes de muchos pisos y el deterioro que producirían en los accesorios que las reciben.

Para la velocidad terminal se tiene la expresión:

$$V_t = 2.76 (q/d)^{0.4}$$

Para la longitud terminal:

$$L_t = 0.17 (V_t)^2$$

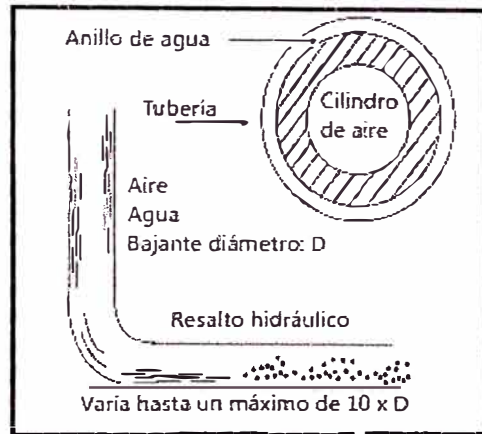
En donde:

$V_t =$  Velocidad en m/s  $L_t =$  Longitud terminal desde el punto de entrega en m

$q =$  Caudal en litros por segundo (l/s)

$d =$  Diámetro de la bajante en pulgadas

**Figura 9.2.1.1.1.- Comportamiento del flujo en bajantes**



Fuente: Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones, Rafael Pérez

### 9.2.1.1.2 Capacidad de las bajantes

Según Rafael Pérez Carmona, el caudal que puede desaguar una bajante es función de la relación del área del anillo de agua pegado a las paredes y el área total de la sección. Los investigadores Both Dawson y Roy B. Hunter encontraron que cuando dicha relación está entre 1/4 y 1/3 no se producen fluctuaciones de presión peligrosas para sifonamiento.

La capacidad se expresa así:

$$Q = 1.754 (r)^{5/3} (d)^{8/3}$$

En donde:

$Q =$  Capacidad en l/s

$r =$  Relación de áreas

$d =$  Diámetro en pulgadas

La mayoría de códigos, normas optan por  $r=1/4$  o  $7/24$

**Tabla 9.2.1.- Máxima capacidad de las bajantes**

Diámetro del tubo (mm)	Caudal en litros por segundo		
	$r=1/4$	$r=7/24$	$r=1/3$
2"	1.10	1.40	1.80
3"	3.20	4.20	5.20
4"	7.00	9.10	11.30
6"	20.70	26.70	33.40
8"	44.50	57.60	71.90
10"	80.80	104.00	130.40
12"	131.00	169.80	212.00

Fuente: Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones, Rafael Pérez

Cuando la bajante entrega a una tubería horizontal, la velocidad terminal es superior a la velocidad para flujo uniforme del nuevo colector, produciéndose un descenso brusco de aquella, acompañado con un aumento de la profundidad, dando lugar al fenómeno conocido como resalto hidráulico en el tramo inicial, a una distancia que varía entre cero y diez diámetros. Para minimizar el efecto, se puede aumentar el diámetro del colector horizontal o aumentar su pendiente. Después de producido el resalto, la tubería tiende a fluir llena, arrastrando aire y causando fluctuaciones de presión.

Con el fin de evitar interferencias con las entregas en el tramo horizontal, se recomienda conectar un ramal paralelo a una distancia por lo menos 10 diámetros

Para el cálculo del agua de lluvia se ha elaborado la tabla 9.2.1. en la cual se tomado en cuenta la siguiente formula.

$$Q = 27.78 \times C \times l \times A$$

Donde:

Q= caudal en (l/s)

C= coeficiente de escurrimiento absoluto (se asume 0.92 – OS-60)

l= Intensidad máxima de lluvia en Lima 10 mm/hr (periodo de 50 años)

A= área de lluvia en hectárea

**Tabla 9.2.1.- Diámetro del montante de drenaje pluvial**

Area m2	Caudal (l/s)	Diámetro calculado (pulg)	Diámetro comercial (pulg)
10	0.0256	0.4442	2
50	0.1278	0.8118	2
100	0.2556	1.0527	2
150	0.3833	1.2256	2
200	0.5111	1.3652	2
300	0.7667	1.5894	2
500	1.4056	1.9949	2
1630	2.9389	2.6307	3

De acuerdo al plano de drenaje pluvial, el área de drenaje de techo para un montante no supera los 50 m<sup>2</sup>, por lo tanto, el diámetro de una montante de 2 pulgadas sería correcto. También se puede concluir que el caudal de aporte sería de 0.1278 l/s por montante como máximo.

**Tabla 9.2.2.- Unidades de descarga para aparatos no especificados**

Diámetro de la tubería de descarga del aparato (mm)	Unidades de descarga correspondientes
32 o menor (1 1/4" o menor)	1
40 (1 1/2")	2
50 (2")	3
65 (2 1/2")	4
75 (3")	5
100 (4")	5

Fuente: RNE Edición 2006, modificación 2012.

**Tabla 9.2.3.- Unidades de descarga**

<b>Tipos de Aparatos</b>	<b>Diámetro mínimo de la trampa (mm)</b>	<b>Unidades de descarga</b>
Inodoro ( con tanque)	75 (3")	4
Inodoro ( con tanque descarga reducida)	75 (3")	2
Inodoro ( con válvula automática y semiautomática)	75 (3")	8
Inodoro ( con válvula automática y semiautomática de descarga reducida)	75 (3")	4
Bidé	40 (1 1/2")	3
Lavatorio	32 - 40 (1 1/4" - 1 1/2")	1 - 2
Lavatorio de cocina	50 (2")	2
Lavatorio con trituradora de desperdicios	50 (2")	3
Lavadero de ropa	40 (1 1/2")	2
Ducha privada	50 (2")	2
Ducha pública	50 (2")	3
Tina	40 - 50 (1 1/2" - 2")	2 - 3
Urinario de pared	40 (1 1/2")	4
Urinario de válvula automática y semiautomática	75 (3")	8
Urinario de válvula automática y semiautomática de descarga reducida	75 (3")	4
Urinario corrido	75 (3")	4
Bebadero	25 (1")	1 - 2
Sumidero	50 (2")	2

Fuente: RNE Edición 2006, modificación 2012.

**Tabla 9.2.4.- Número máximo de unidades de descarga que puede ser conectado a los conductos horizontales de desagüe y las montantes.**

<b>Diámetro del tubo (mm)</b>	<b>Cualquier horizontal de desagüe (*)</b>	<b>Montantes de 3 pisos de altura</b>	<b>Montantes de más de de 3 pisos</b>	
			<b>Total en la montante</b>	<b>Total por piso</b>
32 (1 1/4")	1	2	2	1
40 (1 1/2")	3	4	8	2
50 (2")	6	10	24	6
65 (2 1/2")	12	20	42	9
75 (3")	20	30	60	16
100 (4")	160	240		90
125 (5")	360	540	1100	200
150 (6")	520	960	1900	350
200 (8")	1400	2200	3600	600
250 (10")	2500	3800	5660	1000
300 (12")	3900	6000	8400	1500
375 (15")	7000	-	-	-

Fuente: RNE Edición 2006, modificación 2012.

PISO	M.D.01					M.D.02					M.D.03					M.D.04					M.D.05					M.I.U.D.														
	Inodoro	Tina	Lavatorio	UD Parc.	UD Acum.	Inodoro	Ducha	Lavatorio	UD Parc.	UD Acum.	Lavatorio	Lavadero de ropa	Lavadero de cocina	UD Parc.	UD Acum.	Inodoro	Ducha	Lavatorio	UD Parc.	UD Acum.	Inodoro	Ducha	Lavatorio	UD Parc.	UD Acum.	Inodoro	Ducha	Lavatorio	UD Parc.	UD Acum.	Lavatorio	Lavadero de ropa	Lavadero de cocina	UD Parc.	UD Acum.	Inodoro	Ducha	Lavatorio	UD Parc.	UD Acum.
33°	1	1	1	6	6	1	1	1	5	5	1	1	1	5	5	2	1	2	8	8	1	1	1	6	6	1	1	1	5	5	1	1	1	5	5	1	1	1	5	5
32°	1	1	1	6	12	1	1	1	5	10	1	1	1	5	10	2	1	2	8	16	1	1	1	6	12	1	1	1	5	10	1	1	1	5	10	1	1	1	5	10
31°	1	1	1	6	18	1	1	1	5	15	1	1	1	5	15	2	1	2	8	24	1	1	1	6	18	1	1	1	5	15	1	1	1	5	15	1	1	1	5	15
30°	1	1	1	6	24	1	1	1	5	20	1	1	1	5	20	2	1	2	8	32	1	1	1	6	24	1	1	1	5	20	1	1	1	5	20	1	1	1	5	20
29°	1	1	1	6	30	1	1	1	5	25	1	1	1	5	25	2	1	2	8	40	1	1	1	6	30	1	1	1	5	25	1	1	1	5	25	1	1	1	5	25
28°	1	1	1	6	36	1	1	1	5	30	1	1	1	5	30	2	1	2	8	48	1	1	1	6	36	1	1	1	5	30	1	1	1	5	30	1	1	1	5	30
27°	1	1	1	6	42	1	1	1	5	35	1	1	1	5	35	2	1	2	8	56	1	1	1	6	42	1	1	1	5	35	1	1	1	5	35	1	1	1	5	35
26°	1	1	1	6	48	1	1	1	5	40	1	1	1	5	40	2	1	2	8	64	1	1	1	6	48	1	1	1	5	40	1	1	1	5	40	1	1	1	5	40
25°	1	1	1	6	54	1	1	1	5	45	1	1	1	5	45	2	1	2	8	72	1	1	1	6	54	1	1	1	5	45	1	1	1	5	45	1	1	1	5	45
24°	1	1	1	6	60	1	1	1	5	50	1	1	1	5	50	2	1	2	8	80	1	1	1	6	60	1	1	1	5	50	1	1	1	5	50	1	1	1	5	50
23°	1	1	1	6	66	1	1	1	5	55	1	1	1	5	55	2	1	2	8	88	1	1	1	6	66	1	1	1	5	55	1	1	1	5	55	1	1	1	5	55
22°	1	1	1	6	72	1	1	1	5	60	1	1	1	5	60	2	1	2	8	96	1	1	1	6	72	1	1	1	5	60	1	1	1	5	60	1	1	1	5	60
21°	1	1	1	6	78	1	1	1	5	65	1	1	1	5	65	2	1	2	8	104	1	1	1	6	78	1	1	1	5	65	1	1	1	5	65	1	1	1	5	65
20°	1	1	1	6	84	1	1	1	5	70	1	1	1	5	70	2	1	2	8	112	1	1	1	6	84	1	1	1	5	70	1	1	1	5	70	1	1	1	5	70
19°	1	1	1	6	90	1	1	1	5	75	1	1	1	5	75	2	1	2	8	120	1	1	1	6	90	1	1	1	5	75	1	1	1	5	75	1	1	1	5	75
18°	1	1	1	6	96	1	1	1	5	80	1	1	1	5	80	2	1	2	8	128	1	1	1	6	96	1	1	1	5	80	1	1	1	5	80	1	1	1	5	80
17°	1	1	1	6	102	1	1	1	5	85	1	1	1	5	85	2	1	2	8	136	1	1	1	6	102	1	1	1	5	85	1	1	1	5	85	1	1	1	5	85
16°	1	1	1	6	108	1	1	1	5	90	1	1	1	5	90	2	1	2	8	144	1	1	1	6	108	1	1	1	5	90	1	1	1	5	90	1	1	1	5	90
15°	1	1	1	6	114	1	1	1	5	95	1	1	1	5	95	2	1	2	8	152	1	1	1	6	114	1	1	1	5	95	1	1	1	5	95	1	1	1	5	95
14°	1	1	1	6	120	1	1	1	5	100	1	1	1	5	100	2	1	2	8	160	1	1	1	6	120	1	1	1	5	100	1	1	1	5	100	1	1	1	5	100
13°	1	1	1	6	126	1	1	1	5	105	1	1	1	5	105	2	1	2	8	168	1	1	1	6	126	1	1	1	5	105	1	1	1	5	105	1	1	1	5	105
12°	1	1	1	6	132	1	1	1	5	110	1	1	1	5	110	2	1	2	8	176	1	1	1	6	132	1	1	1	5	110	1	1	1	5	110	1	1	1	5	110
11°	1	1	1	6	138	1	1	1	5	115	1	1	1	5	115	2	1	2	8	184	1	1	1	6	138	1	1	1	5	115	1	1	1	5	115	1	1	1	5	115
10°	1	1	1	6	144	1	1	1	5	120	1	1	1	5	120	2	1	2	8	192	1	1	1	6	144	1	1	1	5	120	1	1	1	5	120	1	1	1	5	120
9°	1	1	1	6	150	1	1	1	5	125	1	1	1	5	125	2	1	2	8	200	1	1	1	6	150	1	1	1	5	125	1	1	1	5	125	1	1	1	5	125
8°	1	1	1	6	156	1	1	1	5	130	1	1	1	5	130	2	1	2	8	208	1	1	1	6	156	1	1	1	5	130	1	1	1	5	130	1	1	1	5	130
7°	1	1	1	6	162	1	1	1	5	135	1	1	1	5	135	2	1	2	8	216	1	1	1	6	162	1	1	1	5	135	1	1	1	5	135	1	1	1	5	135
6°	1	1	1	6	168	1	1	1	5	140	1	1	1	5	140	2	1	2	8	224	1	1	1	6	168	1	1	1	5	140	1	1	1	5	140	1	1	1	5	140
5°	1	1	1	6	174	1	1	1	5	145	1	1	1	5	145	2	1	2	8	232	1	1	1	6	174	1	1	1	5	145	1	1	1	5	145	1	1	1	5	145
4°	1	1	1	6	180	1	1	1	5	150	1	1	1	5	150	2	1	2	8	240	1	1	1	6	180	1	1	1	5	150	1	1	1	5	150	1	1	1	5	150
3°	1	1	1	6	186	1	1	1	5	155	1	1	1	5	155	2	1	2	8	248	1	1	1	6	186	1	1	1	5	155	1	1	1	5	155	1	1	1	5	155
2°	1	1	1	6	192	1	1	1	5	160	1	1	1	5	160	2	1	2	8	256	1	1	1	6	192	1	1	1	5	160	0	0	0	0	155	0	0	0	0	155
UD	2	3	1			2	2	1			1	2	2		2	2	1			2	3	1		2	2	1		1	2	2			2	2	1					
TOTAL UD				192					160				160					256					192				160						155					315		
MDS (l/s)				2.39					2.14				2.14					2.88					2.39			2.14				2.10								3.36		
Diámetro (pulg)				4					4				4					4					4			4				4								4		

Se une a MD9

PISO	M.D.10					M.D.11					M.D.12					M.D.13					M.D.14					M.D.15					M.D.16					M.D.17					M.D.18						
	Lavatorio	Lavadero de rop.	Lavadero de cocin	UD Parc.	UD Acum.	Inodoro	Ducha	Lavatorio	UD Parc.	UD Acum.	Inodoro	Tina	Lavatorio	UD Parc.	UD Acum.	Inodoro	Tina	Lavatorio	UD Parc.	UD Acum.	Inodoro	Ducha	Lavatorio	UD Parc.	UD Acum.	Inodoro	Ducha	Lavatorio	UD Parc.	UD Acum.	Lavatorio	Lavadero de rc	Lavadero de co	UD Parc.	UD Acum.	Inodoro	Tina	Lavatorio	UD Parc.	UD Acum.	Inodoro	Ducha	Lavatorio	UD Parc.	UD Acum.		
33°	1	1	1	5	5	1	1	1	5	5	1	1	1	6	6	1	1	1	6	6	1	1	1	5	5	1	1	1	5	5	1	1	1	5	5	1	1	1	6	6	1	1	1	5	5		
32°	1	1	1	5	10	1	1	1	5	10	1	1	1	6	12	1	1	1	6	12	1	1	1	5	10	1	1	1	5	10	1	1	1	5	10	1	1	1	6	12	1	1	1	5	10		
31°	1	1	1	5	15	1	1	1	5	15	1	1	1	6	18	1	1	1	6	18	1	1	1	5	15	1	1	1	5	15	1	1	1	5	15	1	1	1	6	18	1	1	1	5	15		
30°	1	1	1	5	20	1	1	1	5	20	1	1	1	6	24	1	1	1	6	24	1	1	1	5	20	1	1	1	5	20	1	1	1	5	20	1	1	1	6	24	1	1	1	5	20		
29°	1	1	1	5	25	1	1	1	5	25	1	1	1	6	30	1	1	1	6	30	1	1	1	5	25	1	1	1	5	25	1	1	1	5	25	1	1	1	6	30	1	1	1	5	25		
28°	1	1	1	5	30	1	1	1	5	30	1	1	1	6	36	1	1	1	6	36	1	1	1	5	30	1	1	1	5	30	1	1	1	5	30	1	1	1	6	36	1	1	1	5	30		
27°	1	1	1	5	35	1	1	1	5	35	1	1	1	6	42	1	1	1	6	42	1	1	1	5	35	1	1	1	5	35	1	1	1	5	35	1	1	1	6	42	1	1	1	5	35		
26°	1	1	1	5	40	1	1	1	5	40	1	1	1	6	48	1	1	1	6	48	1	1	1	5	40	1	1	1	5	40	1	1	1	5	40	1	1	1	6	48	1	1	1	5	40		
25°	1	1	1	5	45	1	1	1	5	45	1	1	1	6	54	1	1	1	6	54	1	1	1	5	45	1	1	1	5	45	1	1	1	5	45	1	1	1	6	54	1	1	1	5	45		
24°	1	1	1	5	50	1	1	1	5	50	1	1	1	6	60	1	1	1	6	60	1	1	1	5	50	1	1	1	5	50	1	1	1	5	50	1	1	1	6	60	1	1	1	5	50		
23°	1	1	1	5	55	1	1	1	5	55	1	1	1	6	66	1	1	1	6	66	1	1	1	5	55	1	1	1	5	55	1	1	1	5	55	1	1	1	6	66	1	1	1	5	55		
22°	1	1	1	5	60	1	1	1	5	60	1	1	1	6	72	1	1	1	6	72	1	1	1	5	60	1	1	1	5	60	1	1	1	5	60	1	1	1	6	72	1	1	1	5	60		
21°	1	1	1	5	65	1	1	1	5	65	1	1	1	6	78	1	1	1	6	78	1	1	1	5	65	1	1	1	5	65	1	1	1	5	65	1	1	1	6	78	1	1	1	5	65		
20°	1	1	1	5	70	1	1	1	5	70	1	1	1	6	84	1	1	1	6	84	1	1	1	5	70	1	1	1	5	70	1	1	1	5	70	1	1	1	6	84	1	1	1	5	70		
19°	1	1	1	5	75	1	1	1	5	75	1	1	1	6	90	1	1	1	6	90	1	1	1	5	75	1	1	1	5	75	1	1	1	5	75	1	1	1	6	90	1	1	1	5	75		
18°	1	1	1	5	80	1	1	1	5	80	1	1	1	6	96	1	1	1	6	96	1	1	1	5	80	1	1	1	5	80	1	1	1	5	80	1	1	1	6	96	1	1	1	5	80		
17°	1	1	1	5	85	1	1	1	5	85	1	1	1	6	102	1	1	1	6	102	1	1	1	5	85	1	1	1	5	85	1	1	1	5	85	1	1	1	6	102	1	1	1	5	85		
16°	1	1	1	5	90	1	1	1	5	90	1	1	1	6	108	1	1	1	6	108	1	1	1	5	90	1	1	1	5	90	1	1	1	5	90	1	1	1	6	108	1	1	1	5	90		
15°	1	1	1	5	95	1	1	1	5	95	1	1	1	6	114	1	1	1	6	114	1	1	1	5	95	1	1	1	5	95	1	1	1	5	95	1	1	1	6	114	1	1	1	5	95		
14°	1	1	1	5	100	1	1	1	5	100	1	1	1	6	120	1	1	1	6	120	1	1	1	5	100	1	1	1	5	100	1	1	1	5	100	1	1	1	6	120	1	1	1	5	100		
13°	1	1	1	5	105	1	1	1	5	105	1	1	1	6	126	1	1	1	6	126	1	1	1	5	105	1	1	1	5	105	1	1	1	5	105	1	1	1	6	126	1	1	1	5	105		
12°	1	1	1	5	110	1	1	1	5	110	1	1	1	6	132	1	1	1	6	132	1	1	1	5	110	1	1	1	5	110	1	1	1	5	110	1	1	1	6	132	1	1	1	5	110		
11°	1	1	1	5	115	1	1	1	5	115	1	1	1	6	138	1	1	1	6	138	1	1	1	5	115	1	1	1	5	115	1	1	1	5	115	1	1	1	6	138	1	1	1	5	115		
10°	1	1	1	5	120	1	1	1	5	120	1	1	1	6	144	1	1	1	6	144	1	1	1	5	120	1	1	1	5	120	1	1	1	5	120	1	1	1	6	144	1	1	1	5	120		
9°	1	1	1	5	125	1	1	1	5	125	1	1	1	6	150	1	1	1	6	150	1	1	1	5	125	1	1	1	5	125	1	1	1	5	125	1	1	1	6	150	1	1	1	5	125		
8°	1	1	1	5	130	1	1	1	5	130	1	1	1	6	156	1	1	1	6	156	1	1	1	5	130	1	1	1	5	130	1	1	1	5	130	1	1	1	6	156	1	1	1	5	130		
7°	1	1	1	5	135	1	1	1	5	135	1	1	1	6	162	1	1	1	6	162	1	1	1	5	135	1	1	1	5	135	1	1	1	5	135	1	1	1	6	162	1	1	1	5	135		
6°	1	1	1	5	140	1	1	1	5	140	1	1	1	6	168	1	1	1	6	168	1	1	1	5	140	1	1	1	5	140	1	1	1	5	140	1	1	1	6	168	1	1	1	5	140		
5°	1	1	1	5	145	1	1	1	5	145	1	1	1	6	174	1	1	1	6	174	1	1	1	5	145	1	1	1	5	145	1	1	1	5	145	1	1	1	6	174	1	1	1	5	145		
4°	1	1	1	5	150	1	1	1	5	150	1	1	1	6	180	1	1	1	6	180	1	1	1	5	150	1	1	1	5	150	1	1	1	5	150	1	1	1	6	180	1	1	1	5	150		
3°	1	1	1	5	155	1	1	1	5	155	1	1	1	6	186	1	1	1	6	186	1	1	1	5	155	1	1	1	5	155	1	1	1	5	155	1	1	1	6	186	1	1	1	5	155		
2°	1	1	1	5	160	1	1	1	5	160	1	1	1	6	192	1	1	1	6	192	1	1	1	5	160	1	1	1	5	160	1	1	1	5	160	1	1	1	6	192	1	1	1	5	160		
UD	1	2	2			2	2	1			2	3	1			2	3	1			2	2	1			2	2	1			1	2	2			2	3	1			2	2	1				
TOTAL UD				160					160				192					192					160				160						160				192						160				
MDS (l/s)				2.14					2.14				2.39					2.39					2.14				2.14						2.14				2.39						2.14				
Diámetro (puig)				4					4				4					4					4				4						4				4						4				



PISO	M.D.19					M.D.20					M.D.21					M.D.22					M.D.23					M.D.24					M.D.25					M.D.26														
	Inodoro	Ducha	Lavatorio	UD Parc.	UD Acum.	Lavatorio	Lavadero de ropa	Lavadero de cocina	UD Parc.	UD Acum.	Inodoro	Tina	Ducha	Lavatorio	UD Parc.	UD Acum.	Inodoro	Tina	Lavatorio	Lavadero de ropa	Lavadero de cocina	UD Parc.	UD Acum.	Inodoro	Tina	Ducha	Lavatorio	Lavadero de ropa	Lavadero de cocina	UD Parc.	UD Acum.	Lavatorio	Lavadero de ropa	Lavadero de cocina	UD Parc.	UD Acum.	Inodoro	Ducha	Ducha Pública	Lavatorio	Sumider	Aire acondicionado	UD Parc.	UD Acum.						
33°	2	1	2	8	8	1	1	1	5	5																																								
32°	2	1	2	8	16	1	1	1	5	10																																								
31°	2	1	2	8	24	1	1	1	5	15																																								
30°	2	1	2	8	32	1	1	1	5	20																																								
29°	2	1	2	8	40	1	1	1	5	25																																								
28°	2	1	2	8	48	1	1	1	5	30																																								
27°	2	1	2	8	56	1	1	1	5	35																																								
26°	2	1	2	8	64	1	1	1	5	40																																								
25°	2	1	2	8	72	1	1	1	5	45																																								
24°	2	1	2	8	80	1	1	1	5	50																																								
23°	2	1	2	8	88	1	1	1	5	55																																								
22°	2	1	2	8	96	1	1	1	5	60																																								
21°	2	1	2	8	104	1	1	1	5	65																																								
20°	2	1	2	8	112	1	1	1	5	70																																								
19°	2	1	2	8	120	1	1	1	5	75																																								
18°	2	1	2	8	128	1	1	1	5	80																																								
17°	2	1	2	8	136	1	1	1	5	85																																								
16°	2	1	2	8	144	1	1	1	5	90	0	0	0	1	1	4	4	1	1	0	1	6	6	1	1	1	1	1	1	10	10	2	1	1	2	0	0	11	11	0	0	0	0	0	0					
15°	2	1	2	8	152	1	1	1	5	95	0	0	0	1	1	4	8	1	1	0	1	6	12	1	1	1	1	1	10	20	2	1	1	2	0	0	11	22	0	0	0	0	0	0						
14°	2	1	2	8	160	1	1	1	5	100	0	0	0	1	1	4	12	1	1	0	1	6	18	1	1	1	1	1	10	30	2	1	1	2	0	0	11	33	0	0	0	0	0	0						
13°	2	1	2	8	168	1	1	1	5	105	0	0	0	1	1	4	16	1	1	0	1	6	24	1	1	1	1	1	10	40	2	1	1	2	0	0	11	44	0	0	0	0	0	0						
12°	2	1	2	8	176	1	1	1	5	110	0	0	0	1	1	4	20	1	1	0	1	6	30	1	1	1	1	1	10	50	2	1	1	2	0	0	11	55	0	0	0	0	0	0						
11°	2	1	2	8	184	1	1	1	5	115	0	0	0	1	1	4	24	1	1	0	1	6	36	1	1	1	1	1	10	60	2	1	1	2	0	0	11	66	0	0	0	0	0	0						
10°	2	1	2	8	192	1	1	1	5	120	0	0	0	1	1	4	28	1	1	0	1	6	42	1	1	1	1	1	10	70	2	1	1	2	0	0	11	77	0	0	0	0	0	0						
9°	2	1	2	8	200	1	1	1	5	125	0	0	0	1	1	4	32	1	1	0	1	6	48	1	1	1	1	1	10	80	2	1	1	2	0	0	11	88	0	0	0	0	0	0						
8°	2	1	2	8	208	1	1	1	5	130	0	0	0	1	1	4	36	1	1	0	1	6	54	1	1	1	1	1	10	90	2	1	1	2	0	0	11	99	0	0	0	0	0	0						
7°	2	1	2	8	216	1	1	1	5	135	1	1	1	0	0	6	42	1	0	1	1	5	59	0	0	0	0	0	90	2	1	1	2	0	0	11	110	1	1	1	5	5								
6°	2	1	2	8	224	1	1	1	5	140	1	1	1	0	0	6	48	1	0	1	1	5	64	0	0	0	0	0	90	2	1	1	2	0	0	11	121	1	1	1	5	10								
5°	2	1	2	8	232	1	1	1	5	145	1	1	1	0	0	6	54	1	0	1	1	5	69	0	0	0	0	0	90	2	0	1	3	1	1	13	134	1	1	1	5	15	1	1	0	1	0	0	5	5
4°	2	1	2	8	240	1	1	1	5	150	1	1	1	0	0	6	60	1	0	1	1	5	74	0	0	0	0	0	90	2	0	1	3	1	1	13	147	1	1	1	5	20	1	1	0	1	0	0	5	10
3°	2	1	2	8	248	1	1	1	5	155	1	1	1	0	0	6	66	1	0	1	1	5	79	0	0	0	0	0	90	2	1	1	2	0	0	11	158	1	1	1	5	25	0	0	0	0	0	0	0	10
2°	2	1	2	8	256	1	1	1	5	160	1	1	1	0	0	6	72	1	0	1	1	5	84	0	0	0	0	0	90	2	1	1	2	0	0	11	169	0	0	0	0	25	1	0	1	2	1	1	10	20
UD	2	2	1			1	2	2			2	3	1	2	2			2	3	2	1			2	3	2	1	2	2							1	2	2			2	2	3	1	2	1				
TOTAL UD				256					160						72							84						90								169					25					20				
MDS (l/s)				2.88					2.14						1.38							1.49						1.56								2.21					0.64					0.54				
Diámetro (pulg)				4					4						4							4						4								4					4					4				





### 9.2.1.2 Cálculo del colector de desagüe

Para el cálculo de los colectores se ha empleado el programa de H –Canales como se puede visualizar en la figura 9.2.1.2.1 y a partir de este programa se ha elaborado la Tabla 9.2.1.2.1.

Las tuberías se han dimensionado para un porcentaje al 50%, quedando la máxima capacidad de 75% como contingencia para el agua de lluvia

**Tabla 9.2.1.2.1.- Unidades de descarga máxima en colectores con H-Canales porcentaje de tubo al 50%**

DIAMETRO	3"		4"		6"	
TOTAL UD	94	142	308	416	1900	2512
M.D.S. (l/s)	1.61	1.98	3.34	4.09	11.71	14.34
% Tubo lleno	50%		50%		50%	
Pendiente	1%	1.5%	1%	1.5%	1%	1.5%

**Tabla 9.2.1.2.2.- Unidades de descarga máxima en colectores con H-Canales porcentaje de tubo al 75%**

DIAMETRO	3"		4"		6"	
TOTAL UD	256	344	728	937	4248	5618
M.D.S. (l/s)	2.94	3.61	6.09	7.45	21.37	26.17
% Tubo lleno	75%		75%		75%	
Pendiente	1%	1.5%	1%	1.5%	1%	1.5%

**Figura 9.2.1.2.1.- Cálculo del tirante normal, sección circular**

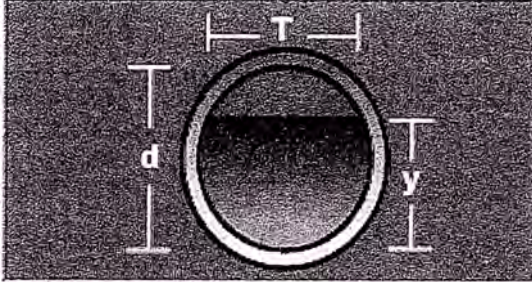
**Cálculo del tirante normal, sección circular**

Lugar:	<b>LINCE - LIMA - PERU</b>	Proyecto:	<b>LOS MIRTOS</b>
Tramo:	<b>TUBO 4" AL 50%</b>	Revestimiento:	<b>PVC</b>

**Datos:**

Caudal (Q):	<b>0.01171</b>	m <sup>3</sup> /s
Diámetro (d):	<b>0.1598</b>	m
Rugosidad (n):	<b>0.010</b>	
Pendiente (S):	<b>0.010</b>	m/m

**Resultados:**

Tirante normal (y):	<b>0.0799</b>	m	Perímetro mojado (p):	<b>0.2509</b>	m
Area hidráulica (A):	<b>0.0100</b>	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	<b>0.0399</b>	m
Espejo de agua (T):	<b>0.1598</b>	m	Velocidad (v):	<b>1.1684</b>	m/s
Número de Froude (F):	<b>1.4896</b>		Energía específica (E):	<b>0.1494</b>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<b>Supercrítico</b>				





## 9.2.2 Sistema de bombeo

El presente proyecto cuenta con dos sistemas de bombeo, uno de desagüe con sólidos que recolecta parte del agua de jardines del primer piso, del área de lavandería y vestidores. La ubicación de la cámara está en el sótano 1. El segundo sistema bombeo recolecta drenaje de los estacionamientos, lavadero de sótanos, drenaje de agua contra incendio, rebose de las cisternas de agua para consumo doméstico y agua contra incendio. La ubicación de la cámara está en el sótano 6 cuarto de bombas.

### 9.2.2.1 Cálculo del caudal de bombeo

#### 9.2.2.1.1 Caudal de bombeo de desagüe

Para el cálculo del caudal de bombeo se ha considerado la suma de las descargas de los SS.HH. de los vestidores y el área de lavandería ubicado en el semisótano, adicionalmente la descarga de los sumideros de la jardinera ubicado en el primer piso frente al lobby. El resumen del cálculo se puede apreciar en la tabla 9.2.2.1.6

**Tabla 9.2.2.1.6.- Cálculo de unidades de descarga sistema de bombeo de desagüe**

PISO	BOMBEO DE DESAGUE								
	Inodoro	Ducha	Lavatorio	Urinario	Lavadero de ropa	Sumidero	UD Parc.	UD Acum.	
1° Piso	0	0	0	0	0	2	4	4	
Semisótano	4	4	8	2	8	2	44	48	
UD	2	3	1	4	2	2	2	1	
<b>TOTAL UD</b>								48	
<b>MDS (l/s)</b>								1.09	

El total de unidades de descarga es 48 UD y que de acuerdo con la tabla anexo 3 del RNE le corresponde 1.09 l/s, adicionalmente se ha tomado en cuenta la siguiente condición: la capacidad total de bombeo deberá ser por lo menos el 150% del gasto máximo que recibe la cámara de bombeo. (R.N.E. - Norma IS-010



- capítulo 6 – subcapítulo 6.4 - literal b). Por lo tanto, el caudal de bombeo de desagüe será 1.64 l/s.

### 9.2.2.2 Caudal de bombeo de pozo sumidero

Para el cálculo del caudal de bombeo se ha considerado que será equivalente al caso desfavorable en el cuál una de las válvulas flotadoras de la cisterna este malograda, es decir el caudal de ingreso saldrá por la tubería de rebose. El caudal será igual a 6.09 l/s.

### 9.2.3 Volumen de almacenamiento

Uno de los criterios más aceptados es el que tiene en consideración los tiempos y caudales de ingreso y de bombeo.

$$V = T_t(Q_b - Q_p) \frac{Q_p}{Q_b}$$

Donde:

V: Volumen útil de la cámara en litros

Tt: Tiempo total en segundos, T1 + T2

T1: Tiempo de llenado en seg. (20min)

T2: Tiempo de vaciado en seg. (10min)

Qp: Caudal de la máxima demanda simultánea de contribución

Qb: Caudal de bombeo (150% Qp)

Entonces para la cámara de bombeo de desagüe se tiene:

$$V = (20 + 10) \min \frac{60s}{\min} \left( 1.64 \frac{l}{s} - 1.09 \frac{l}{s} \right) \frac{1.09 \frac{l}{s}}{1.64 \frac{l}{s}}$$

$$V = 654 l = 0.66 m^3$$

A efectos de diseño se proyecta una cámara de bombeo de desagüe de un volumen de 0.70 m<sup>3</sup>, con las siguientes dimensiones

Ancho: 1.00 m.

Largo: 1.00 m.

Altura útil: 0.70 m.

Para la cámara de bombeo de pozo sumidero:

Se tiene el caudal igual a 6.09 l/s, para un tiempo de llenado de 20 minutos el volumen de la cisterna será: 4.06

$$V = (20 + 10) \text{min} \frac{60s}{\text{min}} \left( 6.09 \frac{l}{s} - 4.06 \frac{l}{s} \right) \frac{4.06 \frac{l}{s}}{6.09 \frac{l}{s}}$$

$$V = 2436 l = 2.44 m^3$$

A efectos de diseño se proyecta una cámara de bombeo de pozo sumidero de un volumen de 2.45 m<sup>3</sup>, con las siguientes dimensiones

Ancho: 1.50 m.

Largo: 1.50 m.

Altura útil: 1.10 m.

#### 9.2.4 Cálculo de la altura dinámica total.

La pérdida de carga de la línea de impulsión de desagüe y drenaje se calculará similar a la del sistema de agua. El resumen se encuentra en la tabla 9.2.4.1 y 9.2.4.2. – Pérdida de carga de la línea de impulsión de desagüe y drenaje.

En la tabla 9.2.4.3 se ha realizado el cálculo de la altura dinámica total de todas las zonas de presión. Para evitar el golpe de ariete en las bombas se utilizará válvula check de cierre lento en la salida de la línea de impulsión.

Donde:

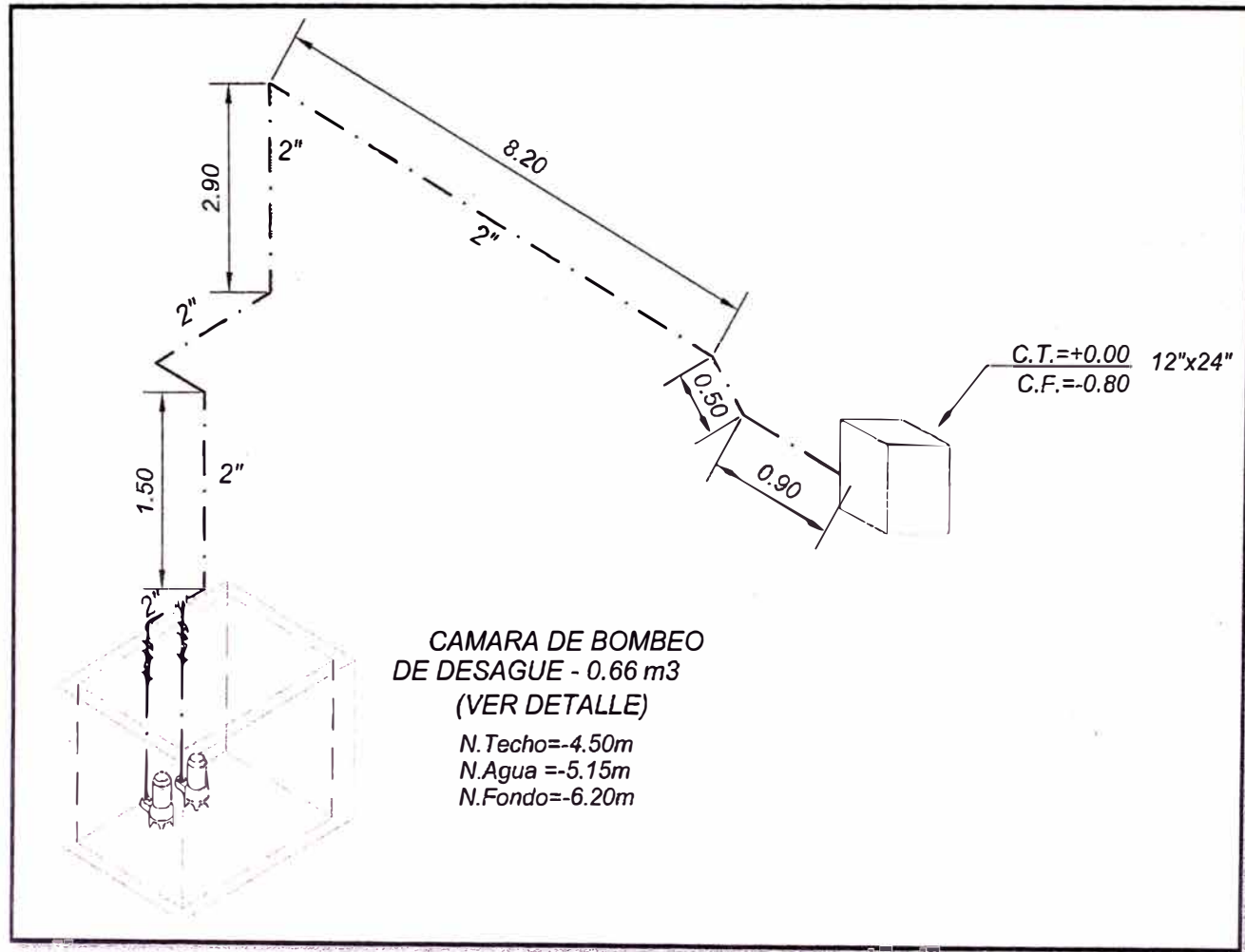
- $P_s$ : Presión de salida
- $H_{imp}$ : pérdida de carga en la línea de impulsión.
- $h$ : altura estática.
- ADT: Altura dinámica total

**Tabla 9.2.4.3. - Cálculo de Altura dinámica total del proyecto**

Descripción	$P_s$ (m)	$H_{imp}$ (m)	$h$ (m)	ADT (m)
Desagüe lavandería y vestidores	2.00	0.61	6.70	9.31
Desagüe y drenaje de estacionamientos	2.00	1.21	26.04	29.25

		diámetro		hf accesorios				L	Darcy-Colebrook-White (m)			
Cto. Bomba	6.09	4"	0.96 ok	Codo de 45°	0.75	2	0.035	0.070	75721	0.0191	0.678	1.209
				Codo 90°	1	5	0.047	0.235				
				Tee línea	0.6	1	0.028	0.028				
				Val. Compuerta	0.19	1	0.009	0.009				
				Val. Check	4	1	0.188	0.188				
								0.530	68.00			
										<b>Total hf</b>	<b>1.21</b>	

Figura 9.2.4.2. - Línea de impulsión de la cámara de bombeo de desagüe





### 9.2.5 Cálculo de la potencia

Para calcular la potencia en HP de los sistemas de bombeo se hará por la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\gamma Q(ADT)}{75n}$$

donde:

- $\gamma$ : Peso específico del agua=1 Kg/l
- ADT: Altura dinámica total (m)
- n: eficiencia de sistema de bombeo
- Q: Caudal de bombeo en (l/s)

En la tabla 9.2.5.1. se ha muestra un resumen de las potencias teóricas de los equipos a utilizar en el proyecto, asimismo la potencia de acuerdo con catálogo. Las curvas de las bombas se encuentran en los anexos.

**Tabla 9.2.5.1. - Cálculo de las potencias del proyecto**

Descripción	N° de bombas	lps	m3/hr	ADT (m)	n	Potencia (HP)	Potencia Catálogo (HP)
Desagüe lavandería y vestidores	2	1.64	5.89	9.31	0.43	0.50	1.00
Desagüe y drenaje de estac.	2	6.09	21.92	29.25	0.49	4.90	6.66

### 9.2.6 Características del equipo de bombeo

#### 9.2.6.1 Equipo de bombeo para desagüe doméstico

Estará conformado por los siguientes elementos:

##### 9.2.6.1.1 Electrobombas

2 (Dos) unidades , centrífugas, del tipo Inatascable, especial para trabajar con desagüe doméstico, sumergible, cuerpo de fundición gris de grano fino, impulsor del mismo material, balanceado dinámicamente, eje de acero, sellos de cerámica, fabricados especialmente para trabajar sumergida, con refrigeración forzada; se instalará a la cámara de bombeo apoyadas sobre codo Pata o Pedestal, con guías de acero inoxidable que permitan su extracción en forma rápida, similar al detalle mostrado en planos, deberán cumplir con los siguientes características:

- Líquido a bombear	Desagüe domestico
- Caudal	1.65 LPS
- Altura Dinámica Total	9.31 m
- Diámetro Succión:	Directo equipo
- Diámetro Descarga	2" Ø
- Potencia aproximada	0.5 HP
- Temperatura de trabajo	40 ° C

#### **9.2.6.1.2 Tablero de control**

Gabinete Alternador tipo mural con los siguientes elementos como mínimo:

- Un (1) Arrancador del tipo directo
- Accesorios complementarios para funcionamiento con interruptor de flotador
- Sistema completo de alarma audiovisual por sobre nivel

#### **9.2.6.2 Equipo de bombeo pozo sumidero 6° sótano**

Estará conformado por los siguientes elementos:

##### **9.2.6.2.1 Electrobombas**

2 (Dos) unidades, centrífugas, del tipo sumergible, cuerpo de fundición gris de grano fino, impulsor del mismo material, balanceado dinámicamente, eje de acero, sellos de cerámica, fabricados especialmente para trabajar sumergida, con

refrigeración forzada; se instalará a la cámara de bombeo del cuarto de bombas de agua, directamente apoyada sobre codo pata, deberán cumplir con las siguientes características:

- Líquido a bombear	agua de drenaje
- Caudal	6.09 LPS
- Altura Dinámica Total	29.25 mts
- Diámetro Succión:	Directo equipo
- Diámetro descarga	4"Ø
- Potencia aproximada	4.9 HP
- Temperatura de trabajo	40 ° C

#### **9.2.6.2.2 Tablero de control**

Gabinete Alternador tipo mural con los siguientes elementos como mínimo:

Un (1) Arrancador del tipo directo

Accesorios complementarios para funcionamiento con interruptor de flotador

Sistema completo de alarma audiovisual por sobre nivel



## **CAPÍTULO X**

### **SISTEMA DE VENTILACIÓN**

#### **10.1 GENERALIDADES**

Para el diseño del sistema de ventilación se debe cumplir los siguientes principios básicos:

- El sistema de ventilación debe proteger los sellos hidráulicos y debe airear los drenajes, es decir debe mantener la presión atmosférica dentro del sistema con lo cual se evitan pérdida de los sellos de las trampas, retraso de flujo y deterioro de los materiales.
- El sistema de ventilación debe evitar la formación excesiva de espuma de jabones y detergentes en la edificación.

#### **10.2 SISTEMA DE VENTILACIÓN**

Para el presente proyecto el sistema de ventilación empleado ha sido el de ventilación individual es decir cada sifón individualmente y la ventilación húmeda es decir una tubería de desagüe de un aparato, que a la vez sirve de ventilación para otros.

#### **10.3 PROCIMIENTO Y CRITERIOS DE CÁLCULO**

##### **10.3.1 Criterios de diseño**

Los criterios utilizados en el diseño están basados en la norma IS-10 - Reglamento Nacional de Edificaciones – con modificación 2012. A continuación, algunos ítems usados. Algunos otros criterios están basados en bibliografía de autores extranjeros como Ing. Rafael Pérez Carmona (Colombia).

- “Los tubos de ventilación deberán tener una pendiente uniforme no menor de 1% en forma tal que el agua que pudiere condensarse en ellos, escurra a un conducto de desagüe o montante.”. (R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 6 – subcapítulo 6.5 - literal a).
- “Los tramos horizontales de la tubería de ventilación deberán quedar a una altura no menor de 0.15m por encima de la línea de rebose del aparato sanitario más alto al cual ventilan.”. (R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 6 – subcapítulo 6.5 - literal b).
- “La distancia máxima entre la salida de un sello de agua y el tubo de ventilación correspondiente, según siguiente tabla.”. (R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 6 – subcapítulo 6.5 - literal c).

**Tabla 10.3.1.1 – Distancia máxima entre la salida de un sello de agua y tubo de ventilación**

<b>Diámetro del tubo (mm)</b>	<b>Distancia máxima entre el sello y el tubo de ventilación (m)</b>
40 (1 1/2")	1.10
50 (2")	1.50
75 (3")	1.80
100 (4")	3.00

Fuente: RNE Edición 2006, modificación 2012.

- “La tubería principal de ventilación se instalará vertical, sin quiebres en lo posible y sin disminuir su diámetro.”. (R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 6 – subcapítulo 6.5 - literal e).
- “El extremo inferior del tubo principal de ventilación deberá ser conectado mediante un tubo auxiliar de ventilación a la montante de aguas residuales, por debajo del nivel de conexión del ramal de desagüe más bajo.”. (R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 6 – subcapítulo 6.5 - literal f).
- “En los edificios de gran altura se requerirá conectar la montante al tubo principal de ventilación por medio de tubos auxiliares de ventilación, a intervalos de 5 pisos, contados a partir del último piso hacia abajo.”. (R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 6 – subcapítulo 6.5 - literal g).

- “El diámetro del tubo de ventilación principal se determinará tomando en cuenta su longitud total, el diámetro de la montante correspondiente y el total de unidades de descarga ventilada, según siguiente tabla.”. (R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 6 – subcapítulo 6.5 - literal i).

**Tabla 10.3.1.2 – Diámetro del tubo de ventilación principal**

Diámetro de la montante (mm)	Unidades de descarga ventilada	Diámetro requerido para el tubo de ventilación principal			
		2"	3"	4"	6"
		50 (mm)	75 (mm)	100 (mm)	150 (mm)
Longitud máxima del tubo en metros					
50 (2")	12	60	-	-	-
50 (2")	20	45	-	-	-
65 (2 1/2")	10	-	-	-	-
75 (3")	10	30	180	-	-
75 (3")	30	18	150	-	-
75 (3")	60	15	120	-	-
100 (4")	100	11	78	300	-
100 (4")	200	9	75	270	-
100 (4")	500	6	54	210	-
203 (8")	600	-	-	15	150
203 (8")	1400	-	-	12	120
203 (8")	2200	-	-	9	105
203 (8")	3600	-	-	8	75
203 (8")	3600	-	-	8	75
254 (10")	1000	-	-	-	38
254 (10")	2500	-	-	-	30
254 (10")	3800	-	-	-	24
254 (10")	5600	-	-	-	18

Fuente: RNE Edición 2006, modificación 2012.

- “Para la ventilación individual de aparatos sanitarios, el diámetro de la tubería de ventilación será igual a la mitad del diámetro del conducto de desagüe al cual ventila y no menor de 50 mm (2"). Cuando la ventilación individual va conectada a un ramal horizontal común de ventilación, su diámetro y longitud se determinarán según siguiente tabla.”. (R.N.E. - Norma IS-010 - capítulo 6 – subcapítulo 6.5 – literal k).

**Tabla 10.3.1.3 – Dimensiones de los tubos de ventilación en circuito y de los ramales terminales de los tubos de ventilación**

Diámetro de ramal horizontal de desagüe (mm)	Número máximo unidades de descarga	Diámetro del tubo de ventilación		
		2"	3"	4"
		50 (mm)	75 (mm)	100 (mm)
		Máxima longitud del tubo de ventilación (m)		
50 (2")	12	12	-	-
50 (2")	20	9	-	-
75 (3")	10	6	30	-
75 (3")	30	-	30	-
75 (3")	60	-	24	-
100 (4")	100	2.1	15	60
100 (4")	200	1.8	15	54
100 (4")	500	-	10.8	42

Fuente: RNE Edición 2006, modificación 2012.

### 10.3.2 Cálculo de las columnas de ventilación

Para el dimensionamiento de las columnas de ventilación, utilizaremos la tabla 10.3.1.2. De acuerdo a la tabla para una montante de desagüe de 4" con 500 UD le corresponde una tubería de ventilación de 3", recorrido máximo de 54 metros. Para el pozo de sumidero se considera una ventilación de 3" y para la bomba de desagüe de 3" que se empalman a los montantes del edificio. Para el proyecto se podría considerar hasta el piso 10 una ventilación de 3", sin embargo, debido a que el costo de instalación no representa un costo considerable se va a considerar todas las montantes de ventilaciones de 4".

### 10.3.3 Criterios a tener en cuenta para evitar la formación excesiva de espuma de jabones y detergentes en la edificación.

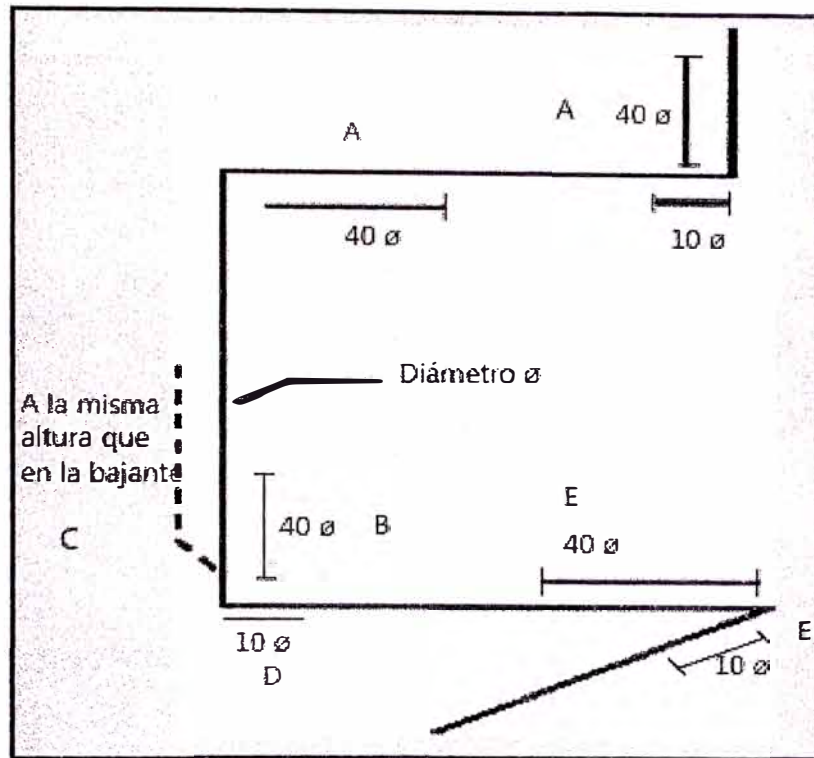
Los desagües y ventilaciones se ven afectados por el uso de jabones y detergentes sobre todo en edificaciones de gran altura; la espuma que se forma por el uso de dichos productos proveniente de pisos altos, aparece por la fuerte mezcla que se produce entre el agua y el aire en la bajante y en los puntos de entrega de otros ramales.

Los lugares de almacenamiento de la espuma son las partes más bajas del sistema y los cambios de alineamiento mayores de 45 grados.

El criterio para tomar en cuenta se puede visualizar en el siguiente en el gráfico

10.3.3.1.

Gráfico 10.3.3.1 zona de acumulación de espumas.



Fuente: Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones, Rafael Pérez

Los puntos A, B, C, D, E son puntos de acumulación de espumas, se recomienda que dentro de dichas zonas no se haga ningún empalme. En el proyecto se ha trazado las redes de desagüe colgadas debajo de losa y se empalman a 10 diámetros de la zona C. Las lavadoras del 2do piso tienen una conexión de 0.65 m.s.n.p.t a la montante. y la tubería cuelga a 0.90 m.s.n.p.t. y si la altura entre piso y piso es 2.72 m. se tiene una altura de 4.27, por lo tanto, estamos alejados de la zona de acumulación de espumas. Debido a la experiencia el punto E no es una zona alta de acumulación de espumas ya que a medida que la masa de agua va alejándose el flujo del agua se va estabilizando.

## CAPÍTULO XI

### CONCLUSIONES

#### 11.1 FACTIBILIDAD DE SERVICIOS

- Si bien existen redes de agua y alcantarillado de acuerdo con SEDAPAL, es necesario una red complementaria sólo para el alcantarillado y la ejecución estará a cargo de la Inmobiliaria los Mirtos.

#### 11.2 SISTEMA DE AGUA FRÍA

- Los diámetros internos calculados hidráulicamente de la tubería difieren de las proyectadas y se sugiere que en caso de utilizar polipropileno se utilicen los diámetros de la presente tesis.
- El sistema de bombeo cuenta con 4 equipos de presión-
- El sistema cuenta con 3 zonas de presión, alta, media y baja.
- Cada departamento contará con un medidor que será un diámetro menos que su línea de aducción.
- Debido a la altura del edificio en la zona de baja presión se va a considerar un a reductora de presión para evitar sobrepresiones.
- Al realizar un cambio de material de PVC roscado por polipropileno en un departamento típico el cálculo resulta ligeramente mayor, esto se debe a que el diámetro interior del tubo de 1/2" del polipropileno es mayor que las del diámetro de PVC roscado.

#### 11.3 SISTEMA DE AGUA CALIENTE

- La capacidad del calentador instantáneo a gas es de 13 lpm y de 50 litros para el calentador de acumulación.
- La capacidad de los calentadores de los vestidores debe ser 10.2 lpm y del área de lavandería son tres calentadores de 13 lpm.
- Al realizar un cambio de material de CPVC unión tipo embone por polipropileno en un departamento típico el cálculo resulta ligeramente menor esto se debe a que el diámetro interior del tubo de ½" del polipropileno es menor que las del diámetro del CPVC.

#### **11.4 PISCINA**

- El diseño de la piscina con un tanque de compensación facilita la reposición rápida del agua a la piscina.

#### **11.5 SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIOS**

- Se debe diseñar con NFPA y no con el RNE dado que la NFPA se actualiza constantemente y sus datos son resultados de estudios constantes y pruebas en laboratorios.
- Se debe tener una lista de los componentes que son listados. Ya que se comete el error de pedir todo listado UL y aprobado FM, pues no todo componente debe ser necesariamente listado y aprobado.
- Se debe de tener una cobertura total de rociadores para que el sistema sea eficiente en la extinción del incendio.

- Para proyectos multifamiliares no se debe considerar una presión mínima para el gabinete más alejado, pues la presión que requiere lo suple la bomba del CGVP.
- El área de operación de los rociadores para el riego ligero es de 900 pies<sup>2</sup>.
- El área de operación de los rociadores para el riesgo ordinario es de 1600 pies<sup>2</sup>.
- Para el cálculo hidráulico se debe considerar que todos los rociadores en el área de operación deben estar abiertos para que cumplan con NFPA 13.
- Para departamentos debido a las áreas pequeñas de los ambientes es mejor utilizar rociadores de cobertura estándar.
- La altura dinámica en el sistema es superior a 175 psi, por lo tanto, se debe utilizar válvulas reductoras.
- Las mangueras interiores de los gabinetes requieren 100 gpm y solo dos estarán en funcionamiento según NFPA 13.
- Independiente de su caudal y presión las bombas de agua contra incendio deben ser listadas.



## 11.6 SISTEMA DE DESAGUE Y DRENAJE

- Cuando se realiza el cálculo por la fórmula de Manning el sistema tiene mayor capacidad que cuando se realice por las tablas del RNE.
- Es mejor descargar todo el sistema por gravedad en la medida que se pueda, pues así se evita sobrecargar el caudal de la bomba de desagüe.
- Es factible para una ciudad con poca lluvia utilizar un sistema combinado de desagüe y drenaje dado que caudal aportante del drenaje es ínfimo.

## 11.7 SISTEMA DE VENTILACIÓN

- El diseño del sistema de ventilación es vital para garantizar el sello hidráulico de las trampas y juega un papel importante para el correcto funcionamiento del sistema de desagüe.
- Se debe realizar una conexión auxiliar cada 5 pisos entre la montante de ventilación y desagüe.
- Se debe evitar realizar conexiones en las zonas de formación de espumas.

## CAPÍTULO XII

### RECOMENDACIONES

#### 12.1 FACTIBILIDAD DE SERVICIOS

- Es recomendable saber la información exacta de la ubicación, presión, diámetros, cotas de las redes de agua y alcantarillado, pues de esta manera se sabe si es necesario una red complementaria.
- En caso se requiera de una red complementaria, la cota de las cajas de desagüe debe ser dadas por el proyectista, una vez se solucionado todas las interferencias con otras especialidades.

#### 12.2 SISTEMA DE AGUA FRÍA

- Se debe evitar colocar las mezcladoras de las duchas o tinas en placas de concreto, pues cuando se instalan hay problemas para centrar la mezcladora ya que choca con el acero de la placa.
- Siempre es recomendable para efectos de cálculos trabajar con el diámetro interno del material de la tubería.
- Es recomendable que las velocidades de la tubería empotradas en los departamentos no sean mayores a 1.5 m/s para evitar ruidos molestos.
- Se recomienda en campo calcular el tiempo de llenado de la cisterna en una semana para así asegurarse de que en caso de la válvula flotadora se encuentre defectuosa, el tiempo de funcionamiento de la válvula flotadora malograda sea el menor posible.

#### 12.3 SISTEMA DE AGUA CALIENTE

- Se recomienda que los calentadores a gas tengan un adecuado sistema de ventilación.
- Se recomienda verificar los cálculos de diámetros interiores cuando se utilice tubería de polipropileno.

#### **12.4 PISCINA**

- Se recomienda que los propietarios de los departamentos tengan un personal de rescate cuando la piscina este en uso y tengan un personal que realice el mantenimiento las piscinas.

#### **12.5 SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIOS**

- Se recomienda identificar todos los tipos de riesgos antes de iniciar el diseño del sistema de agua contra incendio.
- Se recomienda utilizar un sistema mixto para así asegurarse que la cisterna cuente con agua permanente
- Se recomienda coordinar con arquitectura para que la bomba tenga succión positiva. Para ello el cuarto de bomba debe tener menor o igual nivel que la cisterna.
- Se recomienda realizar el cálculo hidráulico de todo sistema de rociadores sistema.
- Se recomienda utilizar un sistema de motobomba ya que se tiene una autonomía del sistema de agua contra incendios.
- Se recomienda solicitar los equipos de bombeo con 16 semanas de anticipación, ya que son de exportación.

- Se recomienda compatibilizar con las demás especialidades ya que al ser las tuberías empotradas el número de interferencias son altas.

## **12.6 SISTEMA DE DESAGUE Y DRENAJE**

- Es importante en edificios altos utilizar ducto para ubicar los montantes de desagüe.
- Se debe coordinar con el especialista de estructuras los pases en vigas, placas, así mismo compatibilizar para que, por ejemplo: no se coloquen vigas chatas en el recorrido de la tubería.
- Se debe coordinar con el especialista de arquitectura para que no coloque la salida de aparatos encima de vigas, además se debe coordinar las dimensiones mínimas para los ductos verticales.
- Se recomienda primero realizar el trazo de la red de desagüe pues se requiere que el recorrido de evacuación sea el menor posible, y en caso de interferencia con otra especialidad el desagüe prevalece.
- Se debe coordinar la altura de salida del desagüe con la especialidad de arquitectura, dado que a veces hay mobiliarios y las trampas quedan obstaculizadas o suele ocurrir también que las salidas de las duchas caen en vigas y muchas veces los arquitectos colocan que su especialidad prevalece respecto a las demás, y esto genera inconvenientes en obra.
- El ancho de los muros donde se coloquen desagües debe ser como mínimo de 10 cm para salida tuberías de 2" y de 15 cm para tuberías de 4".
- Realizar el cálculo con la fórmula de Manning, ya que el reglamento está sobredimensionado.

- Para los montantes verticales se debe realizar un ajuste al RNE pues no han considerado la curva ajustada de hunter.
- Se puede considerar la UH como UD pues las unidades de descarga están sobredimensionadas respecto a normas extranjeras caso Colombia que es de costumbres similares a las nuestras.
- Se recomienda realizar mantenimientos, antes de la época de lluvia, a los sumideros de los techos para evitar que entre suciedad al sistema.

## **12.7 SISTEMA DE VENTILACIÓN**

- Es importante en edificios altos utilizar ducto para ubicar las columnas de ventilación.
- Está prohibido que tubería haga un recorrido en "U", dado que cuando se realice la prueba de estanqueidad en la "U" quedará agua atrapada y ocasionará un mal funcionamiento del sistema.

## BIBLIOGRAFÍA

- Autor: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. – Título: Reglamento Nacional de Edificaciones. – Capítulo III.3. Instalaciones Sanitarias – Norma IS.010. – Lima, Perú – Edición 2006 – Edición – 2012 (actualización).
- Autor: National Fire Protection Association (Asociación Nacional de protección contra incendios). – NFPA 13 – Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores. – Edición 2016
- Autor: National Fire Protection Association (Asociación Nacional de protección contra incendios). – NFPA 14 – Norma para la Instalación de Sistemas de Tubería Vertical y Mangueras. – Edición 2016
- Autor: National Fire Protection Association (Asociación Nacional de protección contra incendios). – NFPA 20 – Norma para la instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendio. – Edición 2016
- Autor: Ing. Luis Castillo Anselmi – Instalaciones Sanitarias para Edificaciones – Diseño – Lima, Perú – 2010.
- Autor: Ing. Enrique Jimeno Blasco – Instalaciones Sanitarias en Edificaciones – Lima, Perú – 1995.
- Autor: Ing. Rafael Pérez Carmona – Instalaciones hidrosanitarias, y de gas en edificaciones – 6<sup>ta</sup> Edición – Bogotá, Colombia - 2010.
- Autor: Rick Johnatan Roman Amancio – Proyecto de Instalaciones sanitarias y sistema de agua contra incendio del Edificio T-Tower – Tesis para la obtención del grado de ingeniero Sanitario – Universidad Nacional de Ingeniería – Lima, Perú – 2015.

- Autor: Jorge Luis Castillo Chávez – Instalaciones sanitarias y equipamiento para edificios de vivienda multifamiliares de 17 pisos de propiedad de inversiones comosa s.a. – Miraflores – Tesis para la obtención del grado de ingeniero Sanitario – Universidad Nacional de Ingeniería – Lima, Perú – 2002.
- Autor: Olivia Margareth Olivarez Olano – Instalaciones sanitarias para el edificio de oficinas Link Tower – Tesis para la obtención del grado de ingeniero Sanitario – Universidad Nacional de Ingeniería – Lima, Perú – 2014.
- Autor: Ing. Juan Saldarriaga – Hidráulica, de tuberías abastecimiento de agua, redes, riegos. – 1<sup>era</sup> Edición – Bogotá, Colombia - 2007.
- Autor: Ministerio de salud – Reglamento Sanitario de piscinas – Decreto supremo N° 007-2003 – Lima, Perú – 2003
- Autor: SEDAPAL – Reglamento de elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas de Lima metropolitana y Callao – Año 2005.
- Autor: Arq. Gemma Vásquez Arenas – Curso Instalaciones I – tema Instalaciones en Piscinas – Universidad Politécnica de Cartagena - España
- Autor: Ing. Juan Manuel Sifuentes Ortecho – Apuntes de clase y material del curso Instalaciones sanitarias interiores de agua y desagüe – UNI – Lima, Perú
- Autor: Econ. Jussef Liban Abi-Roud – Apuntes de clase y material del Primer diplomado especializado en diseño de sistemas de rociadores automáticos – CIP LIMA – Lima, Perú – 2017

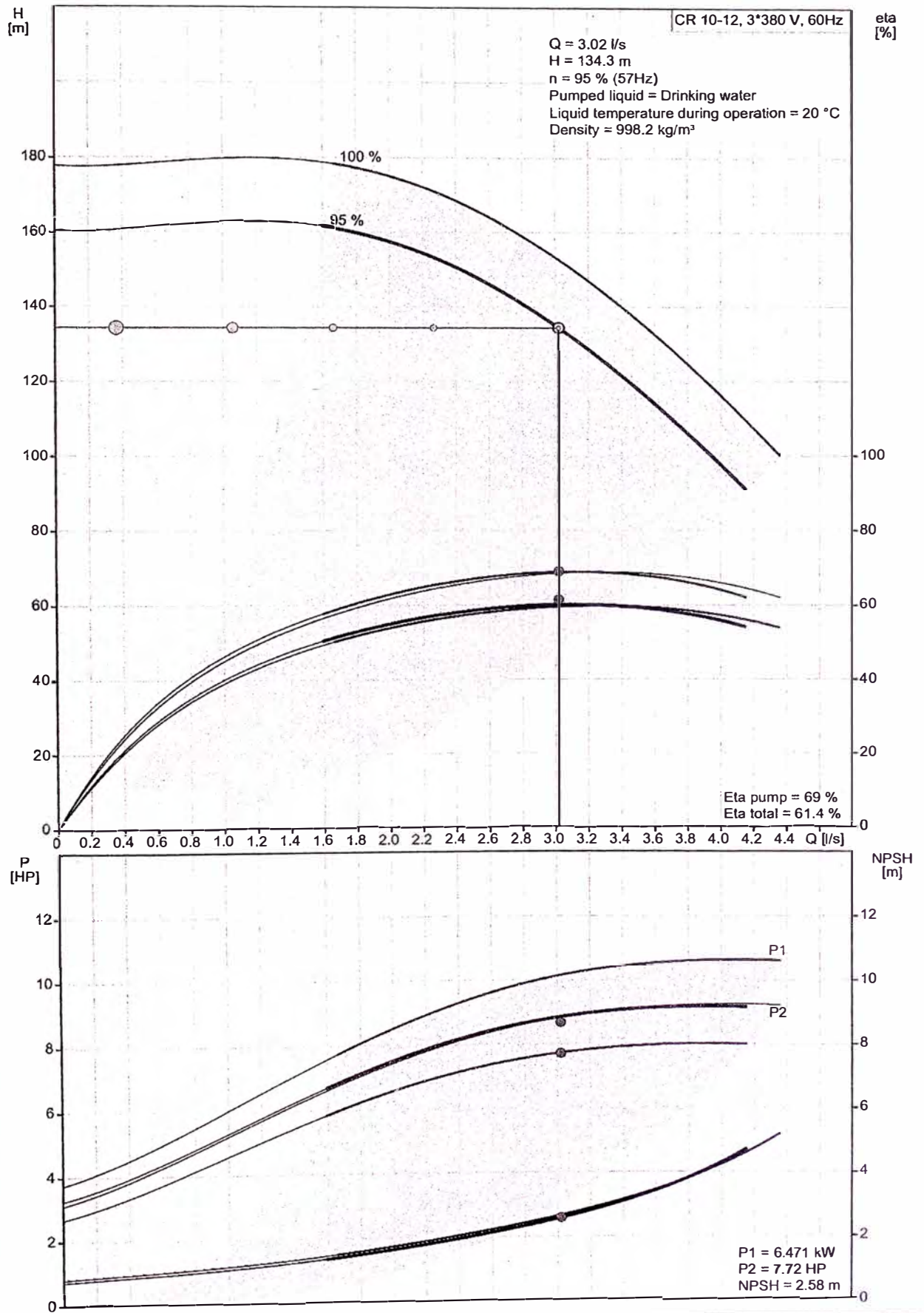
- Autor: CIP LIMA. - Título: Material del diplomado especializado en Instalaciones sanitarias – CIP LIMA – Lima, Perú.
- Autor: Rafael Pérez García – Dimensionado óptimo de redes de distribución de aguas ramificadas considerando elementos de regulación – Tesis para la obtención del grado de doctor de ingeniero hidráulico – Universidad Politécnica de Valencia – Valencia, España – 1993



**ANEXOS**

- Anexo I : Catálogo de equipos de bombeo**
- Anexo II : Catálogo de tuberías**
- Anexo III : Catálogo de calentadores, medidores**
- Anexo IV : Factibilidad de servicios de Agua y Desagüe**
- Anexo V : Cálculo hidráulico de agua fría y caliente departamentos típicos.**
- Anexo VI : Cálculo hidráulico de agua fría y caliente en Departamento 4 con material de PVC y CPVC**
- Anexo VII : Catálogo de Colgadores, válvulas de ACI**
- Anexo VIII : Relación de planos**

### 96503180 CR 10-12 60 Hz

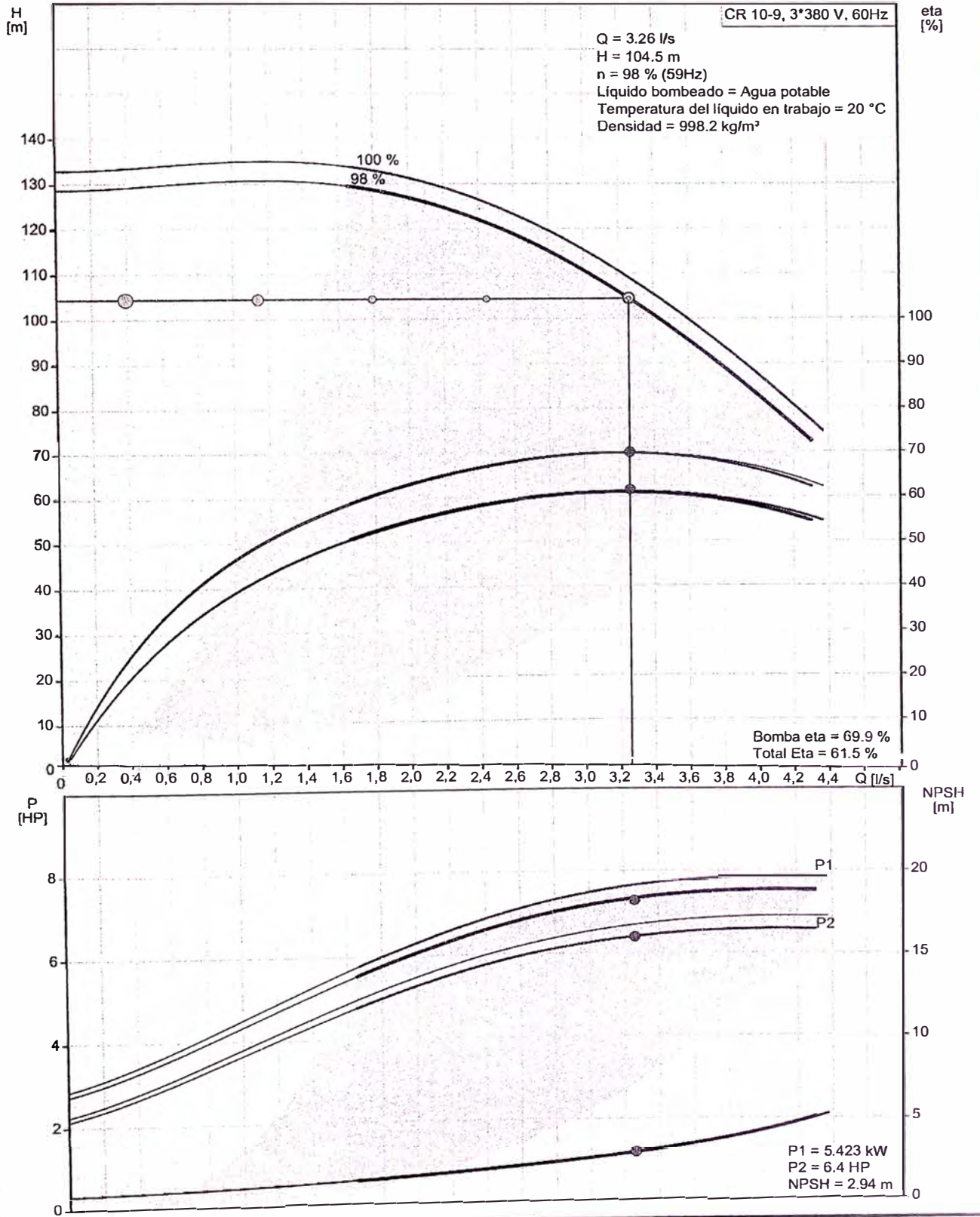




Empresa: VEGASAC  
 Creado Por: Dante Vega Bautista  
 Teléfono:

Datos: 27/10/2017

96503391 CR 10-9 60 Hz

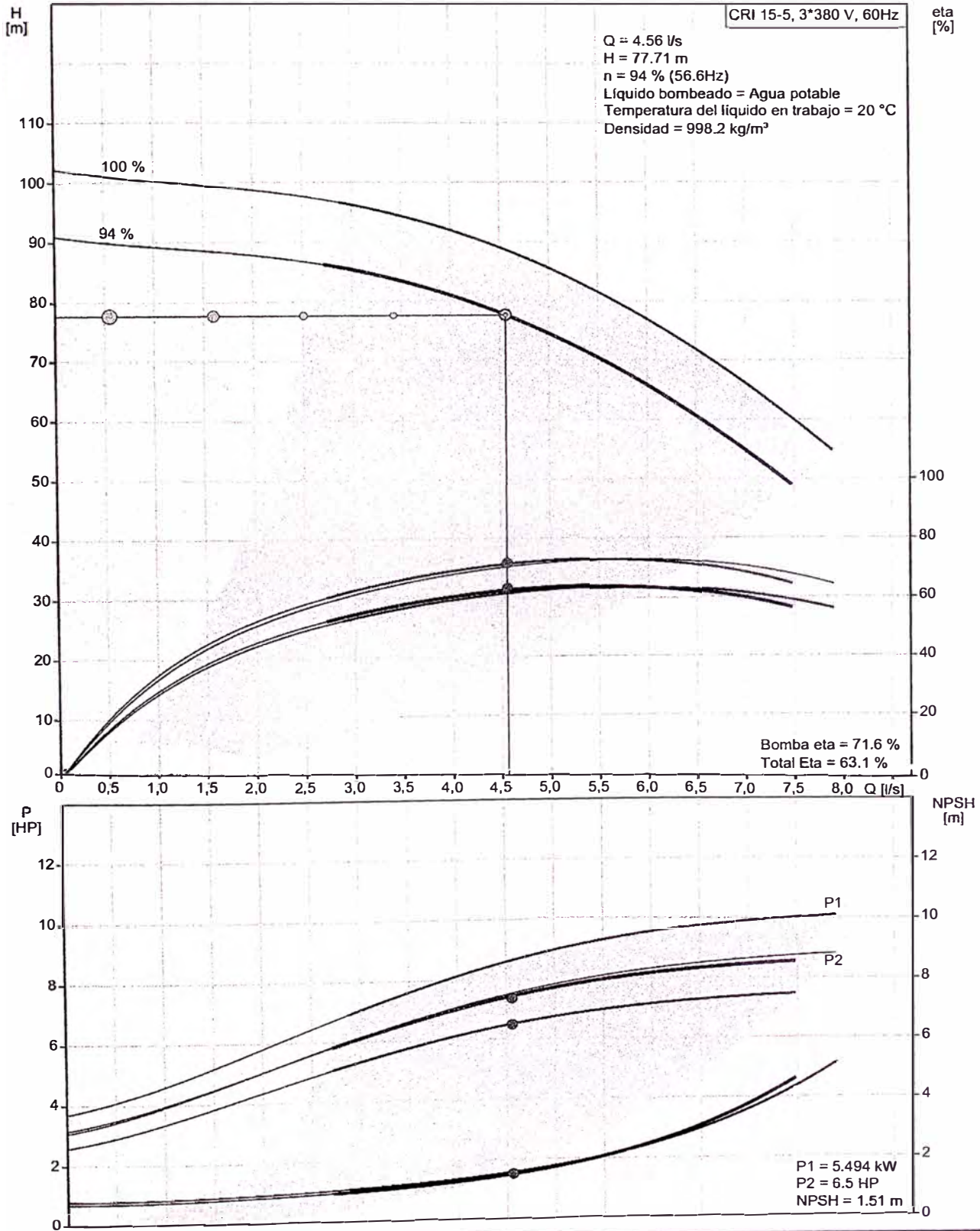




Empresa: VEGASAC  
 Creado Por: Dante Vega Bautista  
 Teléfono:

Datos: 03/11/2017

**lajo pedido CRI 15-5 60 Hz**

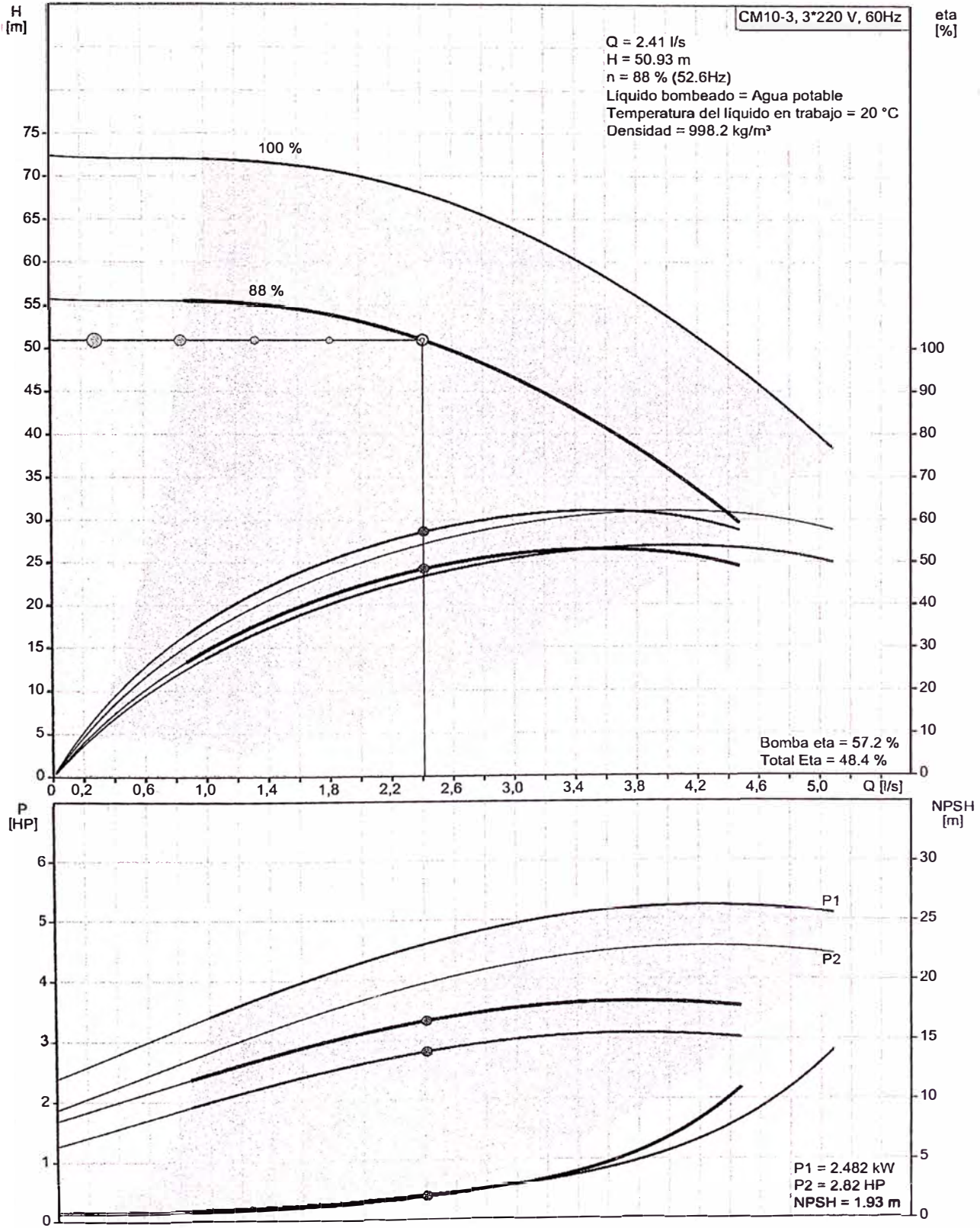




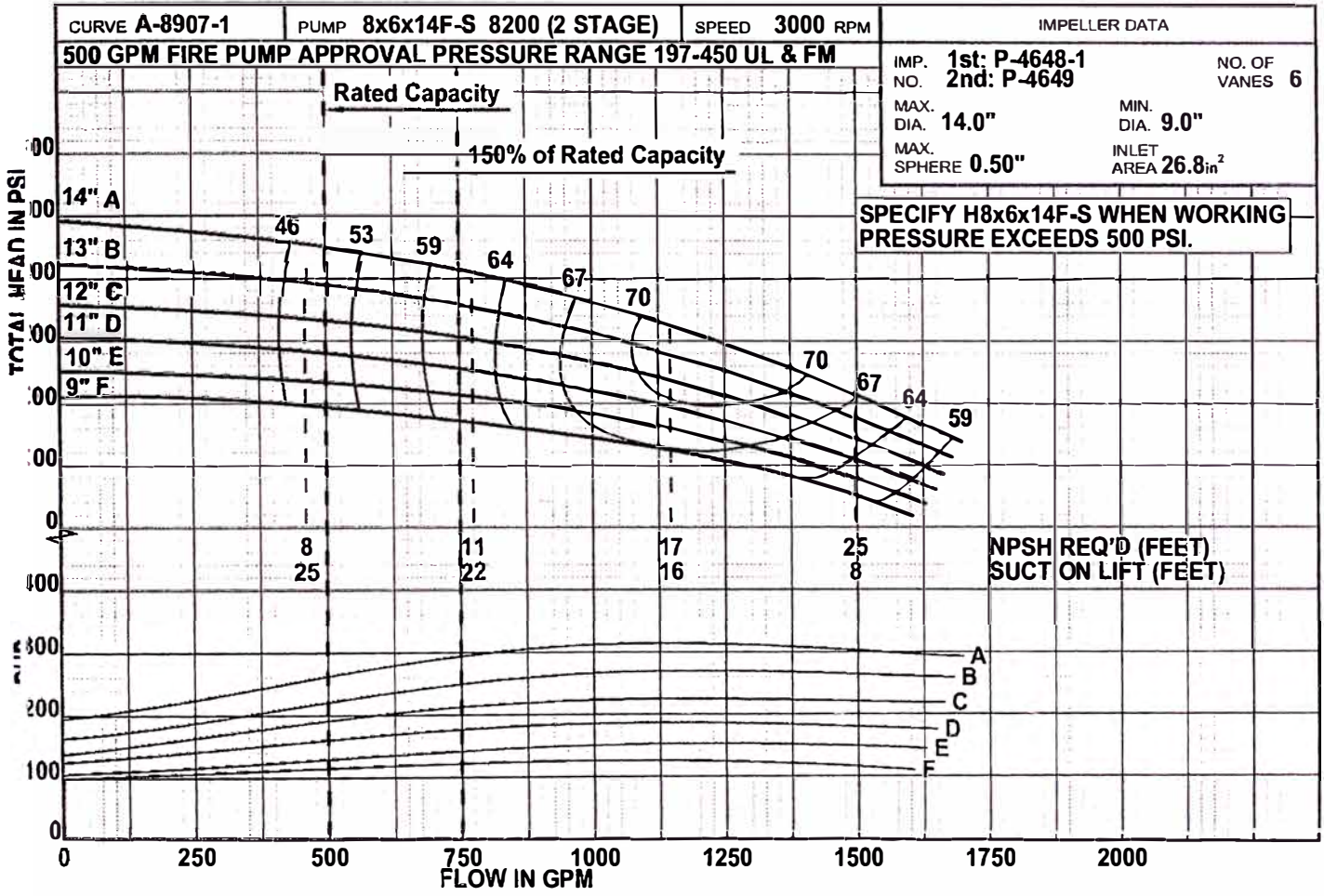
Empresa: VEGASAC  
 Creado Por: Dante Vega Bautista  
 Teléfono:

Datos: 03/11/2017

**abajo pedido CM10-3 60 Hz**



Agua contra incendio

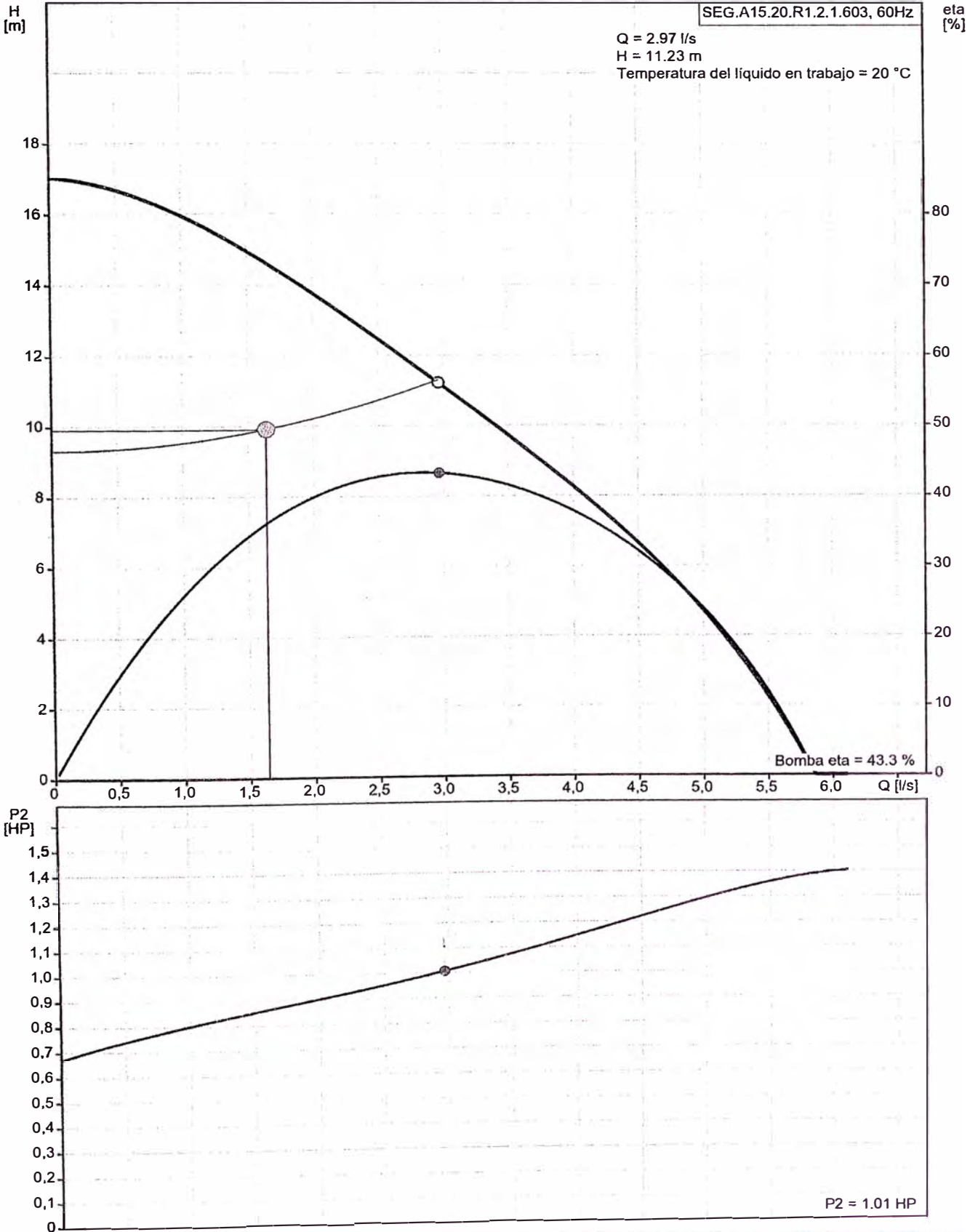




Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 07/11/2017

### Bajo pedido SEG.A15.20.R1.2.1.603 60 Hz

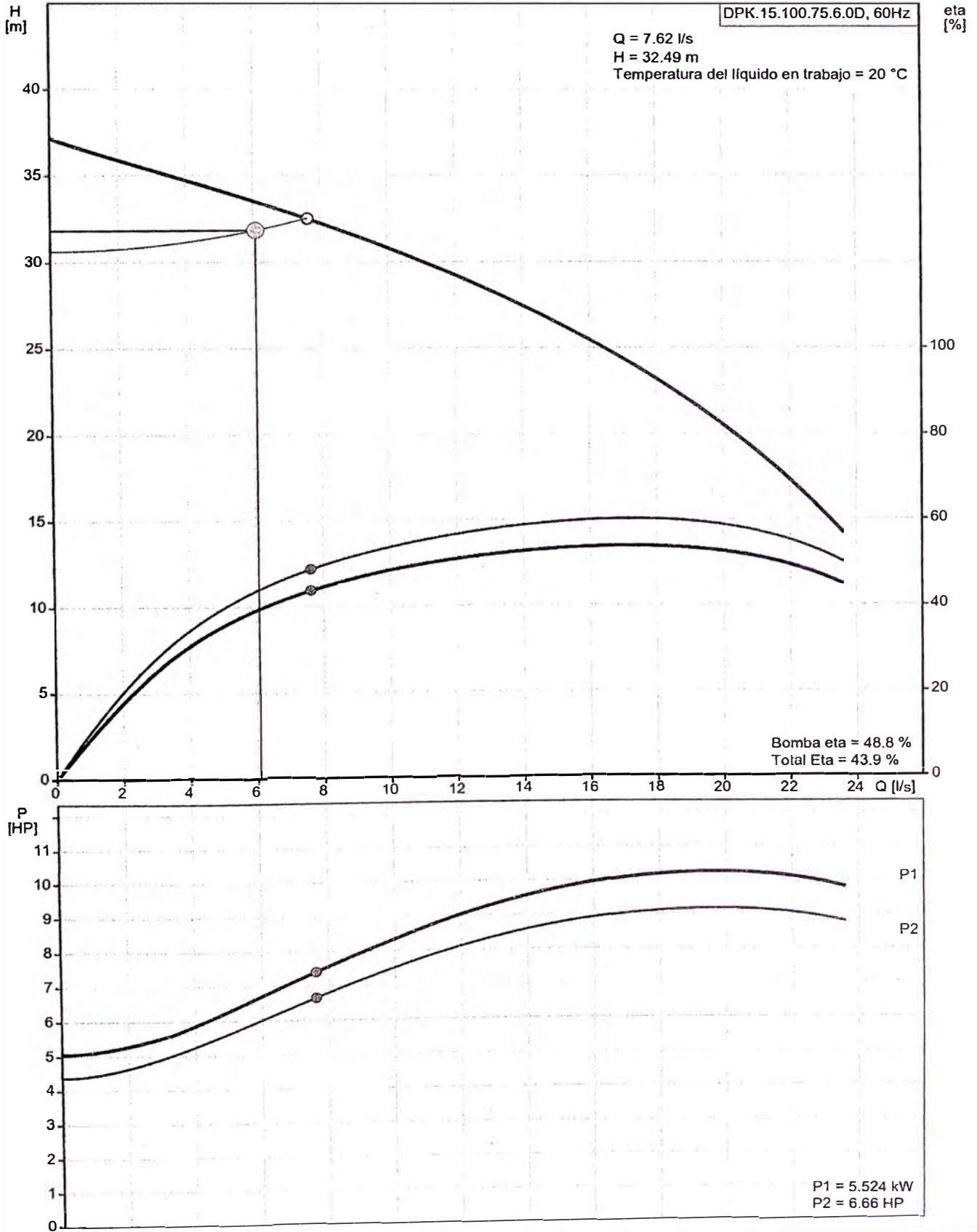




Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 07/11/2017

Bajo pedido DPK.15.100.75.6.0D 60 Hz





## Anexo II : Catálogo de tuberías

### Tuberías para agua potable



**POLIFUSION R-3.**  
TRICAPA  
**BOREALIS**

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

#### **POLIFUSION R-3. TRICAPA - SISTEMA DE AGUA FRIA Y CALIENTE**

POLIPROPILENO COPOLÍMERO RANDOM PPR-100 TIPO 3 TRICAPA DIN 8077-8078  
CAPA EXTERIOR ANTI UV - CAPA INTERMEDIA PPR100 - CAPA INTERIOR ANTIBACTERIA

#### CUADRO DE EQUIVALENCIAS DE DIÁMETROS POLIFUSIÓN

EQUIVALENCIA Ø DE TUBERÍAS POLIFUSIÓN PP-R: mm - pulg.		
Ød (mm) - Polifusión PP-R 100	A.F.(Ø en pulg) - Serie 5.0 - Clase 10	A.C.(Ø en pulg) - Serie 3.2 - Clase 16
16	-	1/2
20	1/2	-
25	3/4	3/4
32	1	1
40	1 1/4	1 1/4
50	1 1/2	1 1/2
63	2	2
75	2 1/2	2 1/2
90	3	3
110	4	4
125	5	5
160 (*)	6	6

#### **Notas:**

\* Para tuberías Polifusión PP-RA.C. Clase 16, el Ø16mm es equivalente al Ø1/2" de otras tuberías para A.C.

\* A.F.= Agua Fria; A.C.= Agua Caliente

\* La equivalencia es por diámetros exteriores.

\* Elaborado por Departamento Técnico Polifusión

(\*) La tubería 160mm es bicapa y no viene con capa interior Anti Bacteria.

#### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA TUBERÍAS**

##### **Tubería de Agua Caliente**

Tubería PP-R 100 Tipo 3 Tricapa Serie 3.2 (CLASE 16) DIN 8077-DIN 8078  
Capa Interior Antibacteria - Capa Intermedia PPR100 - Capa Exterior Anti UV

##### **Tubería de Agua Fría**

Tubería PP-R 100 Tipo 3 Tricapa Serie 5.0 (CLASE 10) DIN 8077-DIN 8078  
Capa Interior Antibacteria - Capa Intermedia PPR100 - Capa Exterior Anti UV

#### **Nota:**

PP-R: Polipropileno Copolímero Random

#### **TIPO DE UNIÓN TUBERÍA - ACCESORIO:**

Termofusión.

#### **ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PRUEBA HIDRÁULICA:**

Presión: 150 lb/pulg<sup>2</sup>

Tiempo: 1 Hora

Variación: hasta 3lb/pulg<sup>2</sup>

#### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA ACCESORIOS:**

Accesorios de PP-R 100 Serie 2.5 (CLASE 20) DIN 16962

#### **Puntos de salida para aparatos:**

Accesorio de PP-R 100 Serie 2.5 (CLASE 20) DIN 16962 con inserto metálico e hilo Hi: hilo interior o He: hilo exterior

#### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LLAVES DE PASO:**

Llave de Paso Manilla Metálica Fusión DZR Clase 10

Llave de Paso Manilla Cromada Fusión DZR Clase 10

Llave de Bola DZR Clase 20

#### **Nota:**

Las llaves de paso no necesitan nichos, van empotradas en la pared como se muestran en las Fotos 1 y 2 pag. 24.

La llave de bola puede ir dentro de un nicho, adosada o colgada Foto 3 pag. 24.

**TABLA: DIÁMETRO NOMINAL, ESPESOR DE PARED, SERIE, PESO Y LONGITUD DE TUBERÍA**

DIÁMETRO NOMINAL Ød (mm)	ESPESOR s (mm)		DIÁMETRO INTERIOR (mm)		PESO (Kg/m)		LONGITUD TUBO (m)
	SERIE 5 (PN10)	SERIE 3.2 (PN16)	SERIE 5 (PN10)	SERIE 3.2 (PN16)	SERIE 5 (PN10)	SERIE 3.2 (PN16)	
16	-	2.20	-	11.60	-	0.095	5
20	1.90	2.80	16.20	14.40	0.107	0.148	5
25	2.30	3.50	20.40	18.00	0.164	0.23	5
32	2.90	4.40	26.20	23.20	0.261	0.37	5
40	3.70	5.50	32.60	29.00	0.412	0.575	5
50	4.60	6.90	40.80	36.20	0.638	0.896	5
63	5.80	8.60	51.40	45.80	1.01	1.41	5
75	6.80	10.30	61.40	54.40	1.41	2.01	5
90	8.20	12.30	73.60	65.40	2.03	2.87	5
110	10.00	15.10	90.00	79.80	3.01	4.3	5
125	11.40	17.10	102.20	90.80	3.91	5.53	5
160	14.60	21.90	130.80	116.20	6.38	9.04	5

**NOTA:**

1. Tabla elaborada según Norma DIN 8077:2007-5
2. Para espesores de pared mínimo  $s=1.8\text{mm}$
3. Los pesos son calculados para una densidad media de  $0.910\text{ g/cm}^3$ . Para densidades diferentes son a corregir proporcionalmente los pesos.
4. Elaborado por el Departamento Técnico Polifusión.

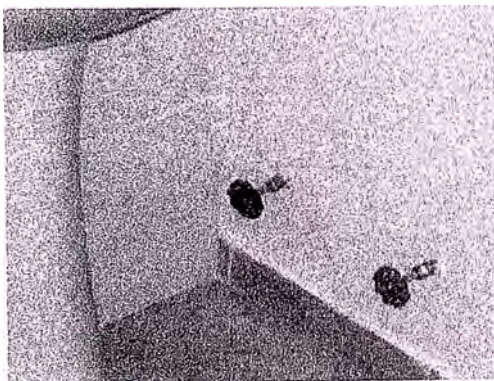


Foto 1: Llave de Paso DZR Manilla Metálica Fusión

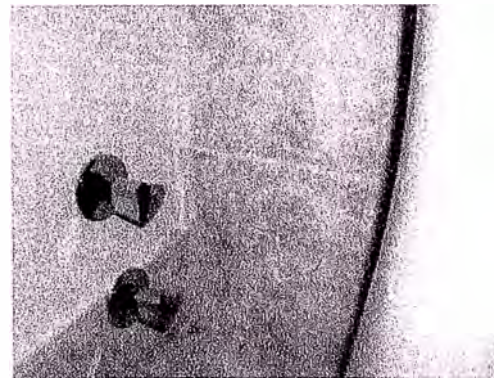


Foto 2: Llave de Paso DZR Manilla Cromada Fusión

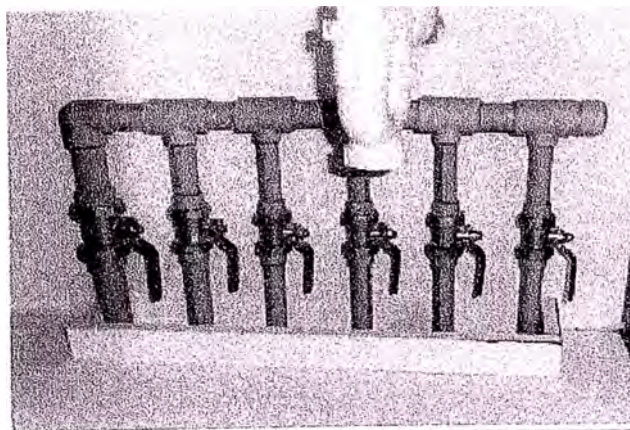
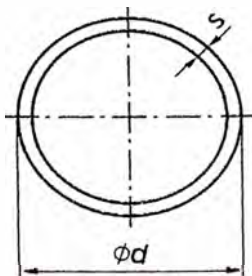


Foto 3: Llave de Bola DZR

**XI.- TABLAS DE UTILIDAD**
**Conductividad Térmica**

$\lambda$	$\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^\circ\text{Ch}}$	$\frac{\text{BTU}}{\text{ft}^\circ\text{fh}}$	$1 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}$
$1 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}$	0,8598	0,5778	1
$\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^\circ\text{Ch}}$	1	0,6720	1,163
$\frac{\text{BTU}}{\text{ft}^\circ\text{fh}}$	1,488	1	1,731

**Flujo Térmica**

$\varnothing$	$1 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	$1 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}$	$1 \text{ W}$
$1 \text{ W}$	0,8598	3,412	1
$1 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	1	3,968	1,163
$1 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}$	0,2520	1	1,731

**Potencia**

POTENCIA	$\frac{\text{W}}{\text{Nm/s}}$	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	$\frac{\text{Kcal}}{\text{s}}$	HP	$\frac{\text{BTU}}{\text{h}}$	$\frac{\text{BTU}}{\text{s}}$
1 W	1	0,859845	$2,38846 \times 10^{-4}$	$1,84102 \times 10^{-3}$	3,41214	$9,47817 \times 10^{-4}$
1 mkp	9,80665	8,43220	$2,34228 \times 10^{-3}$	$1,31509 \times 10^{-2}$	33,45167	$9,29491 \times 10^{-3}$
1 kcal/h	1,16300	1	1/3600	$1,55961 \times 10^{-3}$	3,96632	$1,10231 \times 10^{-3}$
1 kcal/s	4186,80	3600	1	5,61456	14,20595	3,96832
HP	745,700	641,186	0,178107	1	2544,44	0,706788
1 BTU/h	0,293071	0,251996	$6,99968 \times 10^{-5}$	$3,93015 \times 10^{-3}$	1	1/3600
1 BTU/s	1055,06	907,185	0,251998	1,41485	3600	1

**Presión**

Presión	Bar =10 N/m	Kp/cm=at	Torr =mm Hg	1 atm =760 Torr	lb/ft	lb/m <sup>2</sup> (psi)
1 bar	1	1,01972	750,062	0,986924	2088,55	14,5038
1 Kp/cm <sup>2</sup>	0,980665	1	735,55956	0,967842	2048,17	14,22337
1 Torr	$1,33322 \times 10^{-3}$	$1,35951 \times 10^{-3}$	1	$1,31579 \times 10^{-3}$	2,78450	$1,93368 \times 10^{-2}$
1 atm	1,01325	1,03323	760	1	2116,22	14,69597
1 lb/ft <sup>2</sup>	$4,78802 \times 10^{-4}$	$4,88242 \times 10^{-4}$	0,359131	$4,72541 \times 10^{-4}$	1	1/144
1 lb/in <sup>2</sup>	$6,89474 \times 10^{-2}$	$7,03068 \times 10^{-2}$	51,71486	$6,80459 \times 10^{-2}$	144	1

1 Bar = 14.504 lb/pulg<sup>2</sup>  
 = 14.504 PSI  
 = 10.197 m H<sub>2</sub>O

1 MPa = 145.04 PSI  
 = 145.04 lb/pulg<sup>2</sup>  
 = 101.97 m H<sub>2</sub>O

**Masa**

Masa	Kg	Kp s <sup>2</sup> /m	lb	ton corta (sh.ton)	ton larga (lg.ton)
1Kg	1	0,101972	2,20462	$1,10231 \times 10^{-3}$	$9,84206 \times 10^{-4}$
1 kp s <sup>2</sup> /m	9,80665	1	2161996	$10,80998 \times 10^{-3}$	$9,65177 \times 10^{-3}$
1 lb	0,453592	$4,62536 \times 10^{-2}$	1	1/2000	$4,46429 \times 10^{-3}$
1 sh ton	907,18467	92,50711	2000	1	0,89286
1 lb ton	1016,0471	103,60797	2240	1,12	

**Tabla Relaciones Entre Temperaturas**

	$T_c (^{\circ}\text{C})=$	$T_f (^{\circ}\text{F})=$
Temperatura Celsius $t_c (^{\circ}\text{C})$	$T_c$	$\frac{9}{5} \cdot (t_c + 32)$
Temperatura Fahrenheit $t_f (^{\circ}\text{F})$	$\frac{5}{9} \cdot (t_f - 32)$	$t_f$

**Tabla KCal/m.h según Diámetro con  $T\bar{R} \ 10^{\circ}$** 

$\varnothing$	PN-16 $\frac{\text{Kcal}}{\text{m} \times \text{h}}$	PN-20 $\frac{\text{Kcal}}{\text{m} \times \text{h}}$
16	3,817	3,188
20	5,883	4,943
25	9,191	7,817
32	15,269	12,750
40	23,858	20,073
50	37,175	31,647
63	59,507	50,042
75	83,953	70,922
90	121,337	102,127
110	180,653	152,838

**TRANSPORTE  
K·CAL**
**Tabla KCal/m.h según Diámetro con  $T\bar{R} \ 20^{\circ}$** 

$\varnothing$	PN-16 $\frac{\text{Kcal}}{\text{m} \times \text{h}}$	PN-20 $\frac{\text{Kcal}}{\text{m} \times \text{h}}$
16	7,635	6,375
20	11,765	9,886
25	18,383	15,635
32	30,538	25,500
40	47,716	40,145
50	74,351	63,294
63	119,014	100,085
75	167,906	141,843
90	242,674	204,254
110	361,305	305,676

## Tuberías para incendio, listada

**DEFINICIÓN**

Tubería de polipropileno copolimero random, compuesta con capa intermedia de fibra de vidrio (MF), clasificación de reacción al fuego, según Norma UNE EN 13501-1, **B s1 d0**, en color rojo y franjas verdes, fabricada según UNE EN-ISO 15874 y homologada, entre otros por FM y Documentos de Idoneidad Técnica DIT 526/09 para instalaciones de rociadores automáticos y DIT 592/12 para BIEs.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS**

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| • Coeficiente de transmisión térmica, | $\lambda = 0,15 \text{ W/m}^\circ\text{C}$                               |
| • Coeficiente de dilatación térmica,  | $\alpha = 0,035 \text{ mm/m}^\circ\text{C}$                              |
| • Clasificación de Reacción al fuego  | B s1 d0 (UNE-EN ISO 13501-1:2007)  |
| • Difusión de oxígeno                 | $\text{I}(\text{O}_2)_{\text{máx. adm.}} = 0,81 \text{ g/(m}^2\text{d)}$ |
| • Rugosidad interior                  | $r = 0,0070 \text{ mm}$  |
| • Accesorios                          | PP-R FS  |
| • Sistema de unión                    | Soldadura por termofusión  |

DN20 DN25 DN32 DN40 DN50 DN63 DN75 DN90 DN110 DN125 DN160

SOLDADURA A ENCHUFE

SOLDADURA A TOPE

**CERIFICACIONES y HOMOLOGACIONES**

La tubería está **CERTIFICADA y HOMOLOGADA** para su uso en Instalaciones de Protección contra incendios con BIEs y Rociadores



Management System  
ISO 9001:2008  
ISO 14001:2004  
ISO 18001:2007  
www.lloyds.com  
35 007 005 340

**aquatherm ibérica s.l.**

c/ Copineras, 15 - 28320 Pinto (MADRID) | Tel: +34 91 380 66 08 Fax: +34 91 350 66 00  
Avenida de la Marina, 12 - 08830 Sant Boi (BARCELONA) | Tel: +34 93 630 74 60 Fax: +34 93 653 12 18

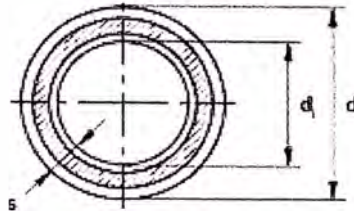
## DIMENSIONES

Material: PP-R FS  
 Serie: SDR 7,4  
 Suministro: Barras de 6 m  
 Color: Rojo con 4 granjas verdes

Homologaciones:

En falsos techos:  
 25 mm bis 75 mm (DN15 - DN50)

En hormigón:  
 25 mm bis 125 mm (DN15 - DN90)  
 y accesorios en las dimensiones correspondientes.



### aquatherm red pipe - Tubería Serie 3,2 / SDR 7,4 / B1

Art. Nr.	Dimensión	DN	Uds./paquete	Diámetro d (mm)	Espesor pared s (mm)	Diám. int. d (mm)	Caudal (l/m)	Peso (kg/m)
4170708	20 x 2,9 mm	10	120	20	2,8	14,4	0,152	0,163
4170710	25 x 3,5 mm	15	120	25	3,5	18,0	0,236	0,234
4170712	32 x 4,4 mm	20	60	32	4,4	23,2	0,379	0,423
4170714	40 x 5,5 mm	25	60	40	5,5	29,0	0,590	0,661
4170716	50 x 6,9 mm	32	30	50	6,9	36,2	0,919	1,029
4170718	63 x 8,6 mm	40	30	63	8,6	45,8	1,444	1,647
4170720	75 x 10,3 mm	50	18	75	10,3	54,4	2,054	2,324
4170722	90 x 12,3 mm	65	12	90	12,3	65,4	2,943	3,319
4170724	110 x 15,1 mm	80	6	110	15,1	79,8	4,403	5,001
4170726	125 x 17,1 mm	90	6	125	17,1	90,8	5,663	6,473
4170730	160 x 21,9 mm			160	21,9	116,2		

### MARCAJE DE LA TUBERÍA

<b>aquatherm red pipe MF SDR 7.4 PP-R FS</b>				
Nombre de la compañía	Nombre del producto	Tipo: Multilayer Fuser (Compuesta con fibra)	Ratio diámetro/espesor	Característica: FS

### CAMPOS DE APLICACIÓN



Instalaciones de Rociadores Automáticos (Sprinklers): Riesgos RL/ RO RB/RM



Instalaciones de Bocas de Incendio (BIEs): Riesgos RL/ RO RB/RM

### aquatherm ibérica sl

C/ Computeros, 12 - 28320 Pinto (MADRID) | Tel: +34 91 380 66 98 Fax: +34 91 380 66 07  
 Avda de la Marina, 12 - 08830 Sant Sad (BARCELONA) | Tel: +34 93 630 74 66 Fax: +34 93 630 12 18



## CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA

### ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Para la utilización de aquatherm red pipe en instalaciones de rociadores automáticos se debe tener en cuenta los siguientes aspectos, entre otros, según lo indicado en su Documento de Idoneidad Técnica DIT N°526/09:

En cumplimiento de la Norma EN 12845:2004 "Sistemas fijos de lucha contra incendios - Sistemas de Rociadores automáticos: Diseño, instalación y mantenimiento" que en su apartado 17.1.2 admite el uso de otros materiales no metálicos.

Las tuberías y accesorios de plástico no deben emplearse al aire libre, si no están convenientemente protegidas.

Los sistemas de rociadores automáticos que empleen tuberías y accesorios plásticos sólo son aptos y autorizados para la instalación de sistemas húmedos, y serán diseñados para redes camufladas, aguas abajo del puesto de control y no debiendo disponer de válvulas de corte o elementos que impidan el flujo, según EN 12845.

No es apto el sistema para agua potable.

Los rociadores a emplear serán homologados y con la limitación de: ampolla roja y temperatura normal de activación de 68°C.

- Su uso es apto para la protección de riesgos del tipo ligero (RL) y ordinario (RO1, RO2, RO3 y RO4) quedando exentas los riesgos elevados de almacenamiento y producción.
- Es válido para su uso en instalaciones vistas, tanto en zonas ocupables, pasillos y escaleras protegidas, apartamentos y recintos de riesgo especial, así como en espacios ocultos (pantallas, falsos techos, etc.) de acuerdo con la calificación obtenida de reacción al fuego del sistema B-s1,d0. Cuando la distribución de agua por líneas verticales deban estar integradas en espacios protegidos, como patinillos de servicio, convenientemente sectorizados.
- Se debe tener especial cuidado con la técnica de unión. Para ello, es imprescindible cumplir las instrucciones del proceso de soldadura, especialmente en cuanto al tiempo de enfriamiento, antes de poder aplicar presión hidráulica al sistema.
- Utilizar sólo abrazaderas isoférmicas adecuadas para tal fin.
- La instalación debe realizarse por personal cualificado, según normativa vigente.
- El comportamiento del sistema de tuberías y accesorios está concebido para una vida útil de más de 50 años, extrapoladas de sus correspondientes curvas de referencia, sometido a una presión de servicio de 12 bar y a una temperatura del fluido de 20°C, con un factor de seguridad de 1,25.

### BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS - BIES

Para la utilización de aquatherm red pipe en instalaciones de BIES se debe tener en cuenta los siguientes aspectos, entre otros, según lo indicado en su Documento de Idoneidad Técnica DIT N°592/12:

- Su uso es apto para la protección contra incendios de riesgos del tipo bajo (RB), y medio (RM).
- Permite el uso para bocas de incendio equipadas tipo normalizada 25 mm y 45 mm.

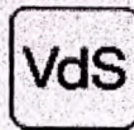
## ACREDITACIONES INTERNACIONALES



España



APPROVED



Germany



Great Britain



Sweden



Czech Republic



Philippines



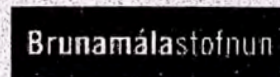
Norway



Hong Kong



Austria



Iceland



New Zealand



Turkey



AII Research Institute  
for Fire Protection  
(VNIIEP)

Russia



Australian  
Standard  
AS 4118.2.1  
Lic 530922464

Australia



CNBOP  
Poland

**aquatherm ibérica s.l.**

c/ Carpinteros, 10 - 28320 Pinto (MADRID) | Tel: +34 91 380 66 88 Fax: +34 91 380 66 09  
Avda de la Marina, 32 - 08530 Sant Boi (BARCELONA) | Tel: +34 93 630 74 60 Fax: +34 93 630 12 05

## Catálogo de calentadores

Calentador a gas instantáneo de 13 lpm.



Calentadores de agua a gas

**Therm 1000**

JSD12/20/26-(Y/T)



**BOSCH**

Instrucciones de instalación y manejo

siado, los dispositivos de seguridad bloquean el funcionamiento.

#### Corto de seguridad debido a una temperatura de calentamiento de agua excesiva

El módulo de encendido detecta la temperatura de calentamiento a través del limitador de temperatura colocado en la

cámara de combustión. En el caso de detectar temperatura excesiva, efectúa un corte de seguridad.

#### Cómo volver a poner en funcionamiento después de un corte de seguridad

Para volver a poner en servicio el aparato después de efectuar un corte de seguridad:

- ▶ Cerrar y volver a abrir un grifo de agua caliente.

## 2.11 Datos técnicos

Datos técnicos	Símbolo	Unidades	JSD12 (Y/T)	JSD20 (Y/T)	JSD26 (Y)	JSD26 (T)
<b>Potencia e caudal</b>						
Potencia útil nominal	Pn	kW	10,6	17,8	20	23,6
Consumo calorífico nominal	Qn	kW	12,4	20	25	26,1
<b>Datos referentes al gas<sup>1)</sup></b>						
<b>Presión de conexión</b>						
Gas natural H	G20	mbar	18	18	-	18
G.L.P. (Butano/Propano)	G30/G31	mbar	28/37	28/37	28/37	-
<b>Consumo</b>						
Gas natural H	G20	m <sup>3</sup> /h	1,26	2,11	-	2,75
G.L.P. (Butano/Propano)	G30/G31	kg/h	0,94	1,57	1,97	-
Número de inyectores			8	13	16	16
<b>Datos relativos a parte de agua</b>						
Presión máxima admisible <sup>2)</sup>	pw	bar	10	10	10	10
Margen de caudales		l/min	6	10	13	13
Presión mínima de funcionamiento	pwmin	bar	0,3	0,3	0,3	0,3
<b>Peso</b>						
Neto		Kg	7,8	11,9		13,8
Embalado		Kg	9,5	13,3		15,5

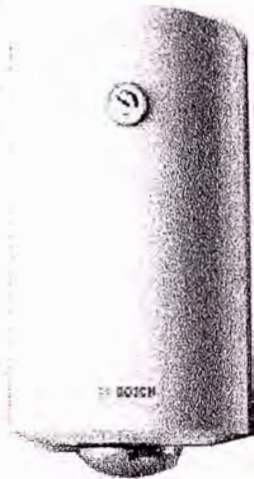
Tab. 4

1) Hi 15 - 1013 mbar - seco: Gas natural 34.2 MJ/m<sup>3</sup> (9.5 kWh/m<sup>3</sup>)  
GLP: Butano 45.72 MJ/kg (12.7 kWh/kg) - Propano 46.44 MJ/kg (12.9 kWh/kg) °C

2) Considerando el efecto de la dilatación del agua, no debe sobrepasarse este valor



## Calentador eléctrico de acumulación de 50 Lts y 150 Lts



Tronic 1000T



Tronic 2000T



Tronic 4000T

Termo eléctrico

**Serie Tronic**

Modelos: ES 030/050/060/075/100/120/150-5 0 WIV-B

**BOSCH**

Instrucciones de instalación y de uso

## 2.5 Datos técnicos

Este aparato responde a las exigencias de las directivas 2006/95/CE y 2004/108/CE.

### 2.5.1 Modelos "Tronic 1000 T" y "Tronic 2000 T"

Datos técnicos	Unidades	ES 030	ES 050 (N)	ES 050 (M)	ES 075
<b>Datos técnicos generales</b>					
Capacidad	l (gal)	30 (7,9)	50 (13,2)		75 (19,8)
Peso del acumulador vacío	kg	12	18		22
Peso del acumulador lleno	kg	42	68		97
<b>Datos del agua</b>					
Presión máx. autorizada	bar/MPa		8 / 0,8		
Tomas de agua	Pol.		1/2		
<b>Datos del sistema eléctrico</b>					
Magnitud de potencia	W	1200	1500	1500	1500
Tiemp. Calentam. ( $\Delta T$ - 50 °C)		1h27m	1h56m	1h56m	2h54m
Tensión de conexión	Vac		220-230		
Frecuencia	Hz		50/60		
Corriente eléctrica (monofásica)	A	5,22	6,52	6,52	6,52
Cable de alimentación sin clavija (modelo)			H05VV - F 3 x 1,5mm <sup>2</sup>		
Clase de protección			I		
Grado de protección			IPX2		
<b>Temperatura del agua</b>					
Rango de temperatura	°C	70 °C	70 °C	hasta 70 °C	hasta 70 °C

Tab. 3 Datos técnicos

### 2.5.2 Modelos "Tronic 4000 T"

Datos técnicos	Unidades	ES 060	ES 075	ES 100	ES 120	ES 150
<b>Datos técnicos generales</b>						
Capacidad	l (gal)	60 (15,8)	75 (19,8)	100 (26,4)	120 (31,7)	150 (39,6)
Peso del acumulador vacío	kg	20	22	24	28	35
Peso del acumulador lleno	kg	80	97	124	148	185
<b>Datos del agua</b>						
Presión máx. autorizada	bar/MPa			8 / 0,8		
Tomas de agua	Pol.			1/2		
<b>Datos del sistema eléctrico</b>						
Magnitud de potencia	W	2000	2000	2000	2000	2000
Tiemp. Calentam. ( $\Delta T$ - 50 °C)		1h45m	2h20m	2h55m	3h30m	4h21m
Tensión de conexión	Vac			220-230		
Frecuencia	Hz			50/60		
Corriente eléctrica (monofásica)	A	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
Cable de alimentación sin clavija (modelo)				H05VV - F 3 x 1,5mm <sup>2</sup>		
Clase de protección				I		
Grado de protección				IPX4		
<b>Temperatura del agua</b>						
Rango de temperatura	°C			hasta 70 °C		

Tab. 4 Datos técnicos

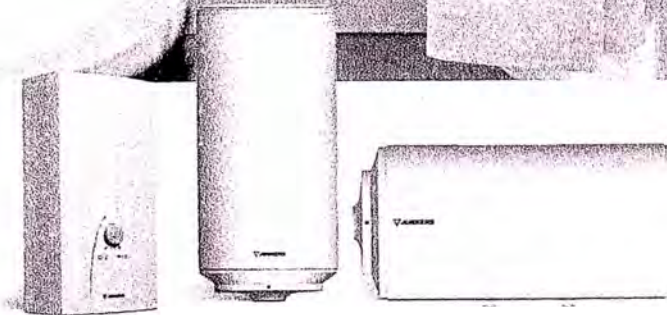
Calentador electrónico instantáneo de 10.3 lpm

# Calentadores y Termos eléctricos Junkers

Confort en a.c.s.



Para Profesionales



Confort a la vida

 **JUNKERS**  
Grupo Bosch

## Calentadores eléctricos instantáneos

En algunos casos podemos disponer de potencia eléctrica ilimitada y no precisamos de altos caudales de agua caliente sanitaria. Una posibilidad a valorar es la utilización de calentadores eléctricos instantáneos. Los calentadores eléctricos de Junkers nos aseguran un suministro ilimitado de agua caliente. Su reducido tamaño es otro argumento a considerar a la hora de decidir el lugar para su instalación, tan sólo es necesario valorar la necesidad de tener contratada potencia eléctrica suficiente.

### Calentadores eléctricos

#### ED

En calentadores eléctricos instantáneos, Junkers ofrece sus modelos ED, desde los 6 kW hasta los 24 kW, o sea desde los 3,4 lts/min. hasta los 13,1 lts/min.; diseño moderno, reducido tamaño y fácil manejo, al integrar en el panel frontal el mando de regulación de temperatura.

#### ED - 6: para pequeñas demandas.

Junkers incluye en su gama de calentadores eléctricos su modelo ED-6 con 3,4 lts/min. de pequeñas dimensiones y fácil instalación.

Sólo necesita dos puntos de agua caliente y fría y una toma de conexión monofásica a 220V-240V.



ED... 2S Moderno diseño de mandos.

### Calentadores eléctricos gama ED



Modelo	ED 6	ED 18 - 2 S	ED 21 - 2 S	ED 24 - 2 S
Alto x ancho x fondo (mm)	250 x 144 x 100	472 x 236 x 139	472 x 236 x 139	472 x 236 x 139
Clase de eficiencia energética				
Perfil de consumo	XXS	S	S	S
Potencia útil	6	-	-	-
Con el mando en modo I	-	6 - 12	7 - 14	8 - 16
Con el mando en modo II	-	9 - 18	10,5 - 21	12 - 24
Presión de encendido (bar)	1	1	1	1
Caudal característico $\Delta T=25^{\circ}C$ (l/min.)	3,4	10,3	12,0	13,8
Tensión de suministro	220V-240V	400V3-	400 V3-	400 V3-

### Características

- **Cuerpo de agua fabricado en poliamida**, más resistente a la presión y a las incrustaciones calcáreas.
- **Dos niveles de potencia** en cada posición del mando (modelos ED 18 - 21 o 24 2S).
- Modulación de potencia en dos pasos para un mayor confort y estabilidad en la temperatura de salida (modelos ED 18 - 21 o 24 2S, corresponden a 9,8 - 11,5 y 13,1 lts/min).
- **Doble limitador de seguridad**, para evitar deterioros en la máquina y protección del usuario.
- Fácil instalación hidráulica.
- Disponibles en 6, 18, 21 y 24 kW.





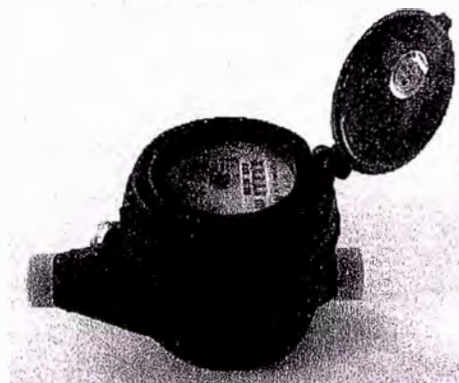
## MT-KD

### Medidor de Chorro Multiple

#### 15-50 mm

#### *Medidores de Agua Chorro Múltiple*

- ◆ El medidor de agua Bar meter MT-KD ha sido diseñado para servicio de agua potable
- ◆ El MT-KD es un medidor de velocidad, que al pasar el agua por la cámara de medición hace girar una turbina, este movimiento se transmite magnéticamente al registro que convierte este movimiento en la cantidad de agua que pasó por el medidor, registrándola.
- ◆ La entrada del agua a la cámara de medición se realiza por varias entradas que producen el efecto de "chorro múltiple"
- ◆ Su sólido y robusto diseño le permiten operar en los sistemas más adversos
- ◆ El MT-KD esta **PRE-equipado para emisión de pulsos para lectura remota.**



#### **Características**

- Resistente cuerpo en Nylon reforzado.
- Registro sellado herméticamente
- Accionamiento magnético
- Protección contra influencias magnéticas externas
- Características constantes de curva de flujo y exactitud
- Filtro de entrada
- Detector de fugas
- Calibración externa
- Mínima fricción sobre los rodamientos de la turbina
- Vidrio de alta resistencia a las rayaduras
- Opción -- Válvula interna antiretorno

#### **Cumple con Norma**

**ISO 4064 para clase B,**

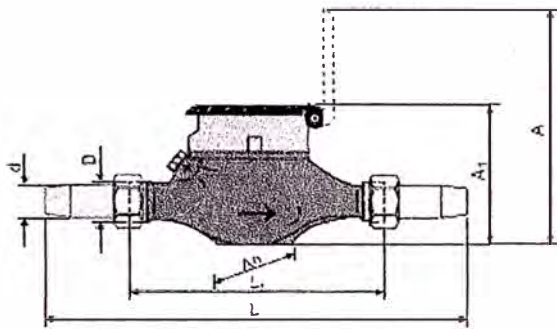
**NOM 012-SCFI-1994 EEC CLASE B  
APROBACION DE MODELO 15mm.**

#### **Condiciones de Operación**

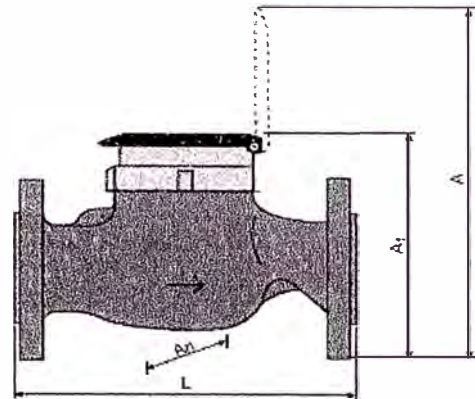
- Temperatura Max. 50°C
- Presión Max. PN-10



## Dimensiones y Pesos



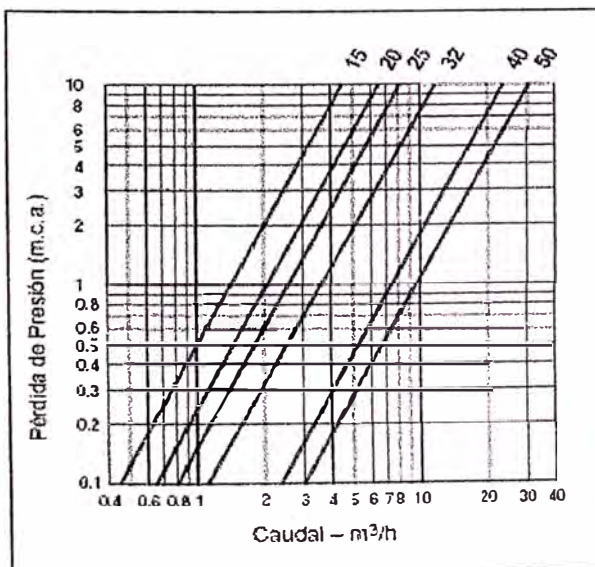
Roscado



Bridado

Dimension Nominal DN $\varnothing$	mm	15	20	25	32	40	50	50
	pulgada	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2"
D - Rosca del cuerpo (pulgada)		3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/4"	Flanged
d - Rosca de conectores (pulgada)		1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	-
L - Longitud (mm)		259/284	284/322	306/376/389	376	435	504	280
L <sub>1</sub> - Longitud (mm)		165/190	190/228	190/260/273	260	300	350	-
An - Ancho (mm)		98	98	103	103	126	130	165
A - Altura (mm)		200	200	200	225	260	290	270
A <sub>1</sub> - Altura (mm)		115	115	115	128	136	161	180
Peso sin conectores (kg)		1.4/1.5	1.5/1.7	1.8/2.9/2.8	2.8	4.5	6.5	13.0
Peso con conectores (kg)		1.6/1.7	1.8/2.0	2.4/3.4/3.4	3.6	5.5	8.3	-

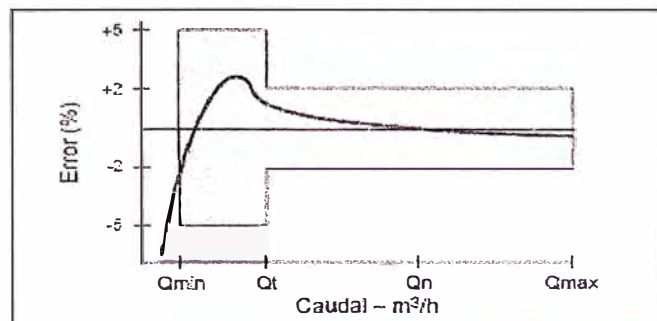
## Curva de Pérdida de Presión



## Datos Metroológicos

Dimension nominal DN $\varnothing$	mm	15	20	25	32	40	50
	pulg.	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Qn - Caudal de Transición (m³/h)		1.5	2.5	3.5	6	10	15
Qmax - Caudal máximo (m³/h)		3	5	7	12	20	30
Qt - Caudal de Transición (m³/h)		0.12	0.20	0.29	0.48	0.80	3.0
Qmin - Caudal mínimo (l/h)		30	50	70	120	200	450

## Curva de Errores



## Anexo IV

## Factibilidad de servicios de Agua y Desagüe



Gerencia de Servicios Sur  
Equipo Operación y Mantenimiento de Redes Surquillo

Certificado de Factibilidad Técnica N° 007-2013/ET-S

Surquillo, 11 de Junio del 2013

Señor

Carlos Mario Varas Montoya

Representante de PROMOTOTA INMOBILIARIA MIRTOS S.A.C.

Av. Paseo de La República N° 2600, esquina Ca. Los Mirtos N° 590, Urb. Jardín

Lince.-

Asunto                      Certificado de Factibilidad de servicios de agua potable y alcantarillado – Edificación Multifamiliar, ubicada en la Av. Paseo de La República N° 2600, esquina con Ca. Los Mirtos N° 590, Mz 1, Lotes 1,2,3 y 6, Urb. Jardín, en el distrito de Lince. (Sector 27)

Ref.                            Registro 55166 - 2013

Por la presente le comunicamos que vista las características del predio de 2 198,37, ubicado en la Av. Paseo de La República N° 260, esquina Ca. Los Mirtos N° 590, Urb. Jardín, en el distrito de Lince, donde se proyecta la construcción de una edificación multifamiliar conformada por 03 torres, con un total de 222 departamentos y un área total a construir de 28 838,48 m<sup>2</sup>; al respecto le comunicamos que:

El servicio de agua potable (Sector 27), podrá ser atendido a partir de la tubería de diámetro 160 mm (6" Ø referencial), PVC, existente a lo largo de la Calle Los Mirtos a 5,80 m de distancia del límite de propiedad aproximadamente, mediante dos conexiones domiciliarias, una de ellas de Ø 40 mm D.N. (1 1/2" Ø referencial), y una Ø 20 mm D.N. (3/4" Ø referencial) en reemplazo de la conexión existente de Ø 15 mm D.N. (1/2" Ø referencial) con suministros N° 2569079. En las instalaciones interiores deberán considerar los elementos de presurización necesarios para que la presente edificación cuente con un adecuado abastecimiento de agua potable.

Con respecto al servicio de alcantarillado, según lo informado por el Grupo Recolección de nuestro Equipo Operación y Mantenimiento de Redes Surquillo, en la Ca. Los Mirtos, por donde proyectan la instalación de la conexión domiciliaria según lo indicado en la Lamina N° IS-02 presentada, le informamos que el colector existente de Ø 200 mm (Ø 8" referencial) C.S.N. ubicado con frente a su propiedad, no fueron diseñados para conducir el aporte que realizará su proyecto edificatorio, no teniendo nuestra empresa programada la ampliación de diámetro a corto plazo. Sin embargo, y de requerir el servicio de alcantarillado a la fecha, deberán elaborar y presentar para su revisión y aprobación por Sedapal, un proyecto de cambio ó instalación del colector de servicio de 200 mm a Ø 250mm (Ø 10" referencial) PVC, Norma ISO 4435:1998, con sus respectivas, (03), conexiones domiciliarias de desagüe Ø 160 mm DN (Ø 6" referencial) requeridas y el traslado de las existentes, conforme a las Normas Técnicas vigentes, a lo largo y al centro de dicha vía cubriendo el frente de propiedad del lote a servir desde el límite de propiedad en la Av. Paseo de La República hasta empalmar en el buzón existente frente al N° 435 de la Ca. Los Mirtos.

Cabe señalar, que durante la etapa de construcción de la edificación deberá gestionar el cambio de uso a industrial de la conexión domiciliaria de agua potable de Ø 1/2" existente con suministros N° 2569079, hasta la culminación de la edificación, luego del cual deberán de ser retiradas. Las gestiones orientadas a la compra de las conexiones domiciliarias de agua de potable y de alcantarillado que por la presente se otorga, así como el retiro de las conexiones existentes de agua y alcantarillado existentes, deberán efectuarse ante el Equipo Comercial Surquillo, sito en Av. Angamos Este N° 1450, una vez que los interesados ejecuten y Sedapal recepcione las obras requeridas en el 3er y 4to párrafo, del presente Certificado de Factibilidad, debiendo presentar también para este fin la Ficha Registral de Acumulación de lotes.

Asimismo, deberá tener en cuenta el Artículo N° 124 del Reglamento de Calidad de la Prestación de Servicios de Saneamiento, donde se considera como Infracción, "el Impedir u obstaculizar el acceso a la caja del medidor al personal autorizado por la EPS, para la lectura de los medidores, la inspección de las instalaciones o el ejercicio de cualquiera de las actividades necesarias para la prestación de los servicios", por lo que deben efectuar la construcción sin impedir u obstaculizar el acceso a la caja o cajas existentes en el terreno a construir.

Certificado de Factibilidad Técnica N° -2013/ET-S

Por lo expuesto y de acuerdo a análisis técnico e inspección realizada en su predio, se expide el presente Certificado de Factibilidad de Servicios, precisando a la vez que cuenta con un (01) año de vigencia a partir de su recepción, en ese sentido sírvase realizar las gestiones necesarias para el acceso a los servicios de saneamiento dentro del plazo de vigencia, a fin de evitar no poder acceder a lo solicitado una vez que el sector de abastecimiento indicado se torne crítico por la dinámica del crecimiento inmobiliario en el sector y no exista condiciones técnicas para otorgar la vigencia del Certificado de Factibilidad Técnica.

Atentamente,



Juan Carlos Paredes Aguilár  
Jefe Equipo Técnico Sur  
SHP





SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA



Gerencia de Servicios Sur  
Equipo Técnico Sur

"Año de de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Carta N° 874 -2013/ET-S

Surquillo, 04 de Diciembre del 2013

Señor  
Carlo Mario Varas Montoya  
Representante de la PROMOTORA INMOBILIARIA MIRTOS S.A.C.  
Av. Paseo de La República N° 2600 Urb. Jardín  
Lince.-

**Asunto:** Modificación de Aprobación de Proyecto de Red Complementaria y Conexión Domiciliaria de Alcantarillado para el inmueble, ubicado en la Av. Paseo de La República N° 2600 esquina Calle Los Mirtos N° 590, Mz. 1, Lotes 1, 2, 3 y 6 Urb. Jardín, en el distrito de Lince.

**Referencia:** Carta S/N de fecha 21.11.2013 - Expediente N° 128055-2013.  
Certificado de factibilidad N° 007-2013/ET-S de fecha 11.06.2013.

Es grato dirigiarnos a usted para comunicarle que, luego de efectuar la revisión del expediente de la referencia y de acuerdo a lo informado por nuestro especialista, la Empresa de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Lima y Callao – SEDAPAL, aprueba el Proyecto de Red Secundaria y Conexión Domiciliaria de Alcantarillado, elaborado por el Ingeniero Sanitario Antonio Alva Ayllon CIP N° 56526, teniendo en cuenta las condiciones técnicas indicadas en las Factibilidad de Servicio otorgada con el certificado de la referencia, con la finalidad de brindar servicio al inmueble, ubicado en la Av. Paseo de La República N° 2600 esquina Calle Los Mirtos N° 590, Mz. 1, Lotes 1, 2, 3 y 6 Urb. Jardín, en el distrito de Lince; al respecto le comunicamos que:

El proyecto de alcantarillado que se aprueba, comprende la instalación de 122.23 m de tuberías para conducción de líquidos sin presión de  $\phi$  250 mm PVC (10") SN 2, según norma NTP-ISO 4435:2005 y la instalación de tres (03) buzones Standard tipo I, a lo Largo de la Calle Los Mirtos y Av. Paseo de La República, cubriendo el frente de propiedad del lote a servir con empalme a las redes existente de  $\phi$  8" CSN ubicadas en la Calle Los Mirtos, considerando pendientes y caídas adecuadas que garantizan un buen funcionamiento del colector. Asimismo, el proyecto de alcantarillado que se aprueba, considera la instalación de cuatro (04) conexiones domiciliarias de alcantarillado de  $\phi$  160 mm (6") PVC.

Las obras deberán ejecutarse conforme al Plano Nro. 81-2013, Normas de Seguridad Vial, Normas Técnicas vigentes y a las Especificaciones Técnicas de SEDAPAL, quien efectuará el control de las mismas, debiendo comunicarnos oportunamente la fecha de su inicio para el control respectivo, caso contrario las obras serán consideradas como irregulares.

Para la ejecución de las obras deberá presentar las licencias y permisos correspondientes de la Municipalidad Distrital; Municipalidad de Transporte Urbano de Lima, Cronograma de Obras

OFICINA PRINCIPAL - LA ATARJEA: Autopista Ramiro Priale 210 El Agustino - Central Telefónica: 317-3000 - AQUAFONO: 317-8000

CENTROS DE SERVICIOS Y AGENCIAS: ATE VITARTE: Av. Nicolás Ayllón 2309 - Telf.: 326-6082 / BREÑA: Av. Tingo María 600 - Telf.: 425-5051  
CALLAO: Av. Guardia Chalaca 1131 - Telf.: 429-0950 / CIENEGUILLA: Av. San Martín Zona C, Mz. D. Lt. 2 Urb. Tambo Viejo - Telf.: 479-8705 / COMAS: Av. Victor Andrés Belaúnde Oeste cdra. 5 Urb. El Retablo - Telf.: 536-1130 / LA MOLINA: Av. Javier Prado Este 5910-5912 Urb. La Fontana - Telf.: 436-2527 / PUNTA NEGRA: Antigua Panamericana Sur Mz. Y Lt. 01 y 02 Urb. La Merced Zona D - Telf.: 231-5029 / SAN JUAN DE LURIGANCHO: Av. Próceres de la Independencia 3105 Urb. Canto Grande Telf.: 388-2478 / SAN MIGUEL: Av. Universitaria 1027 Telf.: 452-3232 / SURQUILLO: Av. Angamos Este 1450 - Telf.: 241-4018 / VENTANILLA: Calle 1 Mz F-15 Lt 19 Urb. La Bandera - Telf.: 553-7227 / VILLA EL SALVADOR: Av. Separadora Industrial 300 Sector 1 - Telf.: 291-2125 / ZARATE: Av. Gran Chimú 1017 Telf.: 376-1166 / Clientes Especiales: Jr. Huazá 306 Esq. Venezuela Cdra. 8 Breña - Telf.: 424-8800

www.sedapal.com.pe



SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA



Carta N° 874 -2013/ET-5

Pag. N° 2

constancia de habilidad del Ing. Residente, Cuaderno de Obras, copia de planos de Señalización, copia de planos de aprobación de proyecto, copia de la carta de aprobación de proyecto. Queda establecido por la presente que el diseño del Proyecto que se aprueba es de responsabilidad del proyectista, así como por las posibles interferencias con tuberías, cables o ductos y de otros servicios existentes incluyendo Luz, Teléfono y Gas, debiendo efectuar antes de la ejecución de obras el replanteo inicial.

La presente habilitación se encontrará afecta al pago de la cuenta control de obras sanitarias la misma que será liquidada al termino de la ejecución de obra de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución de Consejo Directivo N° 012-2011-SUNASS vigente desde el 01.04.2011. La presente Carta tiene una vigencia de un año a partir de la recepción de la presente.

Cualquier consulta referente a la ejecución de obras, deberán ser realizadas con el personal profesional del Equipo Técnico Sur, sito en la Av. Angamos Este N° 1450 en el distrito de Surquillo.

Atentamente,

Juan Carlos Paredes Aguilár  
Jefe Equipo Técnico Sur (e)  
JLB/c.c. Archivo/EOMR-S/EC-S-PAS, Reg. N° 128055-2013

OFICINA PRINCIPAL - LA ATARJEIA: Autopista Ramiro Prialé 210 El Agustino - Central Telefónica: 317-3000 - AQUAFONO: 317-8000  
CENTROS DE SERVICIOS Y AGENCIAS: ATE VITARTÉ: Av. Nicolás Ayllón 2309 - Tell.: 326-6082 / BREÑA: Av. Tingo Mena 600 - Tell.: 425-505  
CALLAO: Av. Guardia Chataca 1131 - Tell.: 429 0950 / CIENEGUILLA: Av. San Martín Zona C, Mz. D. Lt 2 Urb. Tambo Viejo - Tell.: 479-8705 / COMAS: Av. Victor Andú  
Balaúnde Oeste cdra. 5 Urb. El Relabio - Tell.: 536-1190 / LA MOLINA: Av. Javier Prado Este 5910-5912 Urb. La Fontana - Tell.: 436-2527 / PUNTA NEGRA: Antigu  
Panamericana Sur MZ. Y LI 01 y 02 Urb. La Merced Zona D - Tell. 231-5029 / SAN JUAN DE LURIGANCHO: Av. Próceres de la Independencia 3105 Urb. Canto Grand  
Tell.: 388-2478 / SAN MIGUEL: Av. Universitaria 1027 Tell. 452-3232 / SURQUILLO: Av. Angamos Este 1450 - Tell.: 241-4018 / VENTANILLA: Calle 1 Mz F-15 Lt 19 Urb. I  
Bandera - Tell.: 553-7227 / VILLA EL SALVADOR: Av. Separadora Industrial 300 Sector - Tell.: 291-2125 / ZARATE: Av. Gran Chimú 1017 Tell.: 376-1166 / Cliente  
Especial: Jr. Huaraz 386 Esq. Venezuela Cdra. 8 Breña - Tell.: 424-8900

www.sedapal.com.pe

**Cálculo hidráulico de agua fría y agua caliente departamentos típicos**  
**Figura 5.1.1. – Isométrico de departamento**

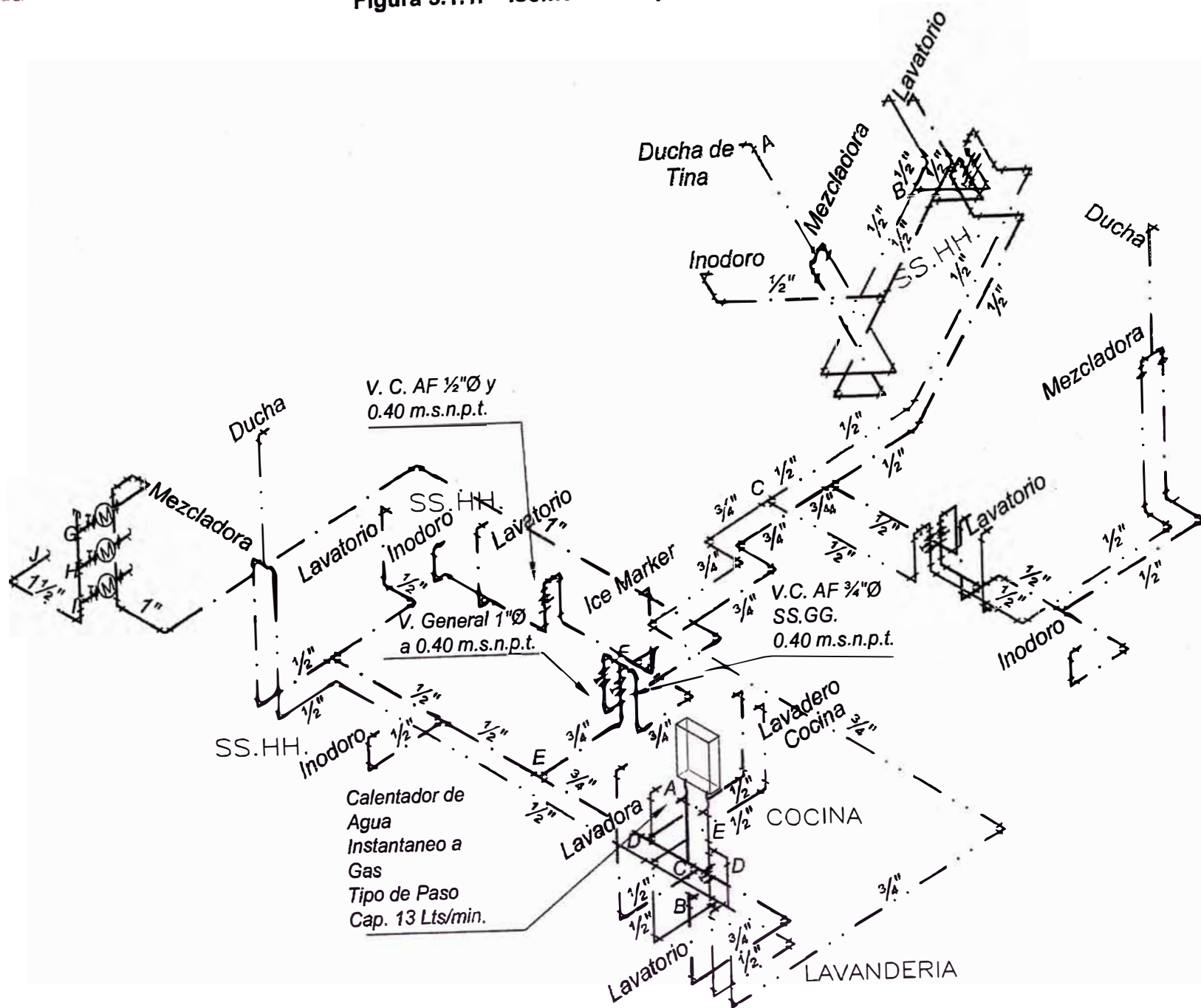


Tabla 5.1.1. – Cálculo hidráulico AF departamento 1

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesos					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	Nº	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	10.75	10.75	0.217	1/2"	1.05 ok	Codo 90°	1	2	0.056	0.112	1.06	14908	0.0279	0.103	0.461
						Val. Compuerta	0.19	1	0.011	0.011					
						Val. Check	4	1	0.225	0.225					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.011	0.011					
B-C	0.25	11	0.257	3/4"	0.79 ok	Codo 90°	1	2	0.032	0.064	1.70	14124	0.0283	0.075	0.158
						Tee línea	0.6	1	0.019	0.019					
C-D	1	12	0.377	3/4"	1.15 ok	Tee línea	0.6	1	0.040	0.04	0.66	20560	0.0258	0.056	0.097
										0.040					
D-E	1	13	0.400	3/4"	1.22 ok	Tee línea	0.6	1	0.046	0.046	1.25	21812	0.0254	0.118	0.164
										0.046					
E-F	3	16	0.460	3/4"	1.41 ok	Codo 90°	1	1	0.101	0.101	1.56	25209	0.0246	0.190	0.513
						Tee deriva.	1.8	1	0.182	0.182					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.019	0.019					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.019	0.019					
F-G	7	23	0.595	1"	1.1 ok	Codo 90°	1	8	0.062	0.493	8.95	25258	0.0245	0.517	1.160
						Tee deriva.	1.8	1	0.111	0.111					
						Val. Compuerta	0.19	2	0.012	0.023					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.015	0.015					
G-H	0	23	0.595	1.1/2"	0.46 nc	Medidor					0.175	16448	0.0272	0.001	0.021
						Tee deriva.	1.8	1	0.019	0.019					
H-I	10.5	33.50	0.813	1.1/2"	0.62 ok	Tee línea	0.6	1	0.012	0.012	0.175	22170	0.0253	0.002	0.014
										0.012					
I-J	23	56.5	1.208	1.1/2"	0.92 ok	Codo 90°	1	2	0.043	0.086	1.14	32897	0.0230	0.028	0.148
						Tee línea	0.6	1	0.026	0.026					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.008	0.008					
										0.120					
<b>Total hf</b>													<b>3.93</b>		

Tabla 5.1.2. – Cálculo hidráulico AC departamento 1

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesos					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	Nº	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	1.5	1.5	0.060	1/2"	0.57 nc	Codo 90°	1	4	0.017	0.066	4.55	5795	0.0359	0.233	0.306
						Val. Compuerta	0.19	1	0.003	0.003					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.003	0.003					
										0.073					
B-C	0.75	2.25	0.090	1/2"	0.85 ok	Codo 90°	1	5	0.037	0.184	7.92	8641	0.0322	0.810	1.104
						Codo de 45°	0.75	1	0.028	0.028					
						Tee deriva.	1.8	1	0.066	0.066					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.007	0.007					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.009	0.009					
C-D	2.25	4.5	0.195	3/4"	0.77 ok	Codo 90°	1	6	0.030	0.181	11.73	12147	0.0294	0.579	0.779
						Tee línea	0.6	1	0.018	0.018					
D-E	6.25	10.75	0.217	3/4"	0.85 ok	Codo 90°	1	2	0.037	0.074	0.25	13409	0.0287	0.015	0.136
						Tee línea	0.6	2	0.022	0.044					
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.003	0.003					
										0.121					
<b>Total hf</b>													<b>2.32</b>		

Figura 5.2.1. – Isométrico departamento 2

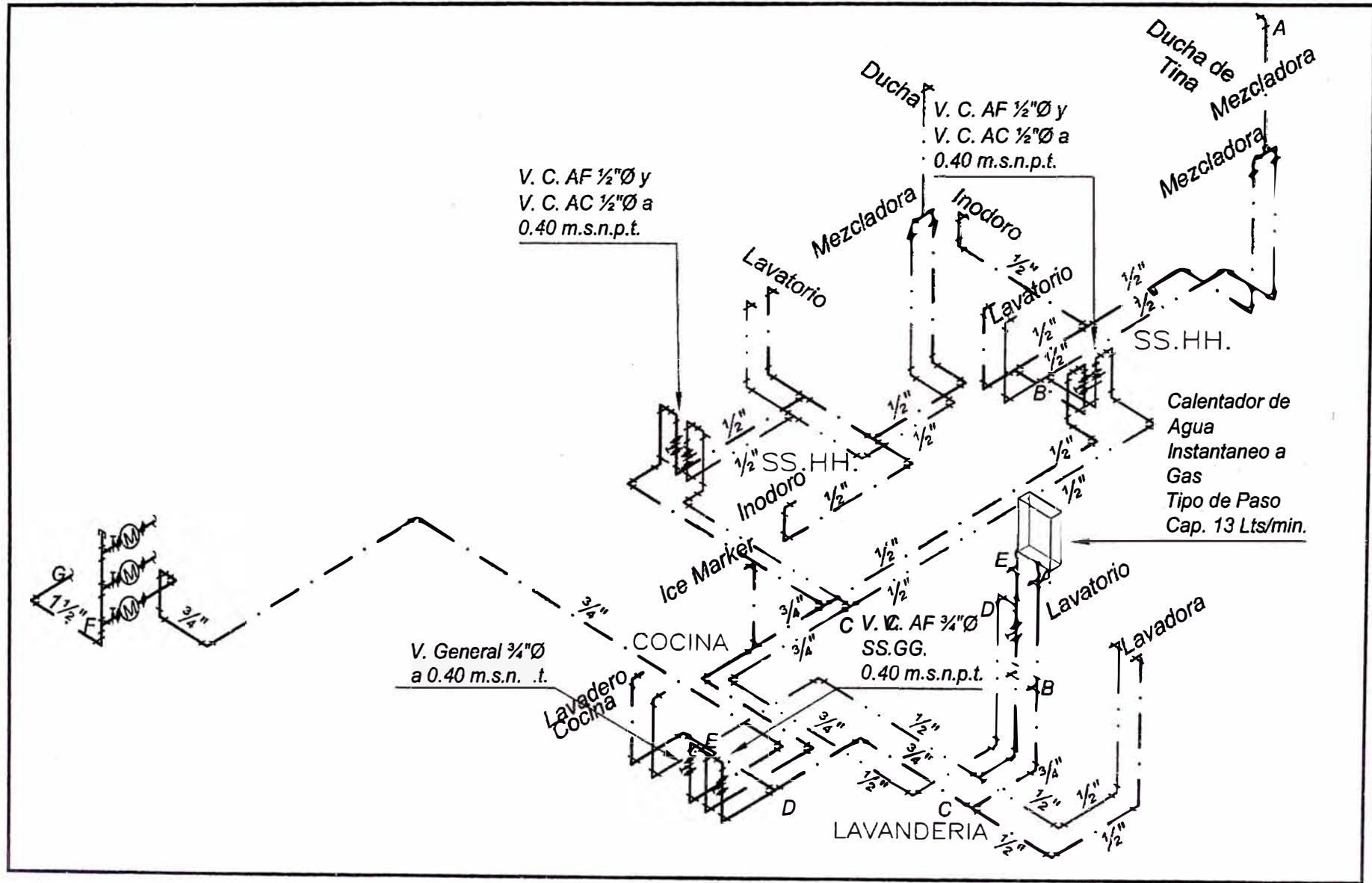


Tabla 5.2.1. – Cálculo hidráulico AF departamento 2

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	Nº	hf(m)	hf(m)I		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	9.25	9.25	0.217	1/2"	1.05 ok	Codo 90°	1	2	0.056	0.112	1.06	14908	0.0279	0.103	0.461
						Val. Compuerta	0.19	1	0.011	0.011					
						Val. Check	4	1	0.225	0.225					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.011	0.011					
									0.359						
B-C	0.25	9.5	0.257	3/4"	0.79 ok	Codo 90°	1	1	0.032	0.032	1.32	14124	0.0283	0.058	0.109
						Tee línea	0.6	1	0.019	0.019					
										0.051					
C-D	1	10.5	0.350	3/4"	1.07 ok	Codo 90°	1	1	0.058	0.058	1.89	19130	0.0262	0.142	0.305
						Tee deriva.	1.8	1	0.105	0.105					
										0.163					
D-E	1	11.5	0.370	3/4"	1.13 ok	Codo 90°	1	1	0.065	0.065	1.09	20203	0.0259	0.090	0.207
						Tee línea	0.6	1	0.039	0.039					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.012	0.012					
										0.116					
E-F	4.5	16	0.460	3/4"	1.41 ok	Codo 90°	1	8	0.101	0.811	10.07	25209	0.0246	1.228	2.294
						Tee deriva.	1.8	1	0.182	0.182					
						Val. Compuerta	0.19	2	0.019	0.039					
						Contracción (D a d) D/d=2	0.34	1	0.034	0.034					
										1.066					
														1.3	
F-G	41	57	1.214	1.1/2"	0.93 ok	Codo 90°	1	1	0.044	0.044	0.600	33254	0.0230	0.015	0.147
						Tee deriva.	1.8	1	0.079	0.079					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.008	0.008					
										0.132					
											<b>Total hf</b>	<b>4.82</b>			

Tabla 5.2.2. – Cálculo hidráulico AC departamento 2

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	Nº	hf(m)	hf(m)I		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	1.5	1.5	0.060	1/2"	0.57 nc	Codo 90°	1	4	0.017	0.066	4.45	5795	0.0359	0.228	0.301
						Val. Compuerta	0.19	1	0.003	0.003					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.003	0.003					
										0.073					
B-C	0.75	2.25	0.090	1/2"	0.85 ok	Codo 90°	1	5	0.037	0.184	4.95	8641	0.0322	0.506	0.773
						Tee deriva.	1.8	1	0.066	0.066					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.007	0.007					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.009	0.009					
										0.267					
C-D	2.25	4.5	0.195	3/4"	0.77 ok	Codo 90°	1	4	0.030	0.121	9.71	12147	0.0294	0.480	0.619
						Tee línea	0.6	1	0.018	0.018					
										0.139					
D-E	6.25	10.75	0.217	3/4"	0.85 ok	Codo 90°	1	2	0.037	0.074	0.35	13409	0.0287	0.021	0.142
						Tee línea	0.6	2	0.022	0.044					
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.003	0.003					
										0.121					
											<b>Total hf</b>	<b>1.83</b>			

Figura 5.3.1. – Isométrico departamento 2a

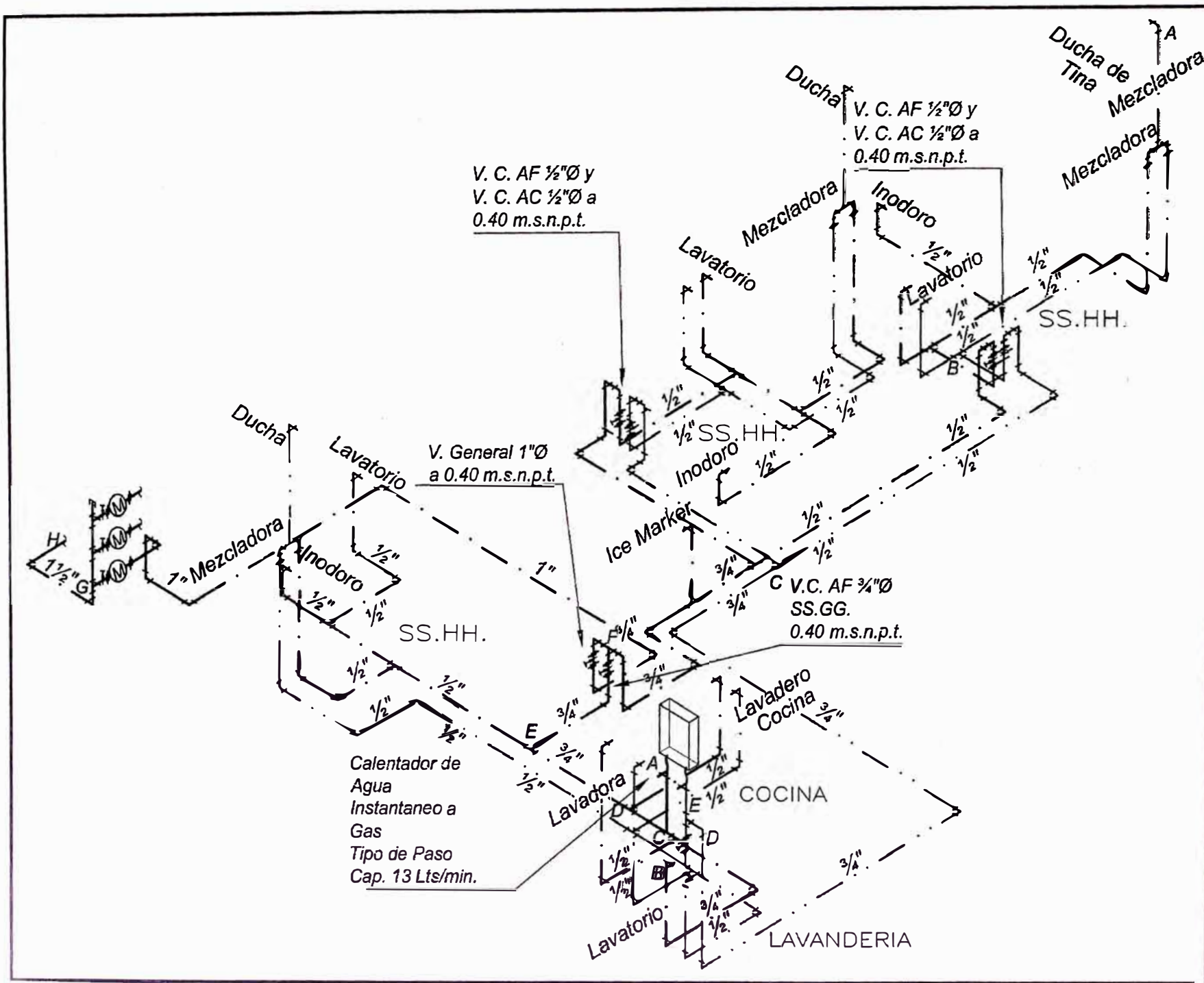


Tabla 5.3.1. – Cálculo hidráulico AF departamento 2a

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)I		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	10.75	10.75	0.217	1/2"	1.05 ok	Codo 90°	1	2	0.056	0.112	1.06	14908	0.0279	0.103	0.461
						Val. Compuerta	0.19	1	0.011	0.011					
						Val. Check	4	1	0.225	0.225					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.011	0.011					
B-C	0.25	11	0.257	3/4"	0.79 ok	Codo 90°	1	2	0.032	0.064	2.28	14124	0.0283	0.101	0.183
						Tee línea	0.6	1	0.019	0.019					
										0.083					
C-D	1	12	0.377	3/4"	1.15 ok	Tee línea	0.6	1	0.040	0.04	0.48	20560	0.0258	0.041	0.081
D-E	1	13	0.400	3/4"	1.22 ok	Tee línea	0.6	1	0.046	0.046	1.16	21812	0.0254	0.110	0.155
										0.046					
										0.046					
E-F	3	16	0.460	3/4"	1.41 ok	Codo 90°	1	1	0.101	0.101	1.24	25209	0.0246	0.151	0.473
						Tee deriva.	1.8	1	0.182	0.182					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.019	0.019					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.019	0.019					
										0.322					
F-G	4.5	20.5	0.550	1"	1.02 ok	Codo 90°	1	8	0.053	0.424	9.12	23421	0.0250	0.461	1.014
						Tee deriva.	1.8	1	0.095	0.095					
						Val. Compuerta	0.19	2	0.010	0.020					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.013	0.013					
										0.553					
						Medidor									
G-H	41	61.5	1.268	1.1/2"	0.97 ok	Codo 90°	1	2	0.048	0.096	0.99	34685	0.0228	0.026	0.218
						Tee deriva.	1.8	1	0.086	0.086					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.009	0.009					
										0.191					
<b>Total hf</b>													<b>3.47</b>		

Tabla 5.3.2. – Cálculo hidráulico AC departamento 2a

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)I		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	1.5	1.5	0.060	1/2"	0.57 nc	Codo 90°	1	4	0.017	0.066	4.45	5795	0.0359	0.228	0.301
						Val. Compuerta	0.19	1	0.003	0.003					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.003	0.003					
										0.073					
B-C	0.75	2.25	0.090	1/2"	0.85 ok	Codo 90°	1	5	0.037	0.184	4.80	8641	0.0322	0.491	0.757
						Tee deriva.	1.8	1	0.066	0.066					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.007	0.007					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.009	0.009					
										0.267					
C-D	2.25	4.5	0.195	3/4"	0.77 ok	Codo 90°	1	4	0.030	0.121	13.07	12147	0.0294	0.645	0.784
						Tee línea	0.6	1	0.018	0.018					
										0.139					
D-E	6.25	10.75	0.217	3/4"	0.85 ok	Codo 90°	1	2	0.037	0.074	0.35	13409	0.0287	0.021	0.142
						Tee línea	0.6	2	0.022	0.044					
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.003	0.003					
										0.121					
<b>Total hf</b>													<b>1.98</b>		



5  
**FIGURA E 4.4** PLUMBOMETRÍA DEPARTAMENTO 3

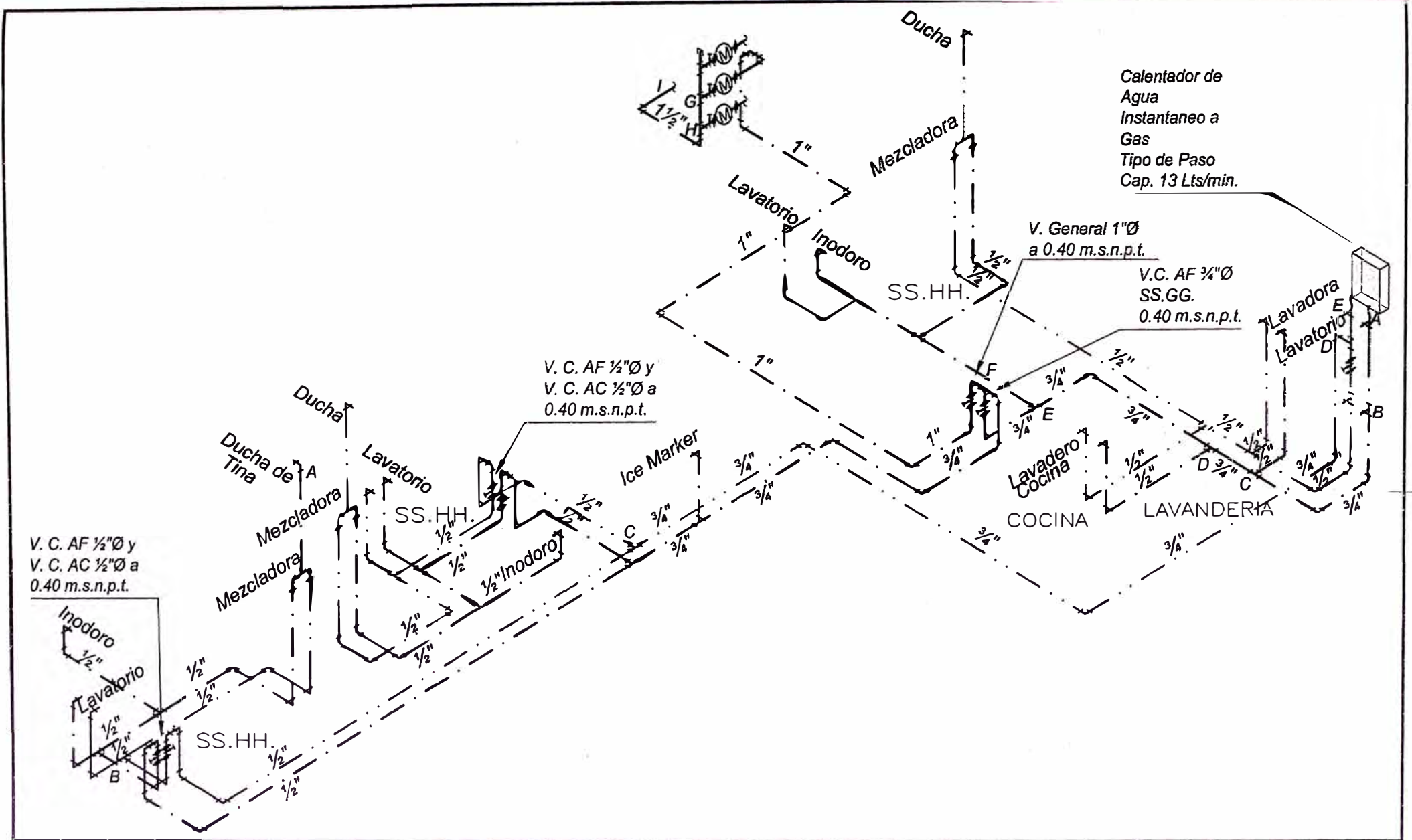


Tabla 5.4.1. – Cálculo hidráulico AF departamento 3

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf: accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	10.75	10.75	0.217	1/2"	1.05 ok	Codo 90°	1	2	0.056	0.112	1.06	14908	0.0279	0.103	0.461
						Val. Compuerta	0.19	1	0.011	0.011					
						Val. Check	4	1	0.225	0.225					
						Ensancham. (d a D) D/d=1.4	0.23	0	0.013	0					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.011	0.011					
										0.359					
B-C	0.25	11	0.257	3/4"	0.79 ok	Codo 90°	1	2	0.032	0.064	1.91	14124	0.0283	0.084	0.167
						Tee línea	0.6	1	0.019	0.019					
											0.083				
C-D	1	12	0.377	3/4"	1.15 ok	Tee línea	0.6	1	0.040	0.04	0.48	20560	0.0258	0.041	0.081
											0.040				
D-E	1	13	0.400	3/4"	1.22 ok	Codo 90°	1	1	0.076	0.076	1.96	21812	0.0254	0.185	0.307
						Tee línea	0.6	1	0.046	0.046					
											0.121				
E-F	3	16	0.460	3/4"	1.41 ok	Codo 90°	1	1	0.101	0.101	1.01	25209	0.0246	0.123	0.324
						Tee línea	0.6	1	0.061	0.061					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.019	0.019					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.019	0.019					
F-G	4.5	20.5	0.550	1"	1.02 ok	Codo 90°	1	9	0.053	0.477	8.75	23421	0.0250	0.442	0.981
						Tee línea	0.6	1	0.032	0.032					
						Val. Compuerta	0.19	2	0.010	0.020					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.010	0.010					
						Medidor									0.850
G-H	20.5	41	0.930	1.1/2"	0.71 ok	Tee deriva.	1.8	1	0.046	0.046	0.175	25388	0.0245	0.003	0.049
											0.046				
H-I	20.5	61.50	1.268	1.1/2"	0.97 ok	Codo 90°	1	2	0.048	0.096	0.99	34685	0.0228	0.026	0.160
						Tee línea	0.6	1	0.029	0.029					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.009	0.009					
												<b>Total hf</b>	<b>3.38</b>		

Tabla 5.4.2. – Cálculo hidráulico AC departamento 3

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	1.5	1.5	0.060	1/2"	0.57 nc	Codo 90°	1	4	0.017	0.066	4.48	5795	0.0359	0.230	0.302
						Val. Compuerta	0.19	1	0.003	0.003					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.003	0.003					
											0.073				
B-C	0.75	2.25	0.090	1/2"	0.85 ok	Codo 90°	1	5	0.037	0.184	6.41	8641	0.0322	0.655	0.922
						Tee deriva.	1.8	1	0.066	0.066					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.007	0.007					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.009	0.009					
											0.267				
C-D	2.25	4.5	0.195	3/4"	0.77 ok	Codo 90°	1	4	0.030	0.121	13.10	12147	0.0294	0.647	0.786
						Tee línea	0.6	1	0.018	0.018					
											0.139				
D-E	6.25	10.75	0.217	3/4"	0.85 ok	Codo 90°	1	2	0.037	0.074	0.35	13409	0.0287	0.021	0.142
						Tee línea	0.6	2	0.022	0.044					
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.003	0.003					
											0.121				
												<b>Total hf</b>	<b>2.15</b>		

Figura 5.5.1 - Isométrico departamento 5

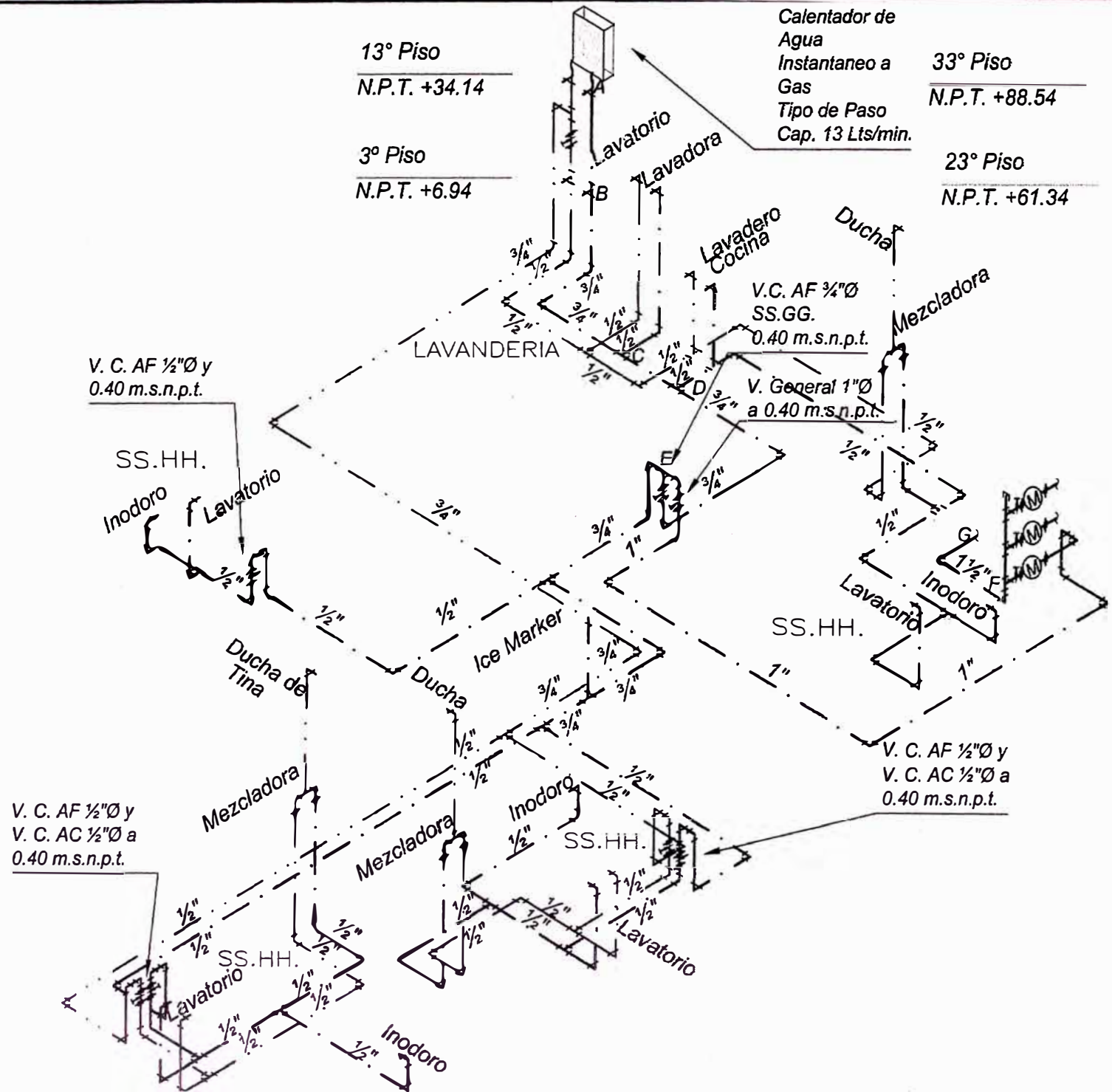


Tabla 5.5.1. – Cálculo hidráulico AF departamento 5

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	Nº	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	10.75	10.75	0.217	1/2"	1.05 ok	Codo 90°	1	2	0.056	0.112	1.06	14908	0.0279	0.103	0.461
						Val. Compuerta	0.19	1	0.011	0.011					
						Val. Check	4	1	0.225	0.225					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.011	0.011					
B-C	0.25	11	0.257	3/4"	0.79 ok	Codo 90°	1	1	0.032	0.032	1.15	14124	0.0283	0.051	0.102
						Tee línea	0.6	1	0.019	0.019					
										0.051					
C-D	1	12	0.377	3/4"	1.15 ok	Tee línea	0.6	1	0.040	0.040	2.06	20560	0.0258	0.176	0.216
D-E	4	16	0.460	3/4"	1.41 ok	Codo 90°	1	2	0.101	0.203	2.80	25209	0.0246	0.342	0.644
						Tee línea	0.6	1	0.061	0.061					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.019	0.019					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.019	0.019					
E-F	7	23	0.595	1"	1.1 ok	Codo 90°	1	6	0.062	0.370	6.68	25258	0.0245	0.386	0.906
						Tee deriva.	1.8	1	0.111	0.111					
						Val. Compuerta	0.19	2	0.012	0.023					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.015	0.015					
F-G	33.5	56.5	1.208	1.1/2"	0.92 ok	Medidor				0.520					1.2
						Codo 90°	1	2	0.043	0.086	1.14	32897	0.0230	0.028	0.200
						Tee deriva.	1.8	1	0.078	0.078					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.008	0.008					
				0.172											
												<b>Total hf</b>	<b>3.73</b>		

Tabla 5.5.2. – Cálculo hidráulico AC departamento 5

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	Nº	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	1.5	1.5	0.060	1/2"	0.57 nc	Codo 90°	1	4	0.017	0.066	4.42	5795	0.0359	0.227	0.299
						Val. Compuerta	0.19	1	0.003	0.003					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.003	0.003					
										0.073					
B-C	0.75	2.25	0.090	1/2"	0.85 ok	Codo 90°	1	5	0.037	0.184	4.14	8641	0.0322	0.423	0.690
						Tee deriva.	1.8	1	0.066	0.066					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.007	0.007					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.009	0.009					
C-D	2.25	4.5	0.195	3/4"	0.77 ok	Codo 90°	1	5	0.030	0.151	14.41	12147	0.0294	0.712	0.881
						Tee línea	0.6	1	0.018	0.018					
										0.169					
D-E	6.25	10.75	0.217	3/4"	0.85 ok	Codo 90°	1	2	0.037	0.074	0.35	13409	0.0287	0.021	0.142
						Tee línea	0.6	2	0.022	0.044					
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.003	0.003					
										0.121					
												<b>Total hf</b>	<b>2.01</b>		

Figura 5.6.1. - Isométrico departamento 6

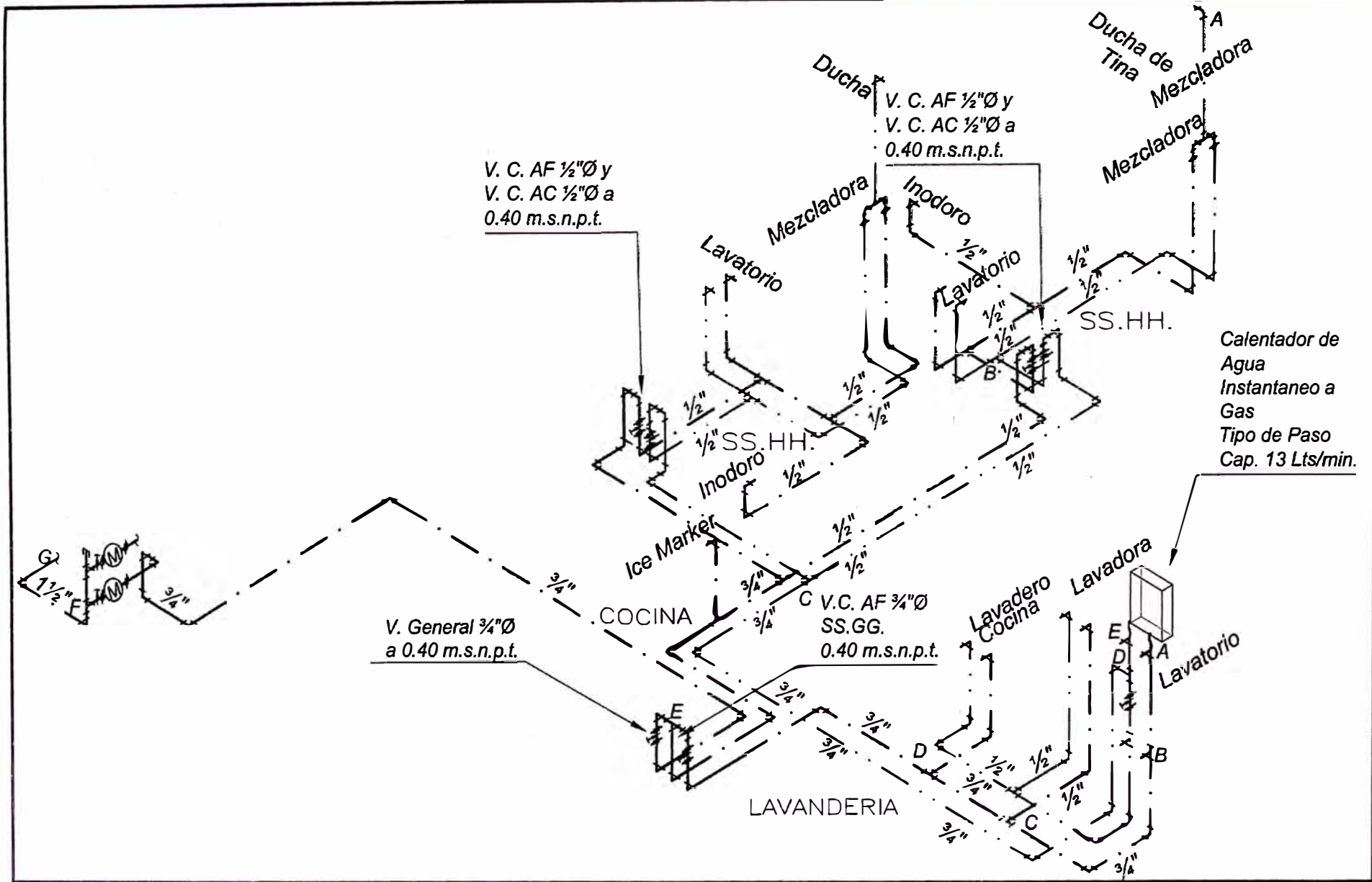


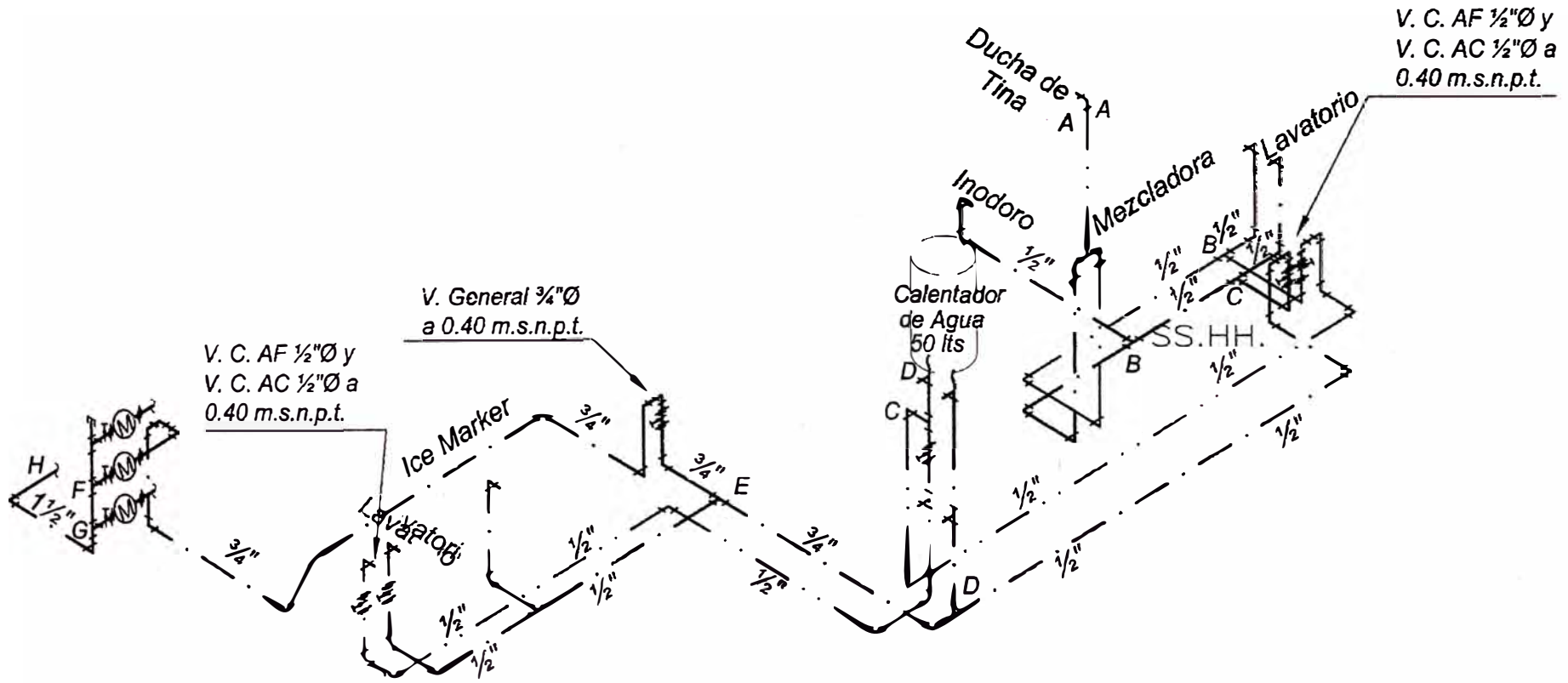
Tabla 5.6.1. – Cálculo hidráulico AF departamento 6

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios				L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)				
						accesorios	k	Nº	hf(m)		hf(m)T	Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	9.25	9.25	0.217	1/2"	1.05 ok	Codo 90°	1	2	0.056	0.112	1.06	14908	0.0279	0.103	0.461
						Val. Compuerta	0.19	1	0.011	0.011					
						Val. Check	4	1	0.225	0.225					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.011	0.011					
									0.359						
B-C	0.25	9.5	0.257	3/4"	0.79 ok	Codo 90°	1	1	0.032	0.032	1.87	14124	0.0283	0.083	0.133
						Tee línea	0.6	1	0.019	0.019					
										0.051					
C-D	1	10.5	0.350	3/4"	1.07 ok	Tee línea	0.6	1	0.035	0.035	1.32	19130	0.0262	0.099	0.134
D-E	1	11.5	0.370	3/4"	1.13 ok	Codo 90°	1	2	0.065	0.130	2.49	20203	0.0259	0.206	0.387
						Tee línea	0.6	1	0.039	0.039					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.012	0.012					
										0.182					
E-F	4.5	16	0.460	3/4"	1.41 ok	Codo 90°	1	8	0.101	0.811	7.79	25209	0.0246	0.950	2.016
						Tee deriva.	1.8	1	0.182	0.182					
						Val. Compuerta	0.19	2	0.019	0.039					
						Contracción (D a d) D/d=2	0.34	1	0.034	0.034					
										1.066					
															1.3
F-G	16	32	0.790	1.1/2"	0.6 ok	Codo 90°	1	2	0.018	0.037	0.75	21454	0.0255	0.009	0.082
						Tee deriva.	1.8	1	0.033	0.033					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.003	0.003					
										0.073					
													<b>Total hf</b>	<b>4.51</b>	

Tabla 5.6.2. – Cálculo hidráulico AC departamento 6

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios				L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)				
						accesorios	k	Nº	hf(m)		hf(m)T	Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	1.5	1.5	0.060	1/2"	0.57 nc	Codo 90°	1	5	0.017	0.083	4.82	5795	0.0359	0.247	0.336
						Val. Compuerta	0.19	1	0.003	0.003					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.003	0.003					
										0.089					
B-C	0.75	2.25	0.090	1/2"	0.85 ok	Codo 90°	1	5	0.037	0.184	4.23	8641	0.0322	0.432	0.655
						Tee línea	0.6	1	0.022	0.022					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.007	0.007					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.009	0.009					
									0.222						
C-D	2.25	4.5	0.195	3/4"	0.77 ok	Codo 90°	1	6	0.030	0.181	11.35	12147	0.0294	0.561	0.760
						Tee línea	0.6	1	0.018	0.018					
										0.199					
D-E	6.25	10.75	0.217	3/4"	0.85 ok	Codo 90°	1	2	0.037	0.074	0.35	13409	0.0287	0.021	0.142
						Tee línea	0.6	2	0.022	0.044					
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.003	0.003					
										0.121					
													<b>Total hf</b>	<b>1.89</b>	

Figura 5 7 1 - Isométrico departamento 6a. 9. 10



V. C. AF 1/2"Ø y  
V. C. AC 1/2"Ø a  
0.40 m.s.n.p.t.

V. General 3/4"Ø  
a 0.40 m.s.n.p.t.

V. C. AF 1/2"Ø y  
V. C. AC 1/2"Ø a  
0.40 m.s.n.p.t.

Tabla 5.7.1. – Cálculo hidráulico AF departamento 6a,9 y 10

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	1.5	1.50	0.060	1/2"	0.29 nc	Codo 90°	1	4	0.004	0.017	4.27	4117	0.0396	0.045	0.064
						Val. Compuerta	0.19	1	0.001	0.001					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.001	0.001					
B-C	1.5	3	0.120	1/2"	0.58 nc	Codo 90°	1	1	0.017	0.017	1.59	8235	0.0326	0.055	0.082
						Tee línea	0.6	1	0.010	0.01					
										0.027					
C-D	0.75	3.75	0.150	1/2"	0.73 ok	Codo 90°	1	5	0.027	0.136	3.98	10364	0.0307	0.205	0.367
						Tee línea	0.6	1	0.016	0.016					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.005	0.005					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.005	0.005					
									0.162						
D-E	5.75	9.5	0.330	3/4"	1.01 ok	Codo 90°	1	1	0.052	0.052	2.77	18057	0.0266	0.188	0.271
						Tee línea	0.6	1	0.031	0.031					
										0.083					
E-F	1	10.5	0.350	3/4"	1.07 ok	Codo 90°	1	9	0.058	0.525	16.76	19130	0.0262	1.258	1.974
						Codo de 45°	0.75	1	0.044	0.044					
						Tee deriva.	1.8	1	0.105	0.105					
						Val. Compuerta	0.19	2	0.011	0.022					
						Contracción (D a d) D/d=2	0.34	1	0.020	0.020					
									0.716						
F-G	23	33.5	0.813	1.1/2"	0.62 ok	Tee deriva.	1.8	1	0.035	0.035	0.175	22170	0.0253	0.002	0.037
										0.035					
G-H	23	56.5	1.208	1.1/2"	0.92 ok	Codo 90°	1	2	0.043	0.086	1.14	32897	0.0230	0.028	0.148
						Tee línea	0.6	1	0.026	0.026					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.008	0.008					
										0.120					
<b>Total hf</b>													<b>4.24</b>		

Tabla 5.7.2. – Cálculo hidráulico AC departamento 6a, 9 y 10

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	1.5	1.5	0.060	1/2"	0.57 nc	Codo 90°	1	5	0.017	0.083	5.25	5795	0.0359	0.269	0.358
						Val. Compuerta	0.19	1	0.003	0.003					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.003	0.003					
										0.089					
B-C	0.75	2.25	0.090	1/2"	0.85 ok	Codo 90°	1	7	0.037	0.258	5.58	8641	0.0322	0.570	0.866
						Tee línea	0.6	1	0.022	0.022					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.007	0.007					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.009	0.009					
										0.296					
C-D	4	6.25	0.253	3/4"	0.99 ok	Codo 90°	1	2	0.050	0.1	0.35	15618	0.0276	0.027	0.191
						Tee línea	0.6	2	0.030	0.060					
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.005	0.005					
										0.165					
<b>Total hf</b>													<b>1.42</b>		



Figura 5.8.1. – Isométrico departamento 7

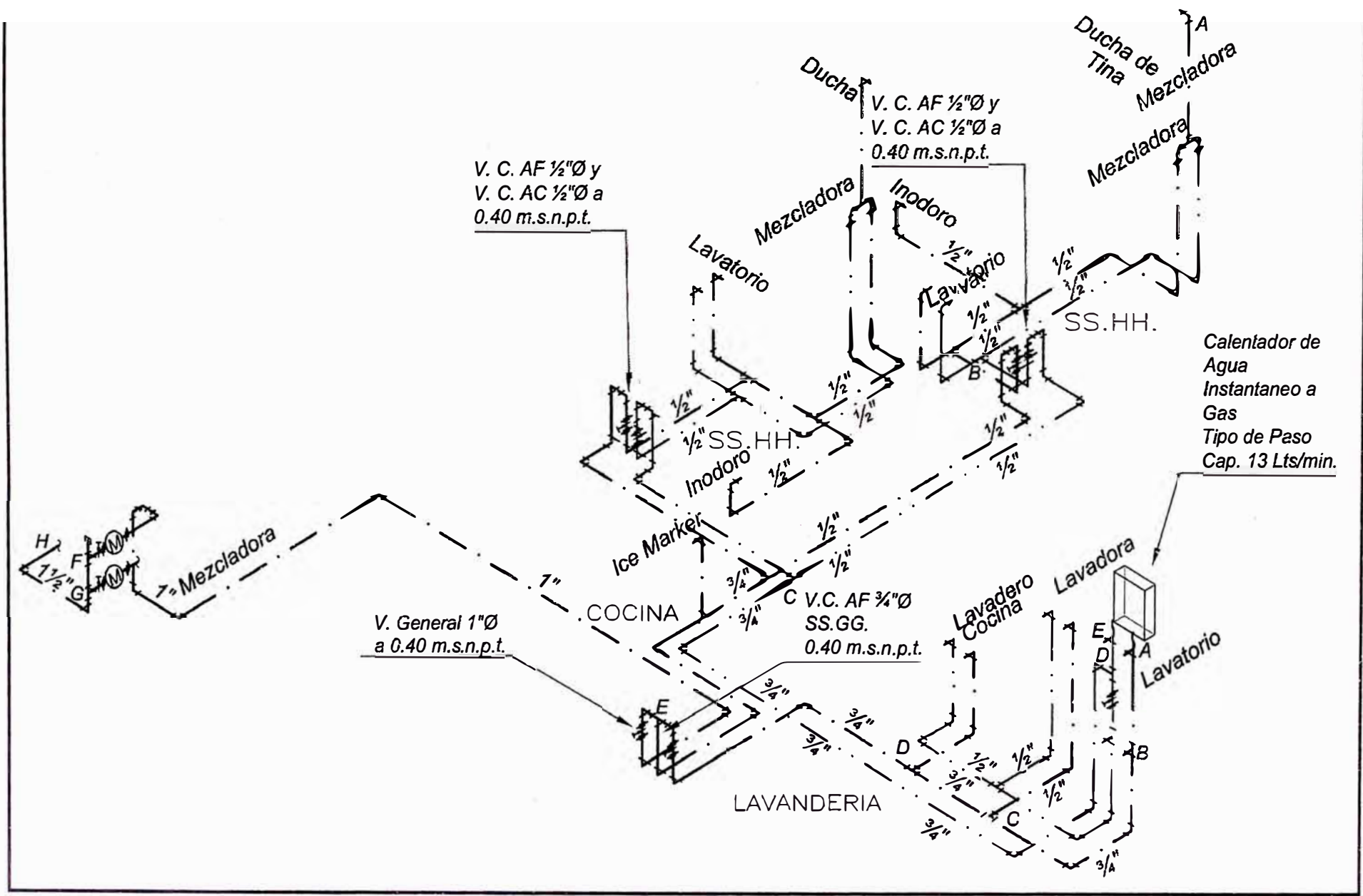


Tabla 5.8.1. – Cálculo hidráulico AF departamento 7

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)I		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	9.25	9.25	0.217	3/4"	0.66 ok	Codo 90°	1	2	0.022	0.044	1.06	11800	0.0296	0.034	0.176
						Val. Compuerta	0.19	1	0.004	0.004					
						Val. Check	4	1	0.089	0.089					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.004	0.004					
B-C	0.25	9.5	0.257	3/4"	0.79 ok	Codo 90°	1	2	0.032	0.064	1.54	14124	0.0283	0.068	0.151
						Tee línea	0.6	1	0.019	0.019					
										0.083					
C-D	1	10.5	0.350	3/4"	1.07 ok	Codo 90°	1	1	0.058	0.058	2.42	19130	0.0262	0.182	0.275
						Tee línea	0.6	1	0.035	0.035					
										0.093					
D-E	1	11.5	0.370	3/4"	1.13 ok	Codo 90°	1	1	0.065	0.065	1.94	20203	0.0259	0.160	0.316
						Tee línea	0.6	2	0.039	0.078					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.012	0.012					
										0.156					
E-F	4.5	16	0.460	3/4"	1.41 ok	Codo 90°	1	9	0.101	0.912	7.97	25209	0.0246	0.972	2.139
						Tee deriva.	1.8	1	0.182	0.182					
						Val. Compuerta	0.19	2	0.019	0.039					
						Contracción (D a d) D/d=2	0.34	1	0.034	0.034					
										1.167					
F-G	0	16	0.460	1.1/2"	0.35 nc	Tee deriva.	1.8	1	0.011	0.011	0.18	12515	0.0292	0.001	0.012
										0.011					
G-H	16	32	0.790	1.1/2"	0.6 ok	Codo 90°	1	2	0.018	0.037	0.750	21454	0.0255	0.009	0.082
						Tee deriva.	1.8	1	0.033	0.033					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.003	0.003					
										0.073					
<b>Total hf</b>													<b>4.45</b>		

Tabla 5.8.2. – Cálculo hidráulico AC departamento 7

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)I		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	1.5	1.5	0.060	1/2"	0.57 nc	Codo 90°	1	6	0.017	0.099	5.19	5795	0.0359	0.266	0.372
						Val. Compuerta	0.19	1	0.003	0.003					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.003	0.003					
										0.106					
B-C	0.75	2.25	0.090	1/2"	0.85 ok	Codo 90°	1	8	0.037	0.295	7.26	8641	0.0322	0.742	1.119
						Tee deriva.	1.8	1	0.066	0.066					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.007	0.007					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.009	0.009					
C-D	2.25	4.5	0.195	3/4"	0.77 ok	Codo 90°	1	6	0.030	0.181	13.83	12147	0.0294	0.683	0.882
						Tee línea	0.6	1	0.018	0.018					
										0.199					
D-E	6.25	10.75	0.217	3/4"	0.85 ok	Codo 90°	1	2	0.037	0.074	0.35	13409	0.0287	0.021	0.142
						Tee línea	0.6	2	0.022	0.044					
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.003	0.003					
										0.121					
<b>Total hf</b>													<b>2.52</b>		

Figura 5.9.1. – Isométrico departamento 7a

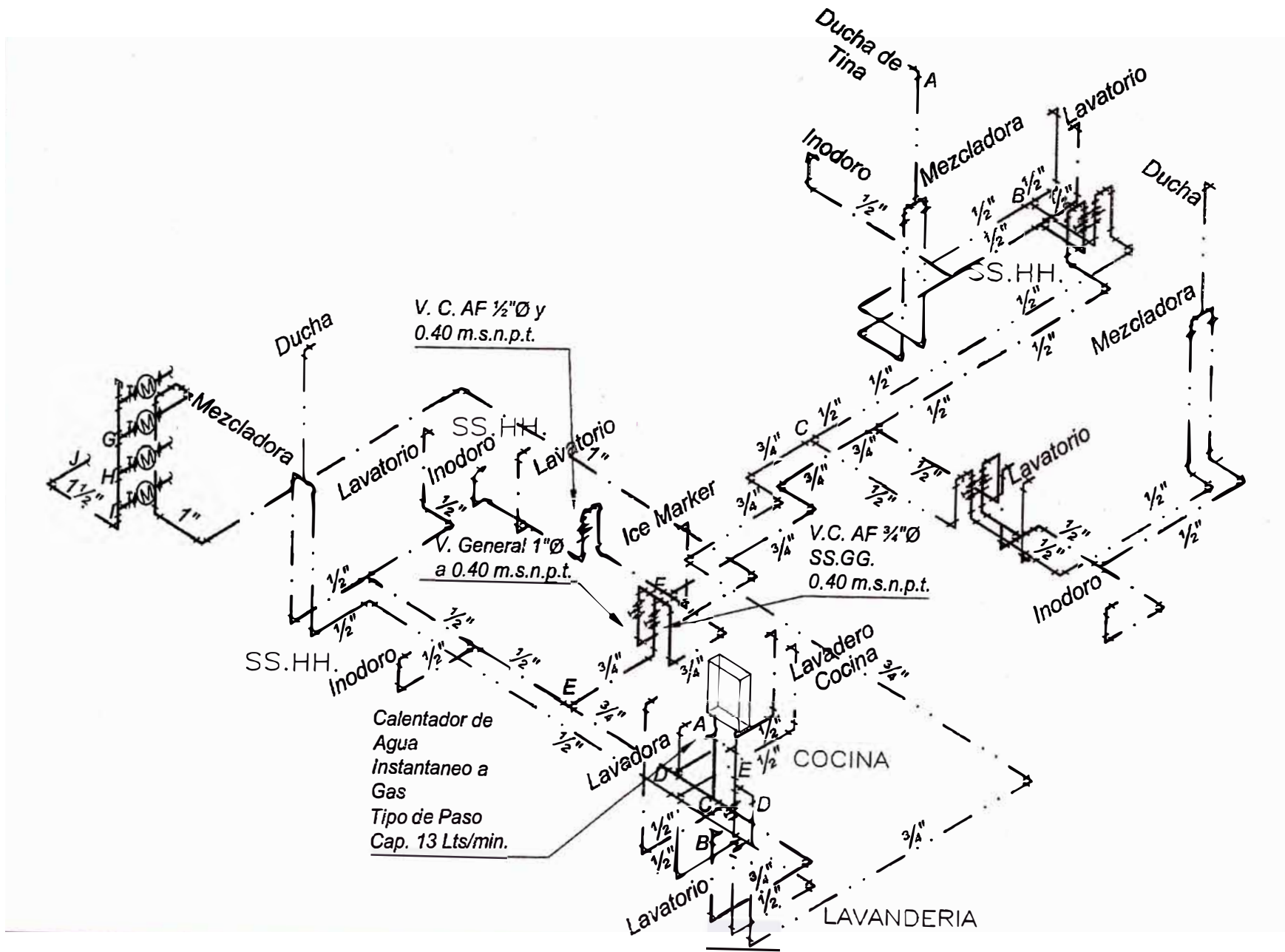


Tabla 5.9.1. – Cálculo hidráulico AF departamento 7a

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-		
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)T		f	hf (m)	hf To.
A-B	10.75	10.75	0.217	1/2"	1.05 ok	Codo 90°	1	2	0.056	0.112	1.06	0.0279	0.103	0.461
						Val. Compuerta	0.19	1	0.011	0.011				
						Val. Check	4	1	0.225	0.225				
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.011	0.011				
									0.359					
B-C	0.25	11	0.257	3/4"	0.79 ok	Codo 90°	1	2	0.032	0.064	1.89	0.0283	0.083	0.166
						Tee línea	0.6	1	0.019	0.019				
									0.083					
C-D	1	12	0.377	3/4"	1.15 ok	Tee línea	0.6	1	0.040	0.04	2.14	0.0258	0.182	0.223
									0.040					
D-E	3	15	0.440	3/4"	1.35 ok	Codo 90°	1	1	0.093	0.093	2.21	0.0248	0.250	0.398
						Tee línea	0.6	1	0.056	0.056				
									0.149					
E-F	1	16	0.460	3/4"	1.41 ok	Codo 90°	1	1	0.101	0.101	0.69	0.0246	0.084	0.406
						Tee deriva.	1.8	1	0.182	0.182				
						Val. Compuerta	0.19	1	0.019	0.019				
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.019	0.019				
									0.322					
F-G	7	23	0.595	1"	1.1 ok	Codo 90°	1	9	0.062	0.555	14.85	0.0245	0.857	1.562
						Tee deriva.	1.8	1	0.111	0.111				
						Val. Compuerta	0.19	2	0.012	0.023				
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.015	0.015				
												1.2		
G-H	23	46	1.030	1.1/2"	0.79 ok	Tee deriva.	1.8	1	0.057	0.057	0.175	0.0239	0.003	0.061
									0.057					
H-I	16	62	1.274	1.1/2"	0.97 ok	Tee línea	0.6	1	0.029	0.029	0.175	0.0228	0.005	0.033
I-J	16	78	1.434	1.1/2"	1.1 ok	Codo 90°	1	2	0.062	0.123	0.87	0.0221	0.029	0.201
						Tee línea	0.6	1	0.037	0.037				
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.012	0.012				
												<b>Total hf</b>	<b>4.71</b>	

Tabla 5.9.2. – Cálculo hidráulico AC departamento 7a

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	1.5	1.5	0.060	1/2"	0.57 nc	Codo 90°	1	4	0.017	0.066	4.40	5795	0.0359	0.226	0.298
						Val. Compuerta	0.19	1	0.003	0.003					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.003	0.003					
									0.073						
B-C	0.75	2.25	0.090	1/2"	0.85 ok	Codo 90°	1	5	0.037	0.184	6.24	8641	0.0322	0.638	0.904
						Tee deriva.	1.8	1	0.066	0.066					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.007	0.007					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.009	0.009					
									0.267						
C-D	2.25	4.5	0.195	3/4"	0.77 ok	Codo 90°	1	4	0.030	0.121	14.93	12147	0.0294	0.737	0.876
						Tee línea	0.6	1	0.018	0.018					
									0.139						
D-E	6.25	10.75	0.217	3/4"	0.85 ok	Codo 90°	1	2	0.037	0.074	0.35	13409	0.0287	0.021	0.142
						Tee línea	0.6	2	0.022	0.044					
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.003	0.003					
									0.121						
												<b>Total hf</b>	<b>2.22</b>		

Figura 5.10.1. – Isométrico departamento 7b

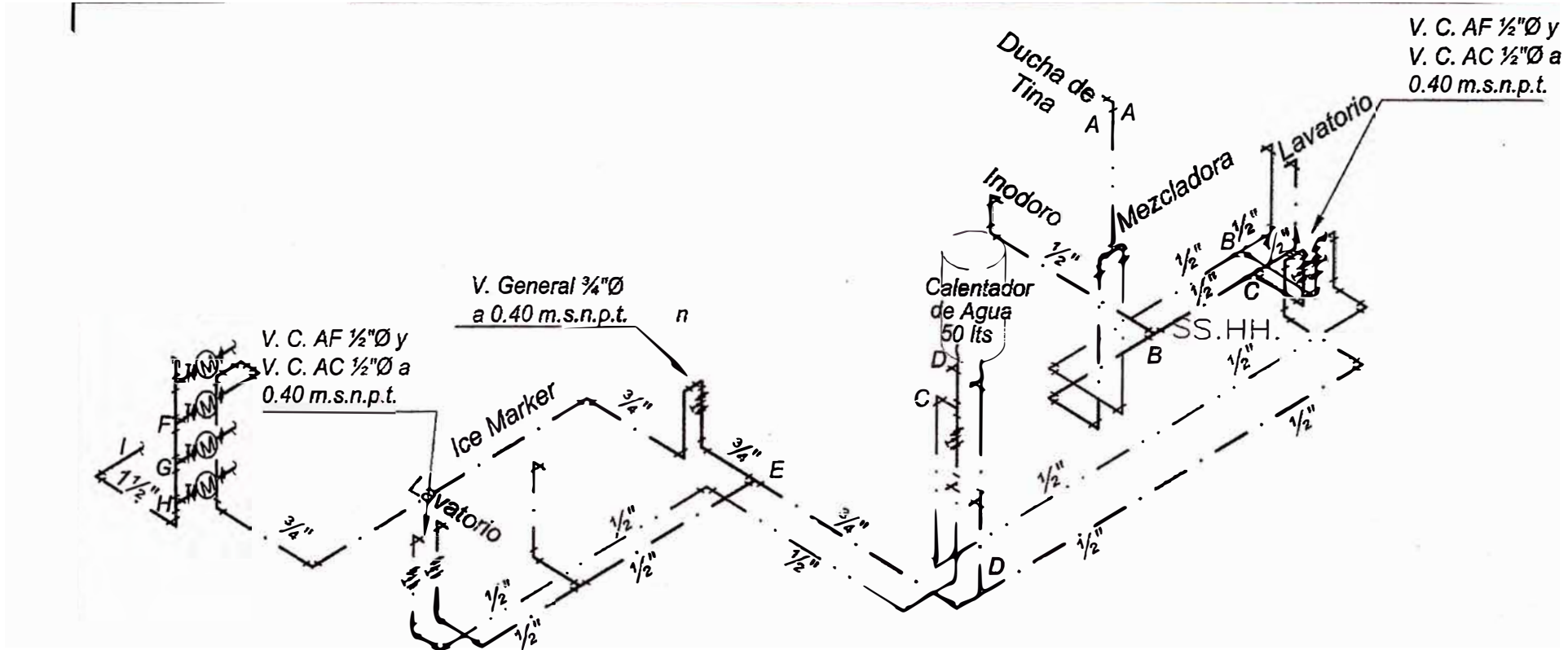


Tabla 5.10.1. – Cálculo hidráulico AF departamento 7b

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	1.5	1.50	0.060	1/2"	0.29 nc	Codo 90°	1	4	0.004	0.017	3.67	4117	0.0396	0.038	0.057
						Val. Compuerta	0.19	1	0.001	0.001					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.001	0.001					
B-C	1.5	3	0.120	1/2"	0.58 nc	Tee línea	0.6	1	0.010	0.010	0.65	8235	0.0326	0.022	0.033
C-D	0.75	3.75	0.150	1/2"	0.73 ok	Codo 90°	1	5	0.027	0.136	3.69	10364	0.0307	0.190	0.352
						Tee línea	0.6	1	0.016	0.016					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.005	0.005					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.005	0.005					
D-E	5.75	9.5	0.330	3/4"	1.01 ok	Codo 90°	1	1	0.052	0.052	3.48	18057	0.0266	0.236	0.350
Tee línea	0.6	2	0.031	0.062											
				0.114											
E-F	1	10.5	0.350	3/4"	1.07 ok	Codo 90°	1	9	0.058	0.525	4.83	19130	0.0262	0.363	1.035
						Tee deriva.	1.8	1	0.105	0.105					
						Val. Compuerta	0.19	2	0.011	0.022					
						Contracción (D a d) D/d=2	0.34	1	0.020	0.020					
						Medidor				0.672					
F-G	16	26.5	0.680	1.1/2"	0.52 nc	Tee deriva.	1.8	1	0.025	0.025	0.175	18594	0.0264	0.002	0.026
								0.025							
G-H	10.5	37	0.865	1.1/2"	0.66 ok	Tee línea	0.6	1	0.013	0.013	0.175	23600	0.0249	0.002	0.016
								0.013							
H-I	16	53	1.166	1.1/2"	0.89 ok	Codo 90°	1	2	0.040	0.081	1.14	31824	0.0232	0.026	0.139
						Tee línea	0.6	1	0.024	0.024					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.008	0.008					
										0.113					
<b>Total hf</b>													<b>2.81</b>		

Tabla 5.10.2. – Cálculo hidráulico AC departamento 7b

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	1.5	1.5	0.060	1/2"	0.57 nc	Codo 90°	1	4	0.017	0.066	4.42	5795	0.0359	0.227	0.299
						Val. Compuerta	0.19	1	0.003	0.003					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.003	0.003					
B-C	0.75	2.25	0.090	1/2"	0.85 ok	Codo 90°	1	7	0.037	0.258	5.14	8641	0.0322	0.525	0.866
Tee deriva.	1.8	1	0.066	0.066											
Val. Compuerta	0.19	1	0.007	0.007											
Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.009	0.009											
C-D	4	6.25	0.253	3/4"	0.99 ok	Codo 90°	1	2	0.050	0.1	0.35	15618	0.0276	0.027	0.191
						Tee línea	0.6	2	0.030	0.060					
						Ensamblam. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.005	0.005					
										0.165					
<b>Total hf</b>													<b>1.36</b>		

20  
**Figura 5.11.1. – Isométrico departamento 8**

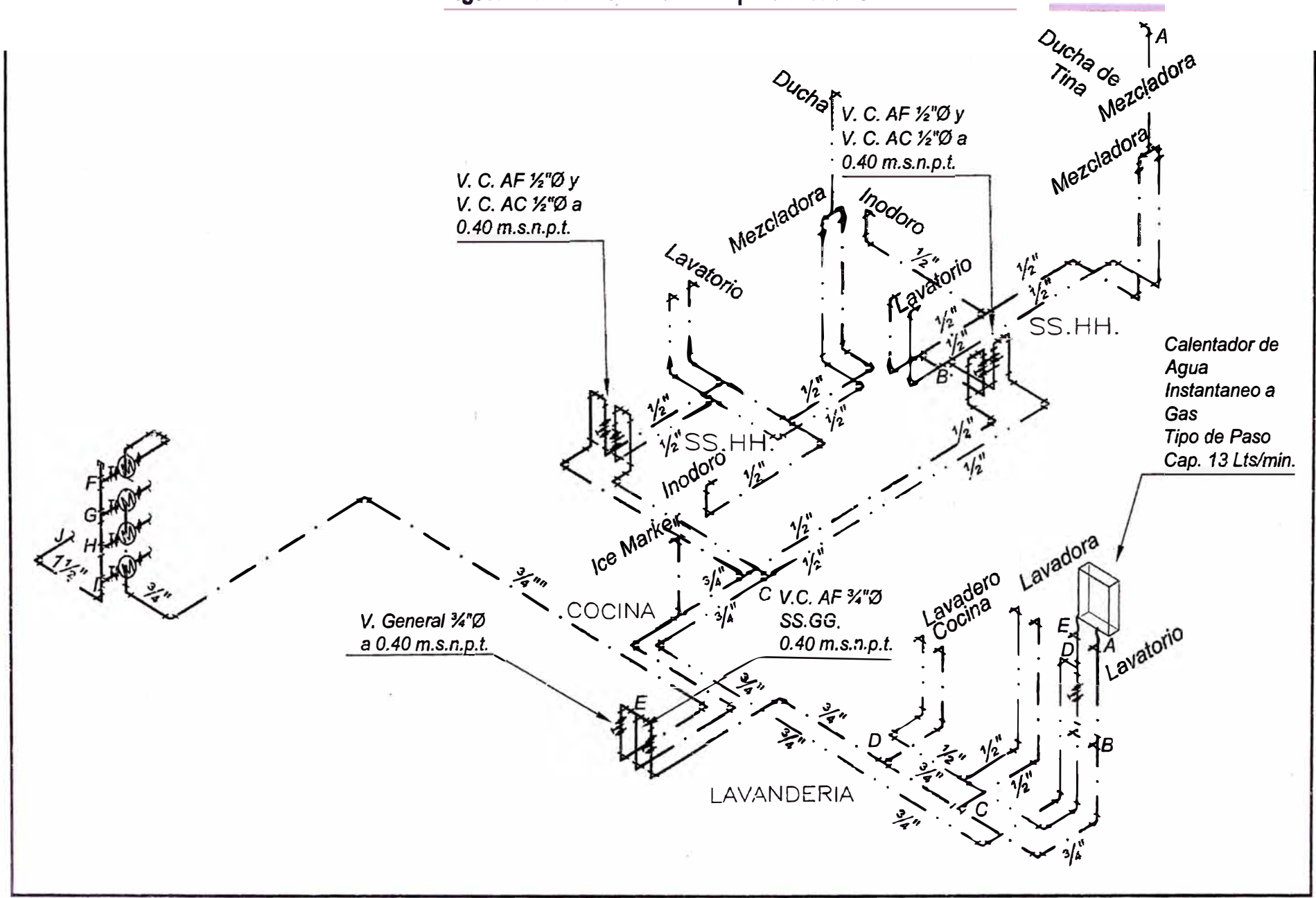


Tabla 5.11.1. – Cálculo hidráulico AF departamento 8

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	9.25	9.25	0.217	1/2"	1.05 ok	Codo 90°	1	2	0.056	0.112	1.06	14908	0.0279	0.103	0.461
						Val. Compuerta	0.19	1	0.011	0.011					
						Val. Check	4	1	0.225	0.225					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.011	0.011					
B-C	0.25	9.5	0.257	3/4"	0.79 ok	Codo 90°	1	2	0.032	0.064	1.60	14124	0.0283	0.071	0.153
						Tee línea	0.6	1	0.019	0.019					
										0.083					
C-D	1	10.5	0.350	3/4"	1.07 ok	Tee línea	0.6	1	0.035	0.035	1.26	19130	0.0262	0.095	0.130
D-E	1	11.5	0.370	3/4"	1.13 ok	Codo 90°	1	2	0.065	0.130	1.40	20203	0.0259	0.116	0.297
						Tee línea	0.6	1	0.039	0.039					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.012	0.012					
										0.182					
E-F	4.5	16	0.460	3/4"	1.41 ok	Codo 90°	1	8	0.101	0.811	9.93	25209	0.0246	1.211	2.277
						Tee deriva.	1.8	1	0.182	0.182					
						Val. Compuerta	0.19	2	0.019	0.039					
						Contracción (D a d) D/d=2	0.34	1	0.034	0.034					
						Medidor				1.066					
F-G	0	16	0.460	1.1/2"	0.35 nc	Tee deriva.	1.8	1	0.011	0.011	0.175	12515	0.0292	0.001	0.012
										0.011					
G-H	10.5	26.5	0.680	1.1/2"	0.52 nc	Tee línea	0.6	1	0.008	0.008	0.175	18594	0.0264	0.002	0.010
										0.008					
H-I	10.5	37	0.865	1.1/2"	0.66 ok	Tee línea	0.6	1	0.013	0.013	0.175	23600	0.0249	0.002	0.016
										0.013					
I-J	16	53	1.166	1.1/2"	0.89 ok	Codo 90°	1	2	0.040	0.081	1.01	31824	0.0232	0.023	0.136
						Tee línea	0.6	1	0.024	0.024					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.008	0.008					
										0.113					
											<b>Total hf</b>	<b>4.79</b>			

Tabla 5.11.2. – Cálculo hidráulico AC departamento 8

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	1.5	1.5	0.060	1/2"	0.57 nc	Codo 90°	1	4	0.017	0.066	4.38	5795	0.0359	0.225	0.297
						Val. Compuerta	0.19	1	0.003	0.003					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.003	0.003					
										0.073					
B-C	0.75	2.25	0.090	1/2"	0.85 ok	Codo 90°	1	6	0.037	0.221	5.8	8641	0.0322	0.588	0.891
						Tee deriva.	1.8	1	0.066	0.066					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.007	0.007					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.009	0.009					
										0.303					
C-D	2.25	4.5	0.195	3/4"	0.77 ok	Codo 90°	1	3	0.030	0.091	8.05	12147	0.0294	0.398	0.506
						Tee línea	0.6	1	0.018	0.018					
										0.109					
D-E	6.25	10.75	0.217	3/4"	0.85 ok	Codo 90°	1	2	0.037	0.074	0.35	13409	0.0287	0.021	0.142
						Tee línea	0.6	2	0.022	0.044					
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.003	0.003					
										0.121					
											<b>Total hf</b>	<b>1.84</b>			



Figura 5.12.1. – Isométrico departamento 8a

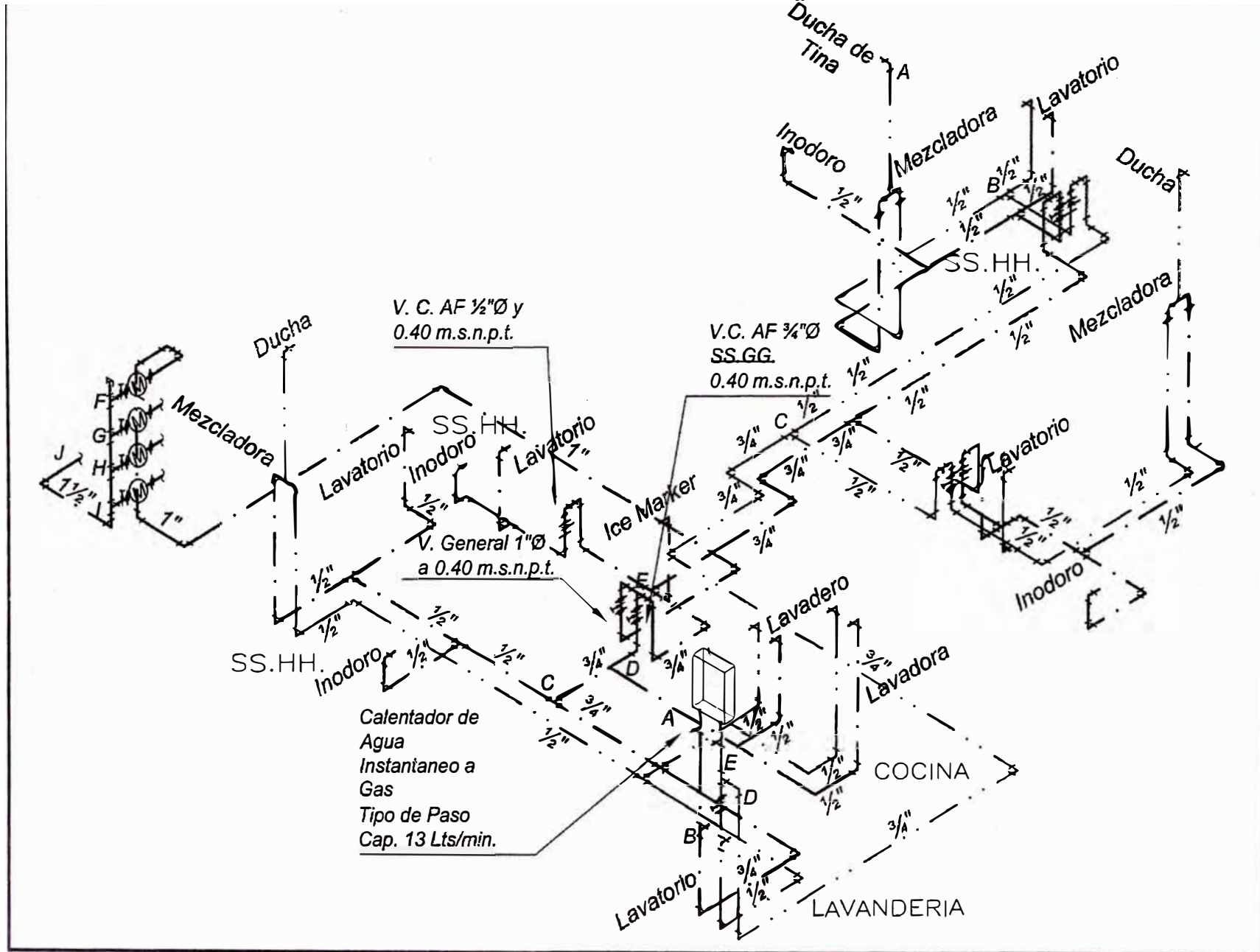


Tabla 5.12.1. – Cálculo hidráulico AF departamento 8a

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios				L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)				
						accesorios	k	N°	hf(m)		hf(m)I	Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	10.75	10.75	0.217	1/2"	1.05 ok	Codo 90°	1	2	0.056	0.112	1.06	14908	0.0279	0.103	0.461
						Val. Compuerta	0.19	1	0.011	0.011					
						Val. Check	4	1	0.225	0.225					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.011	0.011					
									0.359						
B-C	0.25	11	0.257	3/4"	0.79 ok	Codo 90°	1	2	0.032	0.064	2.63	14124	0.0283	0.116	0.199
						Tee línea	0.6	1	0.019	0.019					
									0.083						
C-D	3	14	0.420	3/4"	1.28 ok	Tee deriva.	1.8	1	0.150	0.15	1.24	22885	0.0251	0.128	0.278
									0.150						
D-E	2	16	0.460	3/4"	1.41 ok	Codo 90°	1	2	0.101	0.203	1.31	25209	0.0246	0.160	0.583
						Tee deriva.	1.8	1	0.182	0.182					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.019	0.019					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.019	0.019					
									0.424						
E-F	7	23	0.595	1"	1.1 ok	Codo 90°	1	9	0.062	0.555	13.83	25258	0.0245	0.798	1.503
						Tee deriva.	1.8	1	0.111	0.111					
						Val. Compuerta	0.19	2	0.012	0.023					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.015	0.015					
									0.705						
F-G	0	23	0.595	1.1/2"	0.46 nc	Tee deriva	1.8	1	0.019	0.019	0.175	16448	0.0272	0.001	0.021
G-H	16	39	0.895	1.1/2"	0.68 ok	Tee línea	0.6	1	0.014	0.014	0.175	24315	0.0247	0.002	0.017
H-I	16	55	1.190	1.1/2"	0.91 ok	Tee línea	0.6	1	0.025	0.025	0.18	32539	0.0231	0.004	0.030
									0.025						
I-J	23	78	1.434	1.1/2"	1.1 ok	Codo 90°	1	2	0.062	0.123	0.87	39333	0.0221	0.029	0.201
						Tee línea	0.6	1	0.037	0.037					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.012	0.012					
											<b>Total hf</b>	<b>4.49</b>			

Tabla 5.12.2. – Cálculo hidráulico AC departamento 8a

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios				L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)				
						accesorios	k	N°	hf(m)		hf(m)I	Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	1.5	1.5	0.060	1/2"	0.57 nc	Codo 90°	1	4	0.017	0.066	4.48	5795	0.0359	0.230	0.302
						Val. Compuerta	0.19	1	0.003	0.003					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.003	0.003					
B-C	0.75	2.25	0.090	1/2"	0.85 ok	Codo 90°	1	5	0.037	0.184	6.7	8641	0.0322	0.685	0.951
						Tee deriva.	1.8	1	0.066	0.066					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.007	0.007					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.009	0.009					
									0.267						
C-D	2.25	4.5	0.195	3/4"	0.77 ok	Codo 90°	1	6	0.030	0.181	13.79	12147	0.0294	0.681	0.880
						Tee línea	0.6	1	0.018	0.018					
									0.199						
D-E	6.25	10.75	0.217	3/4"	0.85 ok	Codo 90°	1	2	0.037	0.074	0.35	13409	0.0287	0.021	0.142
						Tee línea	0.6	2	0.022	0.044					
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.003	0.003					
											<b>Total hf</b>	<b>2.28</b>			

Figura 5.13.1. Isométrico departamento 9a

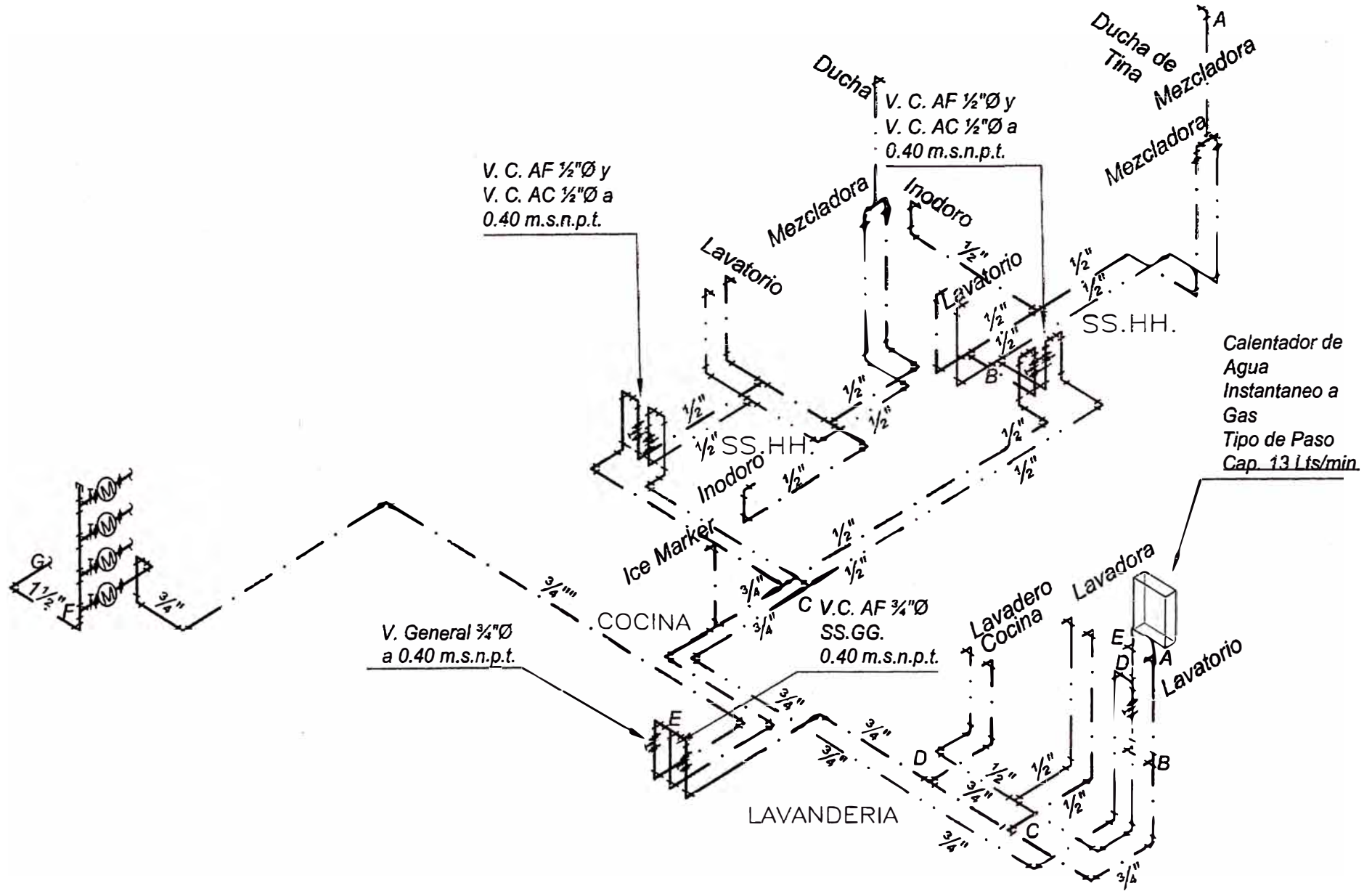


Tabla 5.13.1. – Cálculo hidráulico AF departamento 9a

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	9.25	9.25	0.217	1/2"	1.05 ok	Codo 90°	1	2	0.056	0.112	1.06	14908	0.0279	0.103	0.461
						Val. Compuerta	0.19	1	0.011	0.011					
						Val. Check	4	1	0.225	0.225					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.011	0.011					
									0.359						
B-C	0.25	9.5	0.257	3/4"	0.79 ok	Codo 90°	1	2	0.032	0.064	1.87	14124	0.0283	0.083	0.165
						Tee línea	0.6	1	0.019	0.019					
									0.083						
C-D	1	10.5	0.350	3/4"	1.07 ok	Tee línea	0.6	1	0.035	0.035	1.27	19130	0.0262	0.095	0.130
									0.035						
D-E	1	11.5	0.370	3/4"	1.13 ok	Codo 90°	1	2	0.065	0.130	2.11	20203	0.0259	0.174	0.356
						Tee línea	0.6	1	0.039	0.039					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.012	0.012					
									0.182						
E-F	4.5	16	0.460	3/4"	1.41 ok	Codo 90°	1	8	0.101	0.811	12.01	25209	0.0246	1.465	2.531
						Tee deriva.	1.8	1	0.182	0.182					
						Val. Compuerta	0.19	2	0.019	0.039					
						Contracción (D a d) D/d=2	0.34	1	0.034	0.034					
										1.066					
															1.3
F-G	37	53	1.166	1.1/2"	0.89 ok	Codo 90°	1	2	0.040	0.081	1.010	31824	0.0232	0.023	0.184
						Tee deriva.	1.8	1	0.073	0.073					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.008	0.008					
										0.161					
<b>Total hf</b>													<b>5.13</b>		

Tabla 5.13.2. – Cálculo hidráulico AC departamento 9a

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	1.5	1.5	0.060	1/2"	0.57 nc	Codo 90°	1	4	0.017	0.066	4.53	5795	0.0359	0.232	0.305
						Val. Compuerta	0.19	1	0.003	0.003					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.003	0.003					
										0.073					
B-C	0.75	2.25	0.090	1/2"	0.85 ok	Codo 90°	1	5	0.037	0.184	4.3	8641	0.0322	0.434	0.701
						Tee deriva.	1.8	1	0.066	0.066					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.007	0.007					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.009	0.009					
									0.267						
C-D	2.25	4.5	0.195	3/4"	0.77 ok	Codo 90°	1	4	0.030	0.121	10.62	12147	0.0294	0.524	0.663
						Tee línea	0.6	1	0.018	0.018					
									0.139						
D-E	6.25	10.75	0.217	3/4"	0.85 ok	Codo 90°	1	2	0.037	0.074	0.35	13409	0.0287	0.021	0.142
						Tee línea	0.6	2	0.022	0.044					
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.003	0.003					
									0.121						
<b>Total hf</b>													<b>1.81</b>		

Figura 5.14.1. – Isométrico 2º piso de servicios generales (ss.hh. gimnasio, cine)

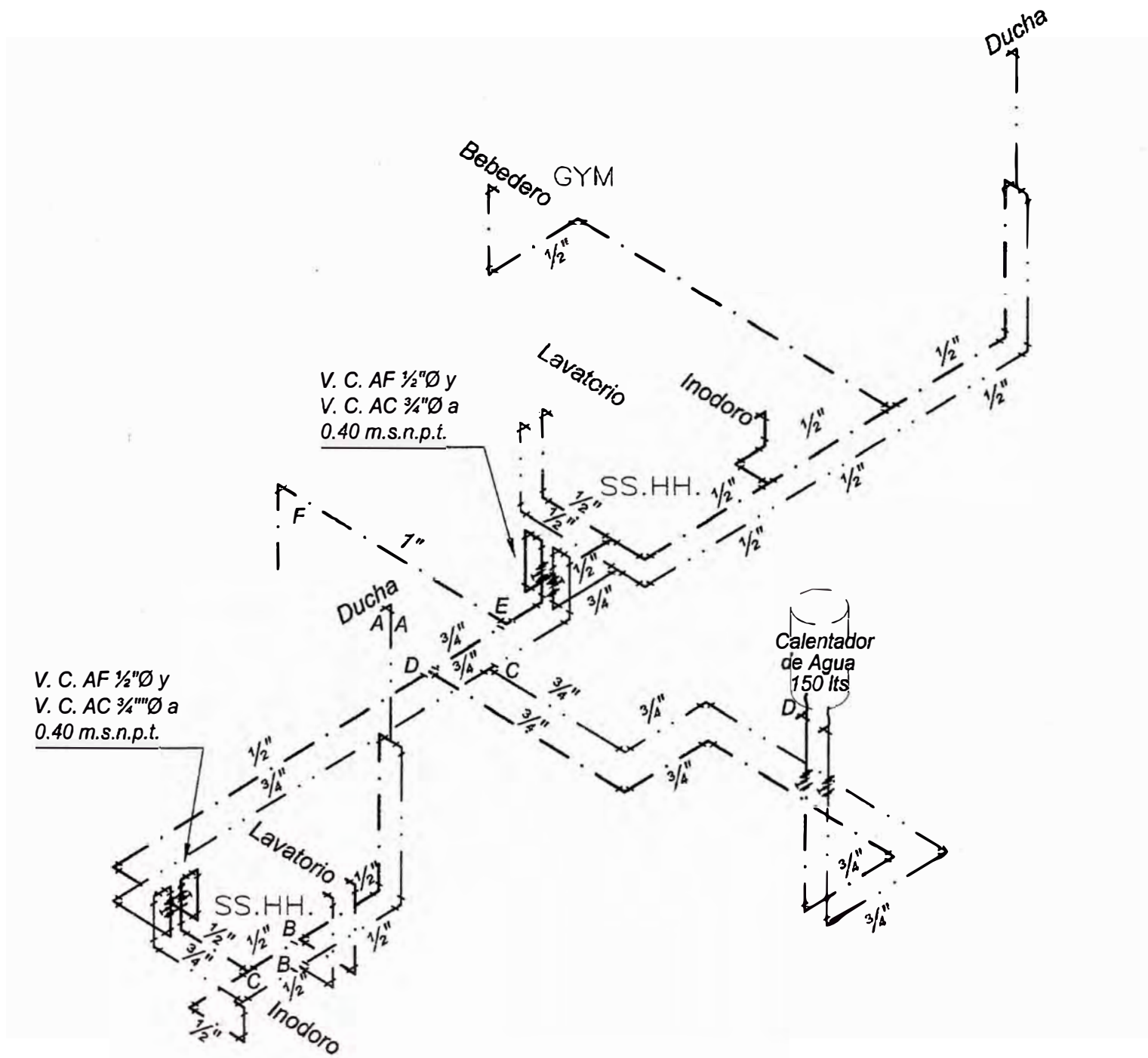


Tabla 5.14.1. – Cálculo hidráulico AF 2° piso de servicios generales (ss.hh. gimnasio, cine)

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)I		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	3	3.0	0.120	1/2"	0.58 nc	Codo 90°	1	3	0.017	0.051	3.20	8235	0.0326	0.110	0.165
						Val. Compuerta	0.19	1	0.003	0.003					
										0.055					
B-C	1.5	4.5	0.195	1/2"	0.95 ok	Tee línea	0.6	1	0.028	0.028	0.27	13488	0.0286	0.022	0.050
C-D	2.5	7	0.260	1/2"	1.26 ok	Codo 90°	1	5	0.081	0.405	6.50	17889	0.0267	0.867	1.351
						Tee línea	0.6	1	0.049	0.049					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.015	0.015					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.015	0.015					
									0.484						
D-E	7.5	14.5	0.430	3/4"	1.32 ok	Tee línea	0.6	1	0.053	0.053	0.17	23600	0.0249	0.018	0.089
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.017	0.017					
										0.070					
F-G	3.5	18	0.500	1"	0.93 ok	Codo 90°	1	1	0.044	0.044	0.14	21354	0.0255	0.006	0.129
						Tee deriva.	1.8	1	0.079	0.079					
										0.123					
													<b>Total hf</b>	<b>1.78</b>	

Tabla 5.14.2. – Cálculo hidráulico AC 2° piso de servicios generales (ss.hh. gimnasio, cine)

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	N°	hf(m)	hf(m)I		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	3	3	0.120	1/2"	1.14 ok	Codo 90°	1	3	0.066	0.199	2.99	11590	0.0298	0.509	0.753
						Val. Compuerta	0.19	1	0.013	0.013					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	2	0.017	0.033					
									0.244						
B-C	1.50	4.50	0.195	3/4"	0.77 ok	Codo 90°	1	6	0.030	0.181	7.62	12147	0.0294	0.376	0.581
						Tee línea	0.6	1	0.018	0.018					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.006	0.006					
									0.205						
C-D	4.5	9.00	0.320	3/4"	1.26 ok	Codo 90°	1	5	0.081	0.405	1.67	19877	0.0260	0.195	0.753
						Tee deriva.	1.8	1	0.146	0.146					
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.008	0.008					
										0.558					
													<b>Total hf</b>	<b>2.09</b>	

Figura 5.15.1. – Isométrico 1° piso de servicios generales (ss. hh. piscina, parrilla)

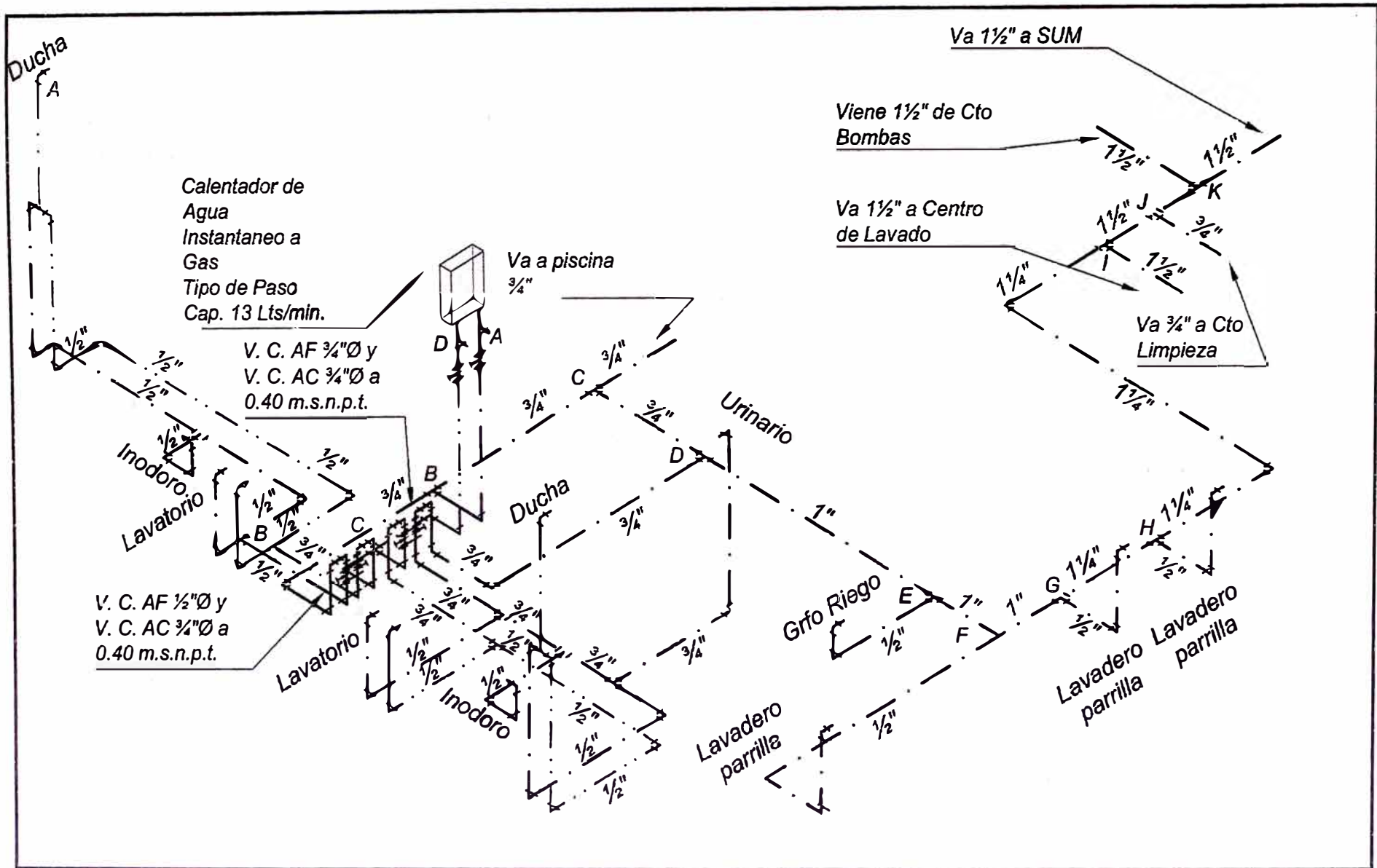


Tabla 5.15.1. – Cálculo hidráulico AF 1° piso de servicios generales (ss. hh. piscina, parrilla)

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	Nº	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	9	9	0.217	3/4"	0.66 ok	Codo 90°	1	3	0.022	0.067	2.09	11800	0.0296	0.067	0.231
						Val. Compuerta	0.19	1	0.004	0.004					
						Val. Check	4	1	0.089	0.089					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.004	0.004					
B-C	5	14	0.420	3/4"	1.28 ok	Tee deriva.	1.8	1	0.150	0.150	1.16	22885	0.0251	0.119	0.270
C-D	3	17	0.480	3/4"	1.47 ok	Tee deriva.	1.8	1	0.198	0.198	0.95	26282	0.0243	0.125	0.344
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.021	0.021					
D-E	5.5	22.5	0.588	1"	1.09 ok	Tee línea	0.6	1	0.036	0.036	5.79	25028	0.0246	0.329	0.365
E-F	2	24.5	0.625	1"	1.16 ok	Tee línea	0.6	1	0.041	0.041	3.02	26636	0.0242	0.191	0.233
F-G	3	27.5	0.700	1"	1.3 ok	Tee deriva.	1.8	1	0.155	0.155	6.180	29850	0.0236	0.479	0.634
									0.155	0.025					
G-H	3	30.5	0.760	1.1/4"	0.91 ok	Tee línea	0.6	1	0.025	0.025	1.230	25999	0.0243	0.039	0.064
H-I	3	33.5	0.813	1.1/4"	0.97 ok	Codo 90°	1	7	0.048	0.336	23.01	27714	0.0240	0.812	1.185
						Tee línea	0.6	1	0.029	0.029					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.009	0.009					
									0.374	0.009					
I-J	73	106.5	1.722	1.1/2"	1.32 ok	Tee línea	0.6	1	0.053	0.053	14.27	47200	0.0212	0.659	0.712
J-K	6.5	113	1.774	1.1/2"	1.36 ok	Tee línea	0.6	1	0.057	0.057	4.77	48630	0.0211	0.232	0.289
									0.057	0.057					
													<b>Total hf</b>	<b>4.33</b>	

Tabla 5.15.1. – Cálculo hidráulico AC 1° piso de servicios generales (ss. hh. piscina, parrilla)

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios					L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)			
						accesorios	k	Nº	hf(m)	hf(m)T		Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	3	3	0.120	1/2"	1.14 ok	Codo 90°	1	5	0.066	0.331	6.74	11590	0.0298	1.147	1.524
						Val. Compuerta	0.19	1	0.013	0.013					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	2	0.017	0.033					
									0.377	0.033					
B-C	1.5	4.5	0.195	3/4"	0.77 ok	Codo 90°	1	5	0.030	0.151	2.4	12147	0.0294	0.118	0.329
						Tee deriva.	1.8	1	0.054	0.054					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.006	0.006					
C-D	4.5	9.0	0.320	3/4"	1.26 ok	Codo 90°	1	4	0.081	0.324	2.56	19877	0.0260	0.299	0.728
						Tee línea	0.6	2	0.049	0.097					
						Ensancham. (d a D) D/d=1.2	0.1	1	0.008	0.008					
									0.428	0.008					
													<b>Total hf</b>	<b>2.58</b>	



Figura 5.16.1. – Isométrico 1° piso de servicios generales (ss. hh. SUM)

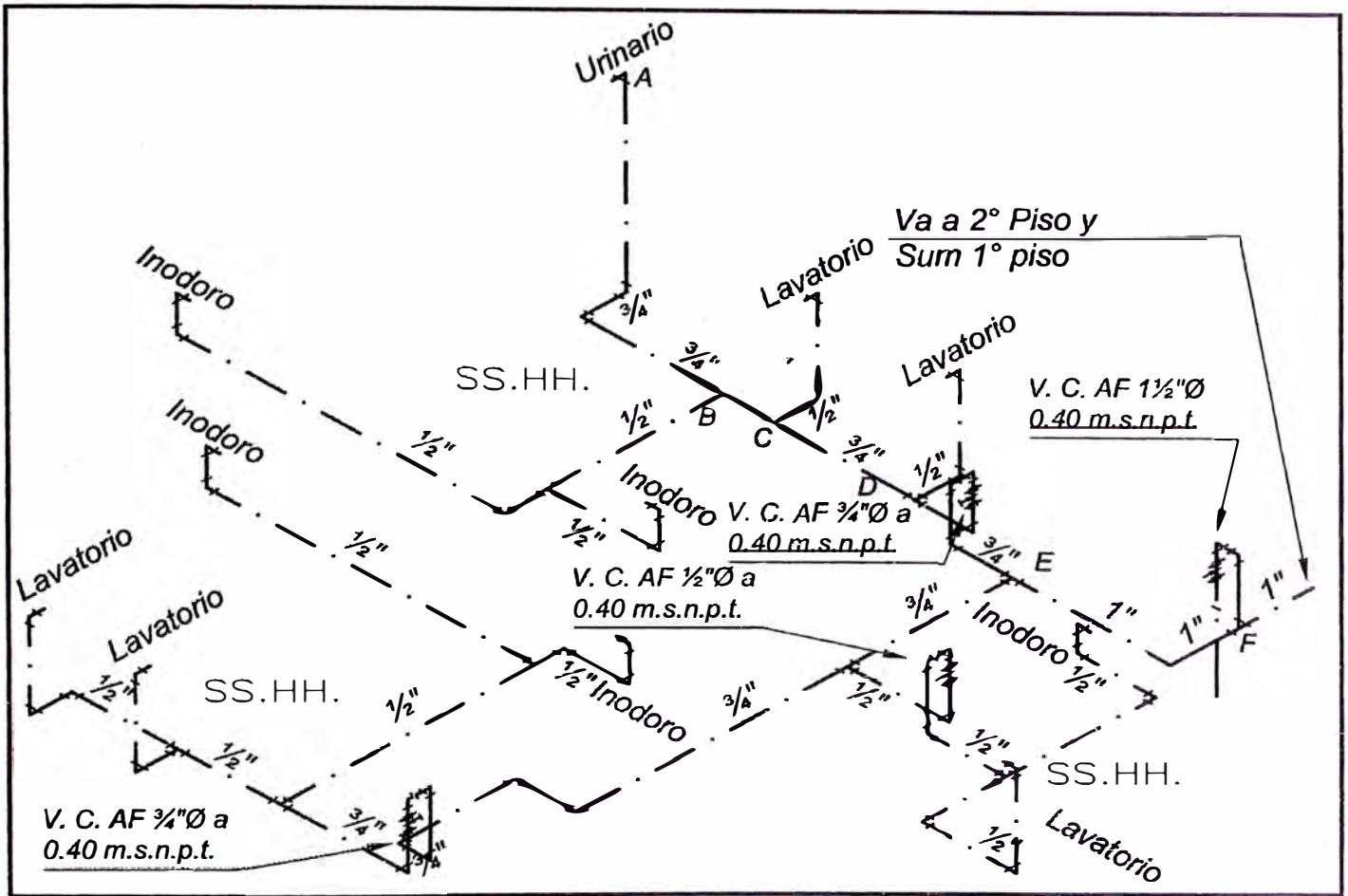


Tabla 5.16.1. – Cálculo hidráulico AF 1° piso de servicios generales (ss. hh. SUM)

Tramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios				L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)				
						accesorios	k	N°	hf(m)		hf(m)T	Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	2.5	2.5	0.100	3/4"	0.31 nc	Codo 90°	1	3	0.005	0.015	2.59	5542	0.0363	0.023	0.038
						Ensamblam. (d a D) D/d=1.4	0.23	1	0.001	0.001					
B-C	5	7.5	0.275	3/4"	0.84 ok	Tee línea	0.6	1	0.022	0.022	0.34	15018	0.0279	0.017	0.038
									0.022	0.022					
C-D	2	9.5	0.330	3/4"	1.01 ok	Tee línea	0.6	1	0.031	0.031	0.95	18057	0.0266	0.064	0.096
									0.031	0.031					
D-E	2	11.5	0.370	3/4"	1.13 ok	Codo 90°	1	5	0.065	0.325	1.86	20203	0.0259	0.154	0.530
						Tee línea	0.6	1	0.039	0.039					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.012	0.012					
									0.377	0.377					
E-F	13.5	25	0.640	1"	1.19 ok	Codo 90°	1	1	0.072	0.072	1.53	27325	0.0241	0.101	0.235
						Tee línea	0.6	1	0.043	0.043					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.018	0.018					
									0.134	0.134					
<b>Total hf</b>													<b>0.94</b>		

**VI: Cálculo hidráulico de agua fría y caliente en el departamento 4 con material de PVC**

ramo	UH	UH Acu.	Q (l/s)	diámetro (pulg)	V (m/s)	hf accesorios				L tubo	Darcy-Colebrook-White (m)				
						accesorios	k	Nº	hf(m)		hf(m)T	Re	f	hf (m)	hf To.
A-B	10.75	10.75	0.217	1/2"	1.19 ok	Codo 90°	1	2	0.072	0.144	1.06	15852	0.0276	0.139	0.599
						Val. Compuerta	0.19	1	0.014	0.014					
						Val. Check	4	1	0.289	0.289					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.014	0.014					
B-C	0.25	11	0.257	3/4"	0.76 ok	Codo 90°	1	2	0.029	0.059	1.99	13788	0.0285	0.081	0.157
						Tee línea	0.6	1	0.018	0.018					
										0.077					
C-D	1	12	0.377	3/4"	1.12 ok	Tee línea	0.6	1	0.038	0.038	0.56	20319	0.0259	0.045	0.083
D-E	1	13	0.400	3/4"	1.19 ok	Codo 90°	1	1	0.072	0.072	1.48	21588	0.0256	0.132	0.247
						Tee línea	0.6	1	0.043	0.043					
										0.115					
E-F	3	16	0.460	3/4"	1.37 ok	Codo 90°	1	1	0.096	0.096	1.18	24854	0.0247	0.135	0.324
						Tee línea	0.6	1	0.057	0.057					
						Val. Compuerta	0.19	1	0.018	0.018					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.018	0.018					
										0.189					
F-G	4.5	20.5	0.550	1"	1.02 ok	Codo 90°	1	9	0.053	0.477	8.28	23421	0.0250	0.420	1.026
						Tee deriva.	1.8	1	0.095	0.095					
						Val. Compuerta	0.19	2	0.010	0.020					
						Contracción (D a d) D/d=1.6	0.25	1	0.013	0.013					
						Medidor				0.606					
G-H	0	20.5	0.550	1.1/2"	0.42 nc	Tee deriva.	1.8	1	0.016	0.016	0.175	14944	0.0279	0.001	0.017
H-I	20.5	41.00	0.930	1.1/2"	0.72 ok	Tee línea	0.6	1	0.016	0.016	0.175	25619	0.0245	0.003	0.019
I-J	20.5	61.5	1.268	1.1/2"	0.98 ok	Codo 90°	1	2	0.049	0.098	0.99	34870	0.0228	0.027	0.164
						Codo de 45°	0.75	0	0.037	0					
						Tee línea	0.6	1	0.029	0.029					
						Contracción (D a d) D/d=1.4	0.19	1	0.009	0.009					
										0.137					
<b>Total hf</b>													<b>3.49</b>		



Anexo VII : Catálogo de Colgadores, válvulas de ACI

- Colgadores

**ADJUSTABLE SWIVEL RING HANGERS**



**FUNCTION:** Designed for the suspension of non-insulated stationary pipe lines. The knurled insert nut that allows a vertical adjustment after installation, is tapped to NFPA reduced rod size standards. Fig. 141F has a layer of felt which separates the pipe from the hanger to reduce vibration and sound.

**APPROVALS:** Underwriters' Laboratories Listed in the U.S. (UL), Canada (CUL), and Factory Mutual Approved for sizes 1/4" to 8". Complies with Federal Specifications A-A-1192A (Type 10), and Manufacturers' Standardization Society ANSI/SP-69 and SP-58 (Type 10).

**ORDERING:** Specify pipe size and figure number.

Pipe Size	Rod Size A	B	Adj. C	D	E	Max. Rec. Load/lbs.	Wt. Each (in lbs.)
1/2	3/8	1 7/8	1 7/16	2 3/4	3 1/16	300	.10
3/4	3/8	1 11/16	1 1/8	2 1/2	3 1/16	300	.10
1	3/8	1 5/8	1	2 1/2	3 3/16	300	.10
1 1/4	3/8	1 15/16	1 1/16	2 13/16	3 3/16	300	.11
1 1/2	3/8	2 1/8	1 1/16	3 1/8	3 7/8	300	.11
2	3/8	2 1/8	1 1/8	3 5/16	4 3/8	300	.14
2 1/2	3/8	3 1/16	1 5/8	3 15/16	5 3/8	525	.19
3	3/8	3 11/16	1 7/8	4 3/16	6 5/16	525	.23
3 1/2	3/8	3 3/4	1 7/8	4 5/8	6 5/8	525	.25
4	3/8	4 3/16	1 7/8	5 1/16	7 5/16	650	.30
5	1/2	4 5/8	1 5/8	5 5/8	8 3/8	1000	.50
6	1/2	5 5/8	2 1/4	6 1/2	9 13/16	1000	.58
8	1/2	6 13/16	2 7/16	7 15/16	12 1/4	1000	.90

**Note:** If ordering Fig. 141F felt lined hangers for pipe sizes of 3 1/2" or under, order the next largest size to allow for the thickness of the felt lining.

**FUNCTION:** Designed for the suspension of non-insulated stationary pipe lines. The knurled insert nut, allows for vertical adjustment after installation. Fig. 151F has a layer of felt which separates the pipe from the hanger to reduce vibration and sound.

**APPROVALS:** Underwriters' Laboratories Listed in the U.S. (UL) and Factory Mutual Approved for all sizes. Complies with Federal Specification A-A-1192A (Type 10), and Manufacturers' Standardization Society ANSI/SP-69 and SP-58 (Type 10).

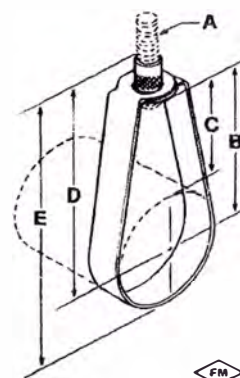
**ORDERING:** Specify pipe size and figure number.

Pipe Size	Rod Size A	B	Adj. C	D	E	Max. Rec. Load/lbs.	Wt. Each (in lbs.)
2 1/2	1/2	2 3/4	1 1/4	3 11/16	5 1/8	600	.33
3	1/2	3 1/8	1 1/8	4	5 7/8	600	.35
3 1/2	1/2	3 5/8	1 1/2	4 5/16	6 5/8	600	.37
4	5/8	3 7/8	1 1/4	4 15/16	7 7/8	1000	.48
5	5/8	4 3/8	1 3/8	5 5/8	8 1/2	1000	.57
6	3/4	5 5/16	2	6 11/16	10 1/8	1250	1.06
B	3/4	6 15/16	2 5/8	8 5/16	12 7/8	1250	1.32

**Note:** If ordering Fig. 151F felt lined hangers for pipe sizes of 3 1/2" or under, order the next largest size to allow for the thickness of the felt lining.

**Fig. 141 & 141F  
NFPA SWIVEL  
RING HANGER**

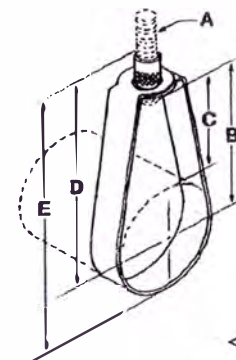
**Fig. 141** PRE-GALVANIZED  
**Fig. 141F** PRE-GALVANIZED WITH FELT LINING



**MATERIAL:** Low carbon steel

**Fig. 151 & 151F  
SWIVEL  
RING HANGER**

**Fig. 151** PRE-GALVANIZED  
**Fig. 151F** PRE-GALVANIZED WITH FELT LINING



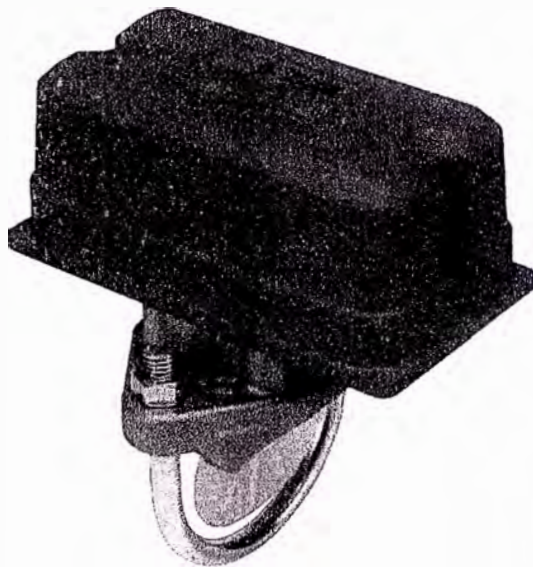
**MATERIAL:** Low carbon steel

**PHD Manufacturing, Inc.** • 44018 Columbiana-Waterford Road • Columbiana, OH 44408  
Toll Free (800) 321-2736 • Phone: (330) 482-9256 • Fax: (330) 482-2763 • www.phd-mfg.com



## WFD Series Waterflow Detector

*The System Sensor WFD series is compatible with schedule 10 through 40 steel pipe, sizes 2" through 8", and can be mounted in a vertical or horizontal position.*



### Features

- Two-inch mounting hole provided in new WFD30-2 models
- UL-listed models are NEMA 4 rated
- Sealed retard mechanism immune to dust and other contaminants
- Visual switch activation
- Field-replaceable retard mechanism and SPDT switches
- Rugged, dual SPDT switches enclosed in a durable terminal block
- Accommodates up to 12 AWG wire
- Designed for both indoor and outdoor use
- 100 percent synchronization activates both alarm panel and local bell
- Tamper-resistant cover screws

**Robust Construction.** The WFD series consists of a rugged, NEMA 4-rated enclosure. Designed for both indoor and outdoor use, the WFD series operates across a wide temperature range, from 32°F to 120°F.

**Reliable Performance.** UL-listed models are equipped with tamper-resistant cover screws to prevent unauthorized entry. Inside, two sets of SPDT (Form C) synchronized switches are enclosed in a durable terminal block to assure reliable performance.

**False Alarm Immunity.** The WFD series incorporates a mechanical retard feature, which minimizes the risk of false alarm due to pressure surges or air trapped in the sprinkler system. In addition, the mechanical retard's unique sealed design is immune to dust and other contaminants.

**Simplified Operation.** The WFD series is designed to simplify installation. Two conduit openings permit easy attachment to the local alarm system. The retard mechanism and dual SPDT switches are field-replaceable.

### Agency Listings



# Waterflow Detector Specifications

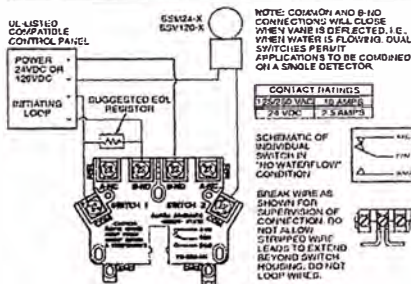
## Engineering Specifications

Vane-type waterflow detectors shall be installed on system piping as designated on the drawing and/or as specified herein. Detectors shall mount on any clear pipe span of the appropriate nominal size, either a vertical upflow or horizontal run, at least 6" from any fittings that may change water direction, flow rate, or pipe diameter or no closer than 24" from a valve or drain. Detectors shall have a sensitivity in the range of 4 to 10 gallons per minute and a static pressure rating of 450 psi\* for 2" - 8" pipes. The detector shall respond to waterflow in the specified direction after a preset time delay that is field adjustable. The delay mechanism shall be a sealed mechanical pneumatic unit with visual indication of actuation. The actuation mechanism shall include a polyethylene vane inserted through a hole in the pipe and connected by a mechanical linkage to the delay mechanism. Outputs shall consist of dual SPDT switches (Form C contacts). Two conduit entrances for standard fittings of commonly used electrical conduit shall be provided on the detectors. A grounding provision is provided. Unless noted, enclosures shall be NEMA 4 listed by Underwriters Laboratories Inc. All detectors shall be listed by Underwriters Laboratories Inc. for indoor or outdoor use.

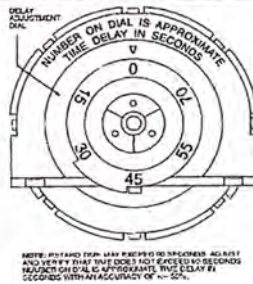
## Standard Specifications

<b>Static Pressure Rating</b>	450 PSI*	<b>Operating Temperature Range</b>	32°F to 120°F (0°C to 49°C)
<b>Maximum Surge</b>	18 Feet Per Second (FPS)	<b>Enclosure Rating*</b>	NEMA 4 - suitable for indoor/outdoor use
<b>Triggering Threshold</b>	4-10 GPM	<b>Cover Tamper Switch</b>	Standard with ULC models, optional for UL models, part no. 546-7000
<b>Bandwidth (Flow Rate)</b>		<b>Service Use</b>	Automatic Sprinkler: NFPA-13 One or Two Family Dwelling: NFPA 13D Residential Occupancies up to 4 Stories: NFPA 13R National Fire Alarm Code: NFPA-72
<b>Conduit Entrances</b>	Two openings for 1/2" conduit. One open, one knock-out type	<b>U.S. Patent Numbers</b>	5,213,205
<b>Contact Ratings</b>	Two sets of SPDT (Form C) 10.0 A, 1/2 HP @ 125/250 VAC 2.5 A @ 6/12/24 VDC	<b>U.S. Patent Numbers</b>	5,213,205
<b>Compatible Pipe</b>	Steel water pipe, schedule 10 through 40	<b>Warranty</b>	3 Years

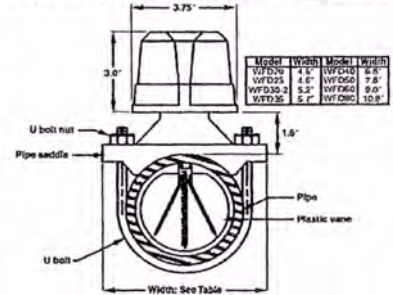
## WFD Field Wiring Diagram



## Delay Adjustment Dial



## Overall Dimensions, Installed



## Ordering Information

UL Model	ULC Model	Pipe Size	Hole Size	Shipping Weight
WFD20	WFD20A	2"	1 1/4"	4.2 lbs.
WFD25	WFD25A	2 1/2"	1 1/4"	4.3 lbs.
WFD30-2	WFD30-2A	3"	2"	4.5 lbs.
WFD35	WFD35A	3 1/2"	1 1/4"	4.7 lbs.
WFD40	WFD40A	4"	2"	5.2 lbs.
WFD50	WFD50A	5"	2"	6.3 lbs.
WFD60*	WFD60A	6"	2"	6.8 lbs.
WFD80*	WFD80A	8"	2"	7.5 lbs.

## Accessories

A3008-00	Retard mechanism
A77-01-02	Terminal block
546-7000	Tamper-proof switch kit
WFDW	Tamper-proof wrench for cover
WFDN4	Gasket kit

\*Maximum pressure rating 400 psi as approved by Factory Mutual.



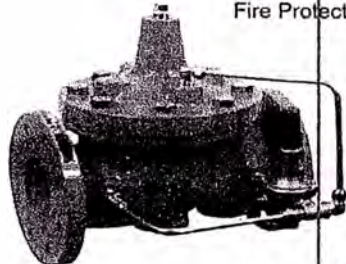
3825 Ohio Avenue • St. Charles, IL 60174  
Phone: 800-SENSOR2 • Fax: 630-377-6495

©2009 System Sensor  
Product specifications subject to change without notice. Visit [www.systemsensor.com](http://www.systemsensor.com) for current product information. Technical data taken from this data sheet.  
AS 0189 013 • 11/09 • 471922



MODELS **90G-21**  
**90A-21**

# Fire Protection Pressure Reducing Valve



90-21 UL Listed Fire Protection Valve

**MEA Approved**



90-21 UL Listed Grooved End Fire Protection Valve

- U.L. Listed, ULC Listed, MEA Approved
- Globe or Angle Pattern
- Proven Reliable Design
- Available in Cast Bronze, Ductile Iron and Cast Steel
- Accurate Pressure Control
- In Line Service
- Grooved Ends (1 1/2" - 8")

Cla-Val 90G-21 (globe) and 90A-21 (angle) Pressure Reducing Valves are indispensable in any fire protection system. Our diaphragm actuated design is proven highly reliable and easy to maintain. We offer both a globe or angle pattern with a full range of adjustments. These valves are also available in a variety of material options. Epoxy coating is strongly recommended for all fire system valves (excluding bronze valves). The 90G-21 and 90A-21 can be supplied with optional internal and external epoxy coating of the main valve wetted surfaces.

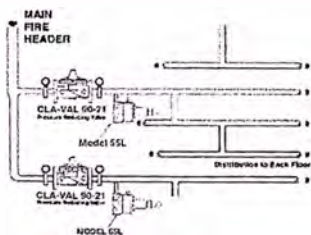
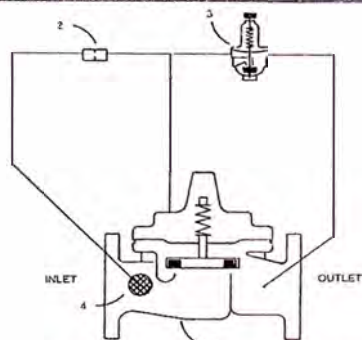
Special System Water Control Valves – Class II  
UL Product Category VLMT – File No. Ex 2534

## Function

Cla-Val 90G-21 (globe) and 90A-21 (angle) Pressure Reducing Valves automatically reduce a higher inlet pressure to a steady lower outlet pressure regardless of changing flow rate and/or varying inlet pressure. The valves pilot control system is very sensitive to slight downstream pressure fluctuations, and will automatically open or close to maintain the desired pressure setting. The downstream pressure can be set over a wide range by turning the adjustment screw on the CRD pilot control. The adjustment screw is protected by a screw-on cover, which can be sealed to discourage tampering.

## Schematic Diagram

- | Item | Description                          |
|------|--------------------------------------|
| 1    | Model 100-01 Hytrol (Globe or Angle) |
| 2    | X58C Restriction Tube Fitting        |
| 3    | CRD Pressure Reducing Control        |
| 4    | X46A Flow Clean Strainer             |



## Typical Application

Underwriters Laboratories requires the installation of pressure gauges upstream and downstream of the Pressure Reducing Valve. Also, a relief valve of not less than 1/2 inch in size must be installed on the downstream side of the pressure control valve. Adequate drainage for the relief valve discharge must be provided.

## UL / ULC Listings

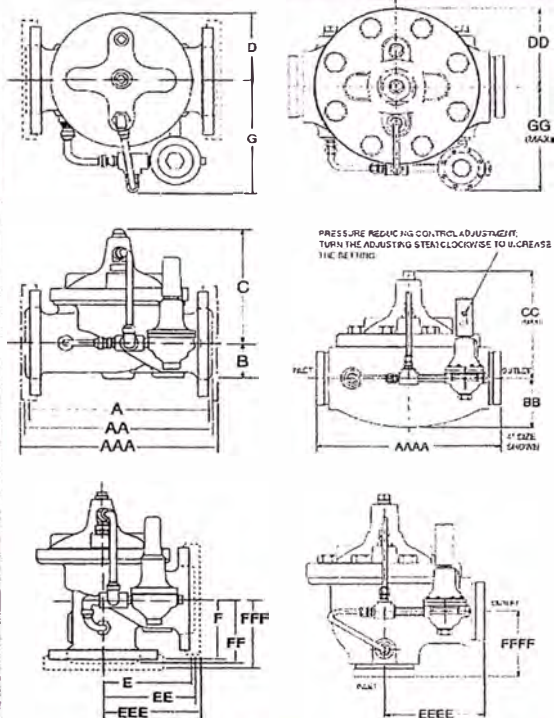
Size	Ductile Iron 150# F	Ductile Iron 300# S	Ductile Iron 300# F	Bronze 300# Threaded	Bronze 150# F	Bronze 300# F	Cast Steel 300# F	Globe Pattern Ductile Iron Grooved End	Angle Pattern Ductile Iron Grooved End
1 1/2"	UL / ULC	UL / ULC	UL / ULC	UL / ULC				UL / ULC	
2"	UL / ULC	UL / ULC	UL / ULC	UL / ULC	ULC	ULC		UL / ULC	UL / ULC
2 1/2"	UL / ULC	ULC	UL / ULC	UL / ULC	ULC	ULC		UL	
3"	UL / ULC	UL / ULC	UL / ULC	UL / ULC	ULC	ULC		UL / ULC	UL / ULC
4"	UL / ULC		UL / ULC		ULC	ULC		UL / ULC	UL / ULC
6"	UL / ULC		UL / ULC					UL / ULC	ULC
8"	UL / ULC		UL / ULC					UL / ULC	
10"	ULC		ULC						



**Dimensions**

Valve Size (Inches)	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8	10
<b>A</b> Threaded	7.25	9.38	11.00	12.50	—	—	—	—
<b>AA</b> 150 ANSI	8.50	9.38	11.00	12.00	15.00	20.00	25.38	29.75
<b>AAA</b> 300 ANSI	9.00	10.00	11.62	13.25	15.62	21.00	26.38	31.12
<b>AAAA</b> Grooved End	8.50	9.00	11.00	12.50	15.00	20.00	25.38	—
<b>B</b>	1.12	1.50	1.69	2.56	3.19	4.31	5.31	9.25
<b>BB</b> Grooved End	2.00	2.50	2.88	3.12	4.25	6.00	7.56	—
<b>C</b> Max.	5.50	6.50	7.56	8.19	10.62	13.38	16.00	17.12
<b>CC</b> Max. Grooved End	4.10	5.00	6.88	6.50	8.80	11.10	14.50	—
<b>D</b>	2.81	3.31	4.40	4.56	5.75	7.88	10.00	11.81
<b>DD</b> Grooved End	2.81	3.31	4.40	4.56	5.75	7.88	10.00	—
<b>E</b> Threaded	3.25	4.75	5.50	6.25	—	—	—	—
<b>EE</b> 150 ANSI	4.00	4.75	5.50	6.00	7.50	10.00	12.75	14.86
<b>EEE</b> 300 ANSI	4.25	5.00	5.88	6.38	7.88	10.50	13.25	15.56
<b>EEEE</b> Grooved End	—	4.75	—	6.00	7.50	—	—	—
<b>F</b> Threaded	1.88	3.25	4.00	4.50	—	—	—	—
<b>FF</b> 150 ANSI	4.00	3.25	4.00	4.00	5.00	6.00	8.00	8.62
<b>FFF</b> 300 ANSI	4.25	3.50	4.31	4.38	5.31	6.50	8.50	9.31
<b>FFFF</b> Grooved End	—	3.25	—	4.50	5.00	—	—	—
<b>G (Max)</b>	7.50	7.75	7.75	8.00	9.00	9.50	10.50	11.50
<b>GG (Max)</b>	8.10	8.00	—	8.13	9.31	10.50	11.50	—

Valve Size (mm)	40	50	65	80	100	150	200	250
<b>A</b> Threaded	184	238	279	318	—	—	—	—
<b>AA</b> 150 ANSI	216	238	279	305	381	508	645	756
<b>AAA</b> 300 ANSI	229	254	295	337	397	533	670	790
<b>AAAA</b> Grooved End	216	228	279	318	381	508	645	—
<b>B</b>	28	38	43	65	81	109	135	235
<b>BB</b> Grooved End	52	54	64	79	105	152	184	—
<b>C</b> Max.	140	161	192	208	270	340	406	435
<b>CC</b> Max. Grooved End	104	127	175	165	223	281	369	—
<b>D</b>	71	84	102	116	146	200	254	—
<b>DD</b> Grooved End	71	84	102	116	146	200	254	—
<b>E</b> Threaded	83	121	140	159	—	—	—	—
<b>EE</b> 150 ANSI	102	121	140	152	191	254	324	378
<b>EEE</b> 300 ANSI	108	127	149	162	200	267	349	395
<b>EEEE</b> Grooved End	—	121	—	152	191	—	—	—
<b>F</b> Threaded	48	83	102	114	—	—	—	—
<b>FF</b> 150 ANSI	102	83	102	102	127	152	203	217
<b>FFF</b> 300 ANSI	108	89	109	111	135	165	216	236
<b>FFFF</b> Grooved End	—	121	—	114	127	—	—	—
<b>G (Max)</b>	191	197	197	203	228	241	267	292
<b>GG (Max)</b>	206	203	—	207	236	267	292	—



Size: 175 lb. Class 1 1/2" - 8" (Globe)  
 2" - 6" (Angle)  
 300 lb. Class 1 1/2" - 8" (Globe)  
 2" - 6" (Angle)

Materials  
**Main valve body & cover:**  
 Ductile Iron - ASTM A536

End Details:  
 150 ANSI B16.42 (Ductile Iron)  
 (Bronze)  
 300# (Ductile Iron)  
 300# (Cast Steel)  
 300# (Ductile Grooved End).

**Main valve internal trim:**  
 Bronze ASTM B61  
**Pilot control system—**  
**Pilot control valve:**  
 Bronze ASTM B62 with  
 Stainless Steel 303 internal trim

Pressure Differential: 10 PSI Min.

Copper tubing with brass fittings

Pressure Adjustment Range:  
 175 lb. Class 30 - 165 psi  
 300 lb. Class 30 - 165 psi

**Main valve and pilot valve**  
**diaphragm and disc:**  
 Buna-N<sup>®</sup> synthetic rubber

Temperature Range: Water to 180°F Max.

SPECIAL NOTE: THE MODEL 90-21 CAN BE SUPPLIED WITH INTERNAL EPOXY COATING OF THE MAIN VALVE. THIS OPTION IS U.L. FILE NO. EX2855. C.C. NO. HNFV EPOXY COATING IS STRONGLY RECOMMENDED FOR ALL CAST VALVES.

**Selection Guidelines**

**Flow Capacity Table**

Valve Size	Maximum Flow Rate (GPM of Water)
1 1/2"	160
2"	262
2 1/2"	373
3"	576
4"	992
6"	2251
8"	3900
10"	6150

Note: The Actual Capacity is limited by available DP.

**When Ordering Please Specify**

1. Model Number 90-21
2. Size
3. Globe or Angle Pattern
4. Main Valve Body and Cover Material
5. Threaded, Flanged or Grooved
6. Pressure Class
7. Optional Epoxy Coating (specify with suffix "KC")



**CLA-VAL**

PO Box 1325 Newport Beach CA 92659-0325 • Phone: 949-722-4800  
 Fax: 949-549-5441 • Web Site: cla-val.com • E-mail: claval@cla-val.com

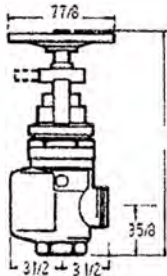
**CLA-VAL CANADA**  
 4887 Christie Drive  
 Beamsville, Ontario  
 Canada L0R 1B4  
 Phone: 905-563-4963  
 Fax: 905-563-4040  
 E-Mail: sales@cla-val.ca

**CLA-VAL EUROPE**  
 Chemin des Mésanges 1  
 CH-1032 Romareyl  
 Lausanne, Switzerland  
 Phone: 41-21-643-15-55  
 Fax: 41-21-643-15-50  
 E-Mail: cla-val@cla-val.ch

**CLA-VAL UK**  
 Dainton House, Goods Station Road  
 GB - Tunbridge Wells  
 Kent TN11 2 DH England  
 Phone: 44-1892514-430  
 Fax: 44-1892-543-423  
 E-Mail: info@cla-val.co.uk

Represented By:



**CROKER****PRESSURE REGULATING VALVES****5600 SERIES****"PRESSUR-MASTER" AUTOMATIC PRESSURE REGULATING VALVES****2 1/2" FEMALE X MALE  
ANGLE TYPE**

400LB. Field adjustable pressure regulating valve for use as a hose outlet valve where inlet pressures require regulation.

**STANDARD EQUIPMENT:** Cast Brass valve with Female NPT inlet X Male Hose thread outlet. Visual indicator. Four ports drilled, tapped and plugged. Red wheel handle.

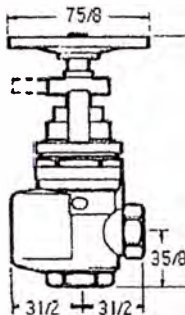
**OPTIONAL FINISHES:**  
RC - Rough Chrome Plated  
MSB - Monitor Switch Bracket

**SPECIFY  
THREAD**



Figure No. 5610

U/L LISTED

**"PRESSUR-MASTER" AUTOMATIC PRESSURE REGULATING VALVES****2 1/2" FEMALE X FEMALE  
2 1/2" GROOVED X GROOVED  
ANGLE TYPE**

400 LB. Field adjustable automatic pressure regulating valve for use as a fire hose rack assembly valve or sprinkler control valve where pressures require regulation.

**STANDARD EQUIPMENT:** Cast Brass valve with Female NPT inlet X Female thread outlet. Visual indicator. Four ports drilled, tapped and plugged. Red wheel handle.

**OPTIONAL FINISHES:**  
RC - Rough Chrome Plated



Figure No. 5647

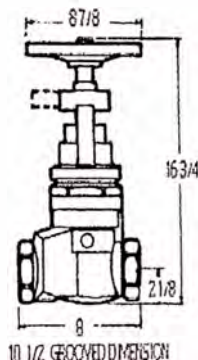


Figure No. 5620

Fig No.

- 5620 2 1/2" X 2 1/2" Angle  
5625 2 1/2" X 2 1/2" Angle with bracket  
5627 2 1/2" X 2 1/2" Grooved X Grooved with bracket

U/L LISTED

**"PRESSUR-MASTER" AUTOMATIC PRESSURE REGULATING VALVES****2 1/2" FEMALE X FEMALE  
2 1/2" GROOVED X GROOVED  
INLINE TYPE**

400LB. Field adjustable pressure regulating valve for use as a fire hose rack assembly valve or sprinkler control valve where pressure require regulation.

**STANDARD EQUIPMENT:** Cast Brass valve with Female NPT inlet and Female NPT outlet. Visual indicator. Four ports drilled, tapped and plugged. Red wheel handle.

**OPTIONAL FINISHES:**  
RC - Rough Chrome Plated



Figure No. 5647



Figure No. 5630

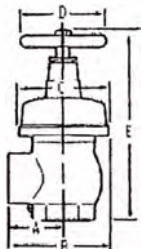
Fig No.

- 5630 2 1/2" X 2 1/2" Inline  
5635 2 1/2" X 2 1/2" Inline with bracket  
5637 2 1/2" X 2 1/2" Grooved X Grooved with bracket  
5640 2 1/2" X 2 1/2" FE NPT X MA NST

U/L LISTED

**5630 NYC APPROVED WITH CAPPED BONNET. BSA/MEA APPROVED.**

**PRESSURE REGULATING 1 1/2" ANGLE VALVE  
U/L LISTED**



300lb. Non-adjustable automatic pressure regulating valve for use as a hose outlet valve or fire hose rack valve where inlet pressures require regulation. Figure No. 5555 may also be used as a zone control valve on a sprinkler system for flows up to 250 GPM.

**STANDARD EQUIPMENT:** Cast Brass valve with Female NPT inlet X Male hose thread outlet or female NPT outlet. Aluminum handwheel.

**OPTIONAL:**

RC - Rough Chrome Plated

5500SB - Switch Bracket (for customers Tamper Switch)

5502TS - Built in Tamper Switch

**SPECIFY  
THREAD**

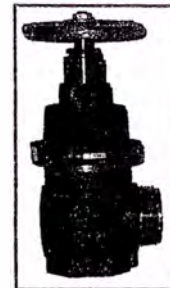


Figure No. 5560

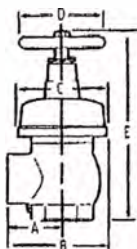
Figure No. 5550 - Double Female NPT with Visual Indicator

Figure No. 5555 - Double Female NPT with Visual Indicator and Switch Bracket

Figure No. 5560 - Female NPT inlet X Male Hose thread outlet.

Size	A	B	C	D	E-Open	E-Closed
1 1/2"	2 5/16"	4 1/4"	3 7/8"	3 3/4"	9 3/16"	8 11/16"

**PRESSURE REGULATING 2 1/2" ANGLE VALVE  
U/L LISTED**



400lb. Non-adjustable automatic pressure regulating valve for use as a hose outlet valve or for hose rack valve or sprinkler control where inlet pressures require regulation.

**STANDARD EQUIPMENT:** Cast Brass valve with Female NPT inlet X Male hose thread outlet or female NPT outlet. Aluminum handwheel. Available grooved inlet and grooved outlet.

**OPTIONAL:**

RC - Rough Chrome Plated

5500SB - Switch Bracket (for customer's Tamper Switch)

5501TAP - Four 1/4 Ports Drilled, Tapped and Plugged

5502TS - Built in Tamper Switch

**SPECIFY  
THREAD**



Figure No. 5579 with 5501TAP

Figure No. 5570 - Double Female NPT with Visual Indicator

Figure No. 5575 - Double Female NPT with Visual Indicator and Switch Bracket

Figure No. 5577 - Groove X Groove with Visual Indicator and Switch bracket

Figure No. 5579 - Groove X Male hose thread with Visual Indicator

Figure No. 5580 - Female NPT inlet X Male hose thread outlet

Size	A	B	C	D	E-Open	E-Closed
2 1/2"	3 7/32"	6 3/32"	5 7/8"	5 3/4"	11 7/16"	10 3/4"



Visual Indicator



Switch Bracket

**Anexo VIII                      Relación de planos**

1.        IS – 01: Red de Agua - Planta Sótano 1 al 6
2.        IS – 02: Red de Agua - Planta Semisótano
3.        IS – 03: Red de Agua - Planta 1º Piso - Dptos. 1 al 5
4.        IS – 04: Red de Agua - Planta 1º Piso - Dptos. 6 y 7
5.        IS – 05: Red de Agua - Planta 2º Piso - Dptos. 1 al 8
6.        IS – 06: Red de Agua - Planta 3º Piso - Dptos. 1 al 9 – Planta típica 4º al 33 Piso - Ejes 1 al 20
7.        IS – 07: Red de Agua – Plantas 4º al 16º - Ejes 22 al 29
8.        IS – 08: Red de Agua Contra Incendio - Sótano 6
9.        IS – 09: Red de Agua Contra Incendio - Planta Sótano 4 y 5
10.       IS – 10: Red de Agua Contra Incendio - Sótano 3
11.       IS – 11: Red de Agua Contra Incendio - Sótano 2
12.       IS – 12: Red de Agua Contra Incendio - Sótano 1
13.       IS – 13: Red de Agua Contra Incendio - Semisótano
14.       IS – 14: Red de A.C.I. - Planta 1º Piso - Dpto. 1 al 5
15.       IS – 15: Red de ACI - Planta 1º Piso - Dptos.6 y 7-Area Social.
16.       IS – 16: Red de ACI - Planta 2º Piso - Dptos. 1 al 8
17.       IS – 17: Red de ACI - Planta 3º Piso - Dptos. 1 al 9 – Planta típica 4º al 33 Piso - Ejes 1 al 20
18.       IS – 18: Red de ACI – Plantas 4º al 16º - Ejes 22 al 29
19.       IS – 19: Red de Desagüe - Planta Sótano 6
20.       IS – 20: Red de Desagüe - Planta Sótano 2 al 5
21.       IS – 21: Red de Desagüe - Planta Sótano 1 – Cámara de bombeo de Desagüe
22.       IS – 22: Red de Desagüe - Planta Semisótano
23.       IS – 23: Red de Desagüe - Planta 1º Piso - Dptos. 6

24. IS – 24: Red de Desagüe - Planta 1º Piso - Dptos. 7
25. IS – 25: Red de Desagüe - Planta 1º Piso - Dptos. 2 al 5
26. IS – 26: Red de Desagüe - Planta 1º Piso - Dptos. 1
27. IS – 27: Red de Desagüe - Planta 2º Piso - Dptos. 1 al 8
28. IS – 28: Red de Desagüe - Planta 3º Piso - Dptos. 1 al 9 – Planta típica 4º al 33 Piso - Ejes 1 al 20
29. IS – 29: Red de Desagüe - Planta 4º al 7º Piso – Ejes 22 al 29
30. IS – 30: Red de Desagüe - Planta 8º al 16º Piso – Ejes 22 al 29 y Techo del Piso 16.
31. IS – 31: Red de Desagüe – Planta techos - cto máquina.
32. IS – 32: Cálculo de Unidades de Descarga de los colectores – Parte 1
33. IS – 33: Cálculo de Unidades de Descarga de los colectores – Parte 2
34. IS – 34: Cisterna - Planta - Detalles
35. IS – 35: Cisterna - Corte - Detalles-Cámara de Pozo Sumidero
36. IS – 36: Esquema de Montantes - Agua
37. IS – 37: Esquema de Montantes - Desagüe
38. IS – 38: Piscina - Corte – Detalles - Esquema de Montantes - Desagüe