

**DEPARTAMENTO ARAUCA
MUNICIPIO ARAUCA**

"CONSULTORIA PARA EL ANALISIS Y DIAGNOSITCO DEL ESTADO ESTRUCTURAL Y DE LAS REDES HIDROSANITARIAS DE LA EDIFICACION INCLUYENDO LA EVALUACION DEL SISTEMA HIDRAULICO DEL SOTANO DEL PALACIO DE JUSTICIA NUEVO DE ARAUCA, UBICADO EN LA CALLE 21, Y LA ELABORACION DE UNA PROPUESTA TECNICA PARA LA OPTIMIZACION Y/O REPARACIONES NECESARIAS"

DISEÑO HIDROSANITARIO

ENERO 2025

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	9
2	GENERALIDADES	10
2.1	LOCALIZACIÓN	10
2.2	USO DEL PROYECTO.	11
2.3	DISTRIBUCION ARQUITECTONICA.....	11
2.3.1	Planos arquitectónicos.....	11
3	RED DE AGUA POTABLE	17
3.1	CÁLCULO DE LLENADO DE TANQUE.....	17
3.1.1	Cálculo de Dotación y Consumo.....	17
3.1.2	Consumo.....	17
3.1.3	Dimensionamiento del Tanque	19
3.1.4	Cálculos hidráulicos de redes internas	20
3.1.5	Cálculo de caudales.....	20
3.1.6	Perdida de carga por fricción	21
3.1.7	Perdida de carga por accesorios	23
3.2	DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	30
3.2.1	Dotación Utilizada por Aparatos o Unidades de Consumo	32
3.3	Sistema de Bombeo de Agua Potable superficial	45
3.3.1	Características del Sistema de Bombeo	46
3.3.2	Características del Tanque hidro acumulador.	48
3.4	Redes de distribución.....	49
4	RESULTADOS	51
4.1.1	Estado De La Tubería Después Del Análisis	52
4.1.2	Estado De Los Nodos Después Del Análisis	52
5	SISTEMA CONTRA INCENDIOS.....	53
5.1	CLASIFICACIÓN DE RIESGO.....	53
5.2	CLASIFICACIÓN DE RIESGO SEGÚN LA NFPA	54

5.3	VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	55
5.4	ACOMETIDA DE TANQUE	55
5.5	COMPONENTES DEL SISTEMA.....	56
5.5.1	Presiones Máxima y Mínimas	56
5.5.2	Tasa de Flujo del Sistema.....	56
5.5.3	Gabinete Clase II	56
5.5.4	Sistema De Rociadores	57
5.5.5	Tipo De Rociador	57
5.5.6	Presiones de Operación del Rociador	58
5.5.7	Tamaño de las Tuberías	58
5.5.8	Procedimiento De Cálculo.....	59
5.6	EXTINTORES	59
5.6.1	Disponibilidad.....	60
5.6.2	Ubicación	61
5.6.3	Altura de instalación.....	61
5.7	SISTEMA DE BOMBEO CONTRA INCENDIOS	61
5.7.1	Bomba Principal Centrífuga eje Horizontal	61
6	RED SANITARIA.....	65
6.1	CÁLCULO DE CAUDALES	65
6.2	DISEÑO DE COLECTORES HORIZONTALES	66
6.3	PARÁMETROS DE DISEÑO	67
6.4	CÁLCULOS REALIZADOS PARA RUTA CRÍTICA SANITARIA.....	67
7	SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESÍDALES.....	73
8	DISEÑO DE SISTEMAS DE EVACUACIÓN AGUAS LLUVIAS.....	78
8.1	PARÁMETROS DE DISEÑO.	78
8.1.1	Características de la zona.....	78
8.1.2	Intensidad - Duración de las lluvias- Frecuencia.	79
8.1.3	Tiempo De Concentración De Las Aguas En Un Determinado Punto.....	82
8.1.4	Estimación Del Caudal De Diseño.	84

8.1.5	Período De Retorno De Diseño.	84
8.1.6	Procedimiento De Diseño:	84
8.2	EVALUACIÓN DEL TRANSPORTE DE AGUAS POR TUBERÍAS.....	85
8.2.1	Ecuaciones de diseño.	85
8.2.2	Parámetros de diseño.	87
8.2.3	Verificación de condiciones de AUTO LIMPIEZA.	87
8.3	DISEÑO DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE.....	89
8.3.1	Diámetro De Los Drenes.....	89
8.3.2	Tipo de Geo dren a utilizar	89
8.3.3	Tasa de flujo ultima.	90
8.3.4	Tasa de flujo admisible del colector.	90
8.3.5	Factor de seguridad:	90
9	SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS	92
10	CONCLUSIONES.....	96
11	BIBLIOGRAFÍA	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de Arauca en Colombia y municipio de Arauca en Arauca.	10
Figura 2. Localización del proyecto.	10
Figura 3. Planos en planta sótano.	11
Figura 4. Planos en planta primer piso.	12
Figura 5. Planos en planta segundo piso.	12
Figura 6. Planos en planta tercer piso.	13
Figura 7. Planos en planta cuarto piso.	13
Figura 8. Corte A-A.	14
Figura 9. Corte B-B.	14
Figura 10. Corte C-C.	15
Figura 11. Corte D-D.	15
Figura 12. Corte E-E.	16
Figura 13. Corte F-F.	16
Figura 14. Trazado agua potable, en planta de sótano.	30
Figura 15. Trazado agua potable, en planta primer piso.	30
Figura 16. Trazado agua potable, en planta segundo piso.	31
Figura 17.. Trazado agua potable, en planta tercer piso.	31
Figura 18. Trazado agua potable, en planta cuarto piso.	31
Figura 19.. Curva de Bomba Seleccionada.	45
Figura 20. Catalogo equipo de impulsión.	47
Figura 21. Catalogo tanque hidro acumulador.	48
Figura 22. Imagen en Epanet 2.0 vE red hidráulica de todos los pisos.	51
Figura 23. Elementos de Gabinete Clase II.	57
Figura 24. Rociador tipo colgante.	58
Figura 25. Extintores según la clase de fuego.	60
Figura 26. Curva de Bomba Seleccionada Sistema de Bombeo Contra incendios.	63
Figura 27. Curva de Bomba Seleccionada Bomba Jockey.	63
Figura 28. Curva de Bomba Seleccionada Sistema de Bombeo Contra incendios.	64

Figura 29. Curva de Bomba Seleccionada Bomba Jockey.	64
Figura 30. Trazado red sanitaria, en planta de sótano.	67
Figura 31. Trazado red sanitaria, en planta primer piso.	68
Figura 32. Trazado red sanitaria, en planta segundo piso.	68
Figura 33. Trazado red sanitaria, en planta tercer piso.	68
Figura 34. Trazado red sanitaria, en planta cuarto piso.	69
Figura 35. Curvas de bomba seleccionada	75
Figura 36. Características del Sistema de Bombeo aguas residuales.	77
Figura 37. Curvas IDF, APTO ARAUCA.	80
Figura 38. Nomograma de Prandtl – Colebrook para el cálculo del diámetro de tubería perforada.	89
Figura 39. Detalle geo dren.	90
Figura 40. Curva de Bomba Seleccionada del Sistema de Bombeo.	93
Figura 41. Características del Sistema de Bombeo aguas Lluvias.	95

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Dotación neta residencial según el nivel de complejidad del sistema	17
Tabla 2. Cálculo de dotación y consumo de agua potable.	18
Tabla 3. Dimensionamiento Tanque Bajo Existente.	19
Tabla 4. Valores de rugosidad absoluta.	23
Tabla 5. Valores de longitud equivalente para cada accesorio.	24
Tabla 6. Unidades de consumo para aparatos, método Hunter Modificado.	32
Tabla 7. Unidades de Consumo, proyecto a estudiar.	33
Tabla 8. Sistema de bombeo de Agua Potable Proyectado.	44
Tabla 9. Parámetros de diseño	49
Tabla 10. Dimensionamiento de redes a presión.	49
Tabla 11. Resultados obtenidos para la línea de tubería de la red condición normal.	52
Tabla 12. Resultados de la modelación de la red de aducción en condición dinámica normal.	52
Tabla 13. Resultados de la modelación de la red aducción en condición estática normal.	52
Tabla 14. Resultados RDE	52
Tabla 15. Grupos y subgrupos de ocupación (NSR – 10, Título J)	53
Tabla 16. Sistema de protección contra incendio según la ocupación (NSR – 10, Título J).	54
Tabla 17. Cálculo de Consumos Sistema Contra incendios.	55
Tabla 18. Sistema de bombeo de Sistema Contra Incendios.	62
Tabla 19. Unidades de desagüe aparatos sanitarios (NTC 1500 Cuarta edición)	65
Tabla 20. Unidades de descarga, aguas negras.	69
Tabla 21. Cálculo ramales y colectores, aguas negras.	72
Tabla 22. Periodo de Retorno o Grado de Protección	81
Tabla 23. Cálculo red pluvial.	88
Tabla 24. Cálculo red de drenaje.	91

LISTA DE ANEXOS

VER ANEXO 1.Tuberías	52
VER ANEXO 2. P Dinámica	52
VER ANEXO 3. P Estática	52
VER ANEXO 4. RDE	52
Ver ANEXO 5. Geo dren colector secundario.	90
Ver ANEXO 6. Geo dren colector principal.....	90

1 INTRODUCCIÓN

Se proyecta el diseño hidráulico e hidrosanitario del Proyecto mencionado, el cual cuenta con los componentes de agua potable, red de aguas negras y manejo de aguas lluvias y sistema contra incendios. El presente documento cuenta con las memorias del diseño hidrosanitario, el cual se encuentra dividido en los siguientes capítulos:

Capítulo 1: Generalidades. Presenta Ubicación geográfica del proyecto, la localización del proyecto y descripción del proyecto a diseñar.

Capítulo 2: Red de agua potable. Se realiza el diseño hidráulico de la red de distribución de agua potable, de acuerdo a la configuración arquitectónica del proyecto.

Capítulo 3: Sistema Contra incendios. En este capítulo se presentan los requerimientos para el diseño del sistema contra incendios, según la clasificación del proyecto.

Capítulo 4: Red sanitaria. Se realiza el diseño del sistema de recolección de aguas residuales del proyecto, caudal de aguas residuales y diseño hidráulico de ramales, bajantes, colectores y tubería de ventilación.

Capítulo 5: Manejo de aguas lluvias. Presenta parámetros generales para el cálculo del caudal de aguas lluvias, áreas de drenaje, tiempo de concentración, curvas IDF, caudales de diseño, diseños hidráulicos de los tragantes de aguas lluvias, bajantes, colectores, y canales del proyecto.

Capítulo 6: Conclusiones. Observaciones relevantes del proyecto.

Capítulo 7: Bibliografía.

Finalmente, en los planos de diseño se presentan los aspectos constructivos del proyecto diseñado, teniendo en cuenta el RAS 2000, la Resolución 0330 del ministerio de vivienda, ciudad y territorio del 08 de junio de 2017 y la Resolución 0799 del ministerio de vivienda, ciudad y territorio del 09 de diciembre de 2021, la norma técnica Colombiana NTC1500 (cuarta edición) y en el caso de los tubos y accesorios empleados en el diseño, son fabricados con compuestos de policloruro de vinilo rígido tipo PVC presión grado I para la presión de trabajo, siguiendo las normas ICONTEC 369,382, 2295 y 2536 y ASTM D2211 para tubería e ICONTEC 1339 para accesorios.

2 GENERALIDADES

2.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto se encuentra ubicado dentro del municipio de Arauca, específicamente en el Edificio Palacio de Justicia Nuevo de Arauca. En la Figura 1 y Figura 2 se observa la ubicación específica del proyecto.

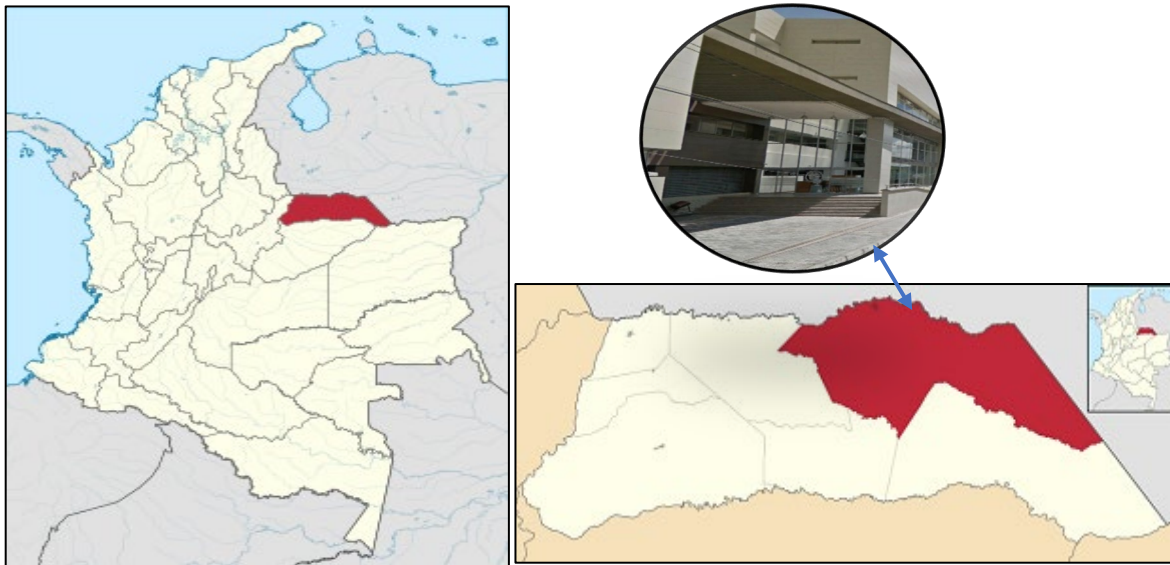


Figura 1. Localización de Arauca en Colombia y municipio de Arauca en Arauca.



Figura 2. Localización del proyecto.

Fuente: Google Earth

2.2 USO DEL PROYECTO.

El proyecto a diseñar corresponde al uso privado de tipo institucional, el cual contará con sala de audiencias, juzgado penal etc.... y los baños públicos correspondientes; la planta del proyecto se observa en el capítulo 2.3

2.3 DISTRIBUCION ARQUITECTONICA

2.3.1 Planos arquitectónicos.

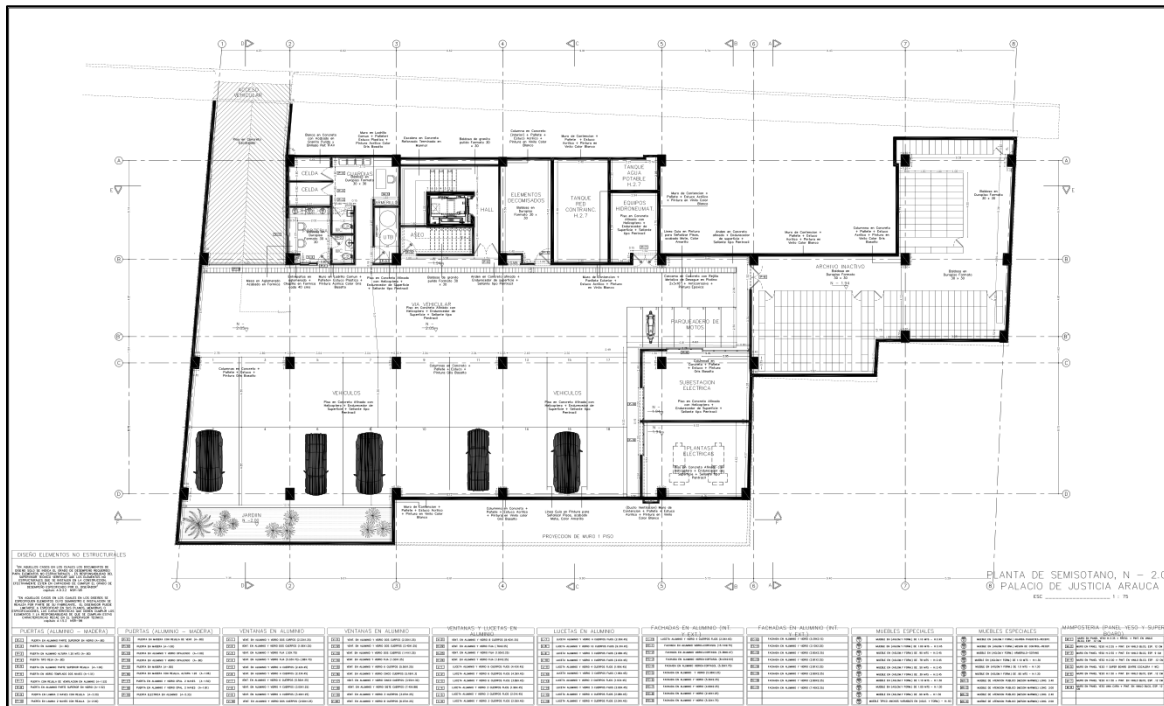


Figura 3. Planos en planta sótano.

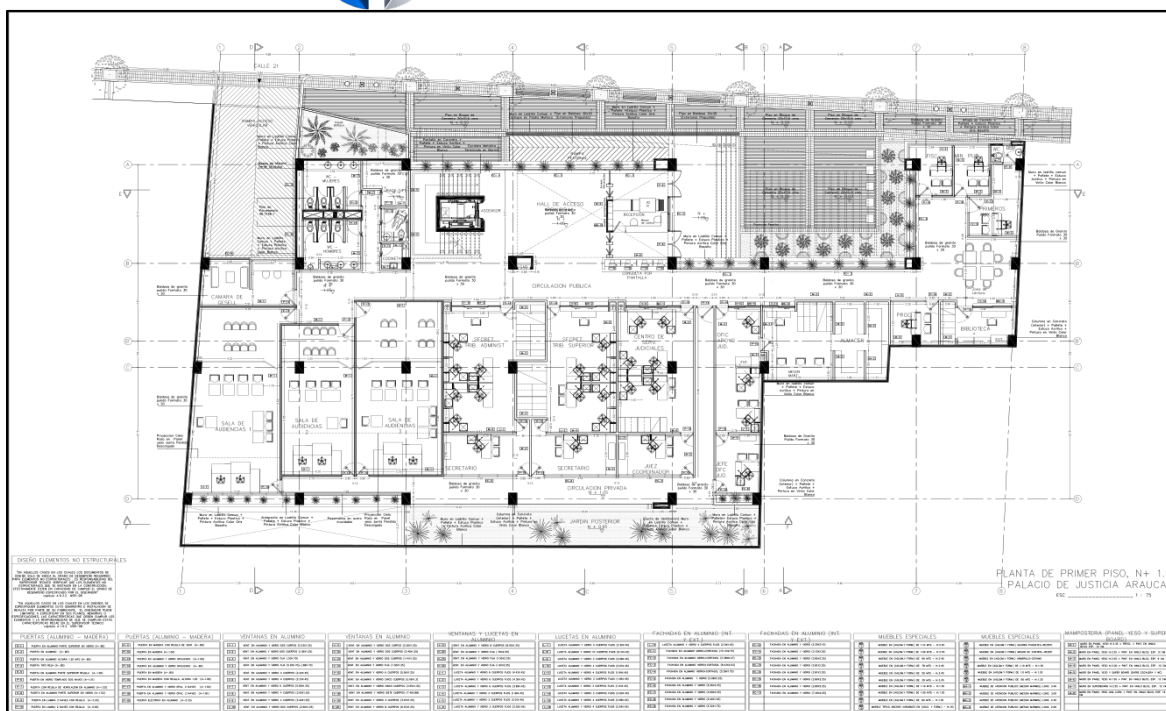


Figura 4. Planos en planta primer piso.

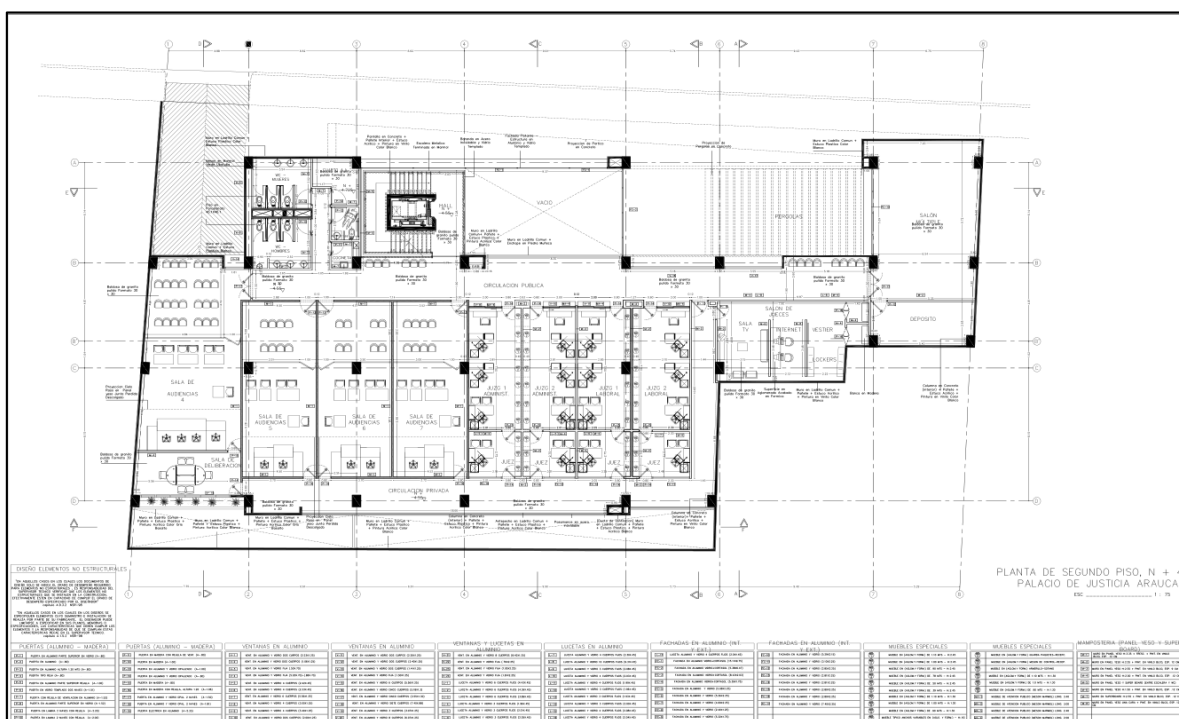
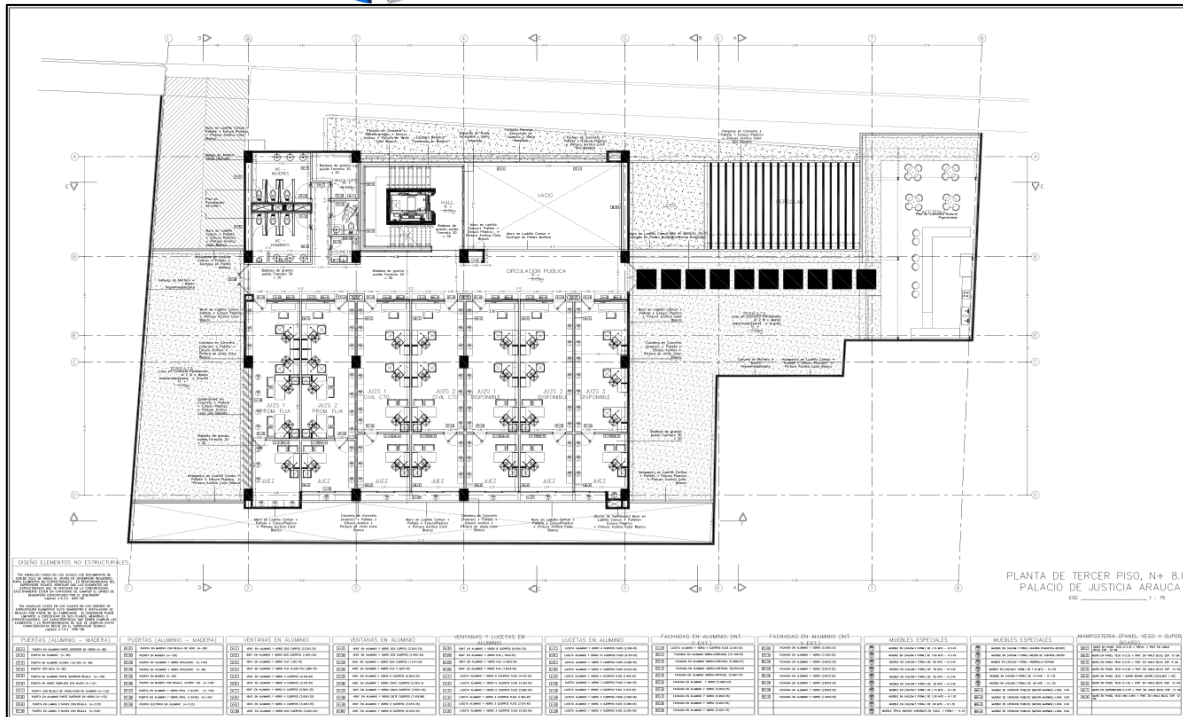


Figura 5. Planos en planta segundo piso



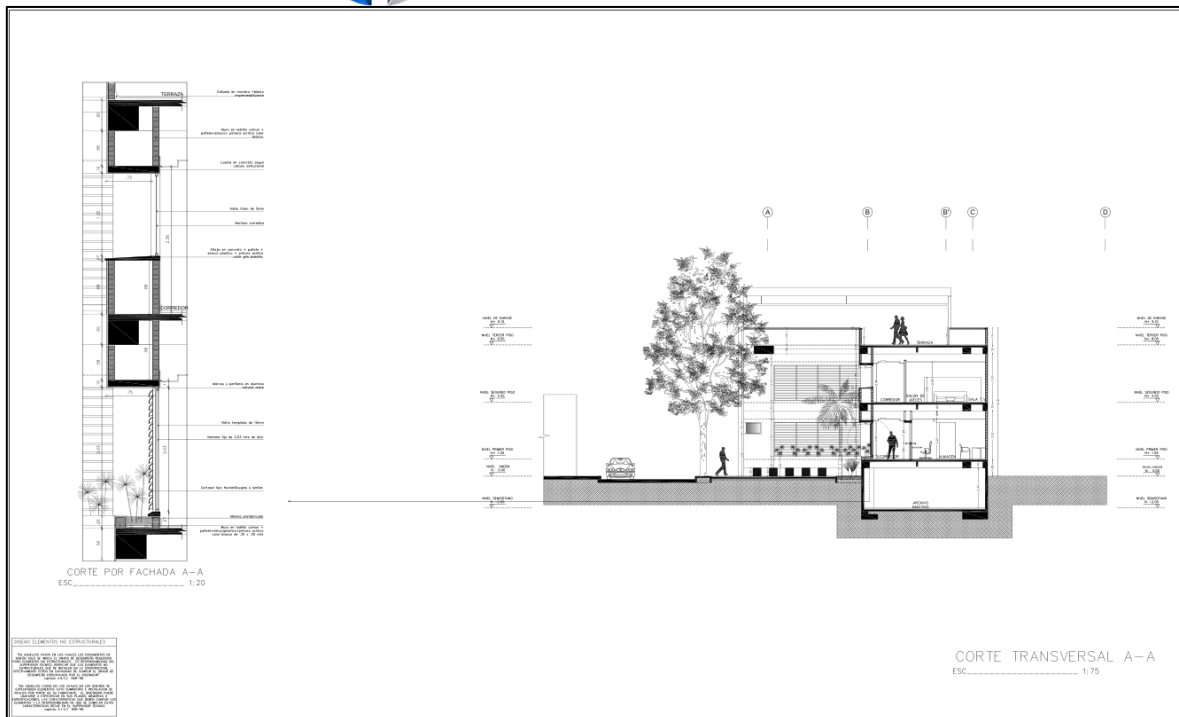


Figura 8. Corte A-A

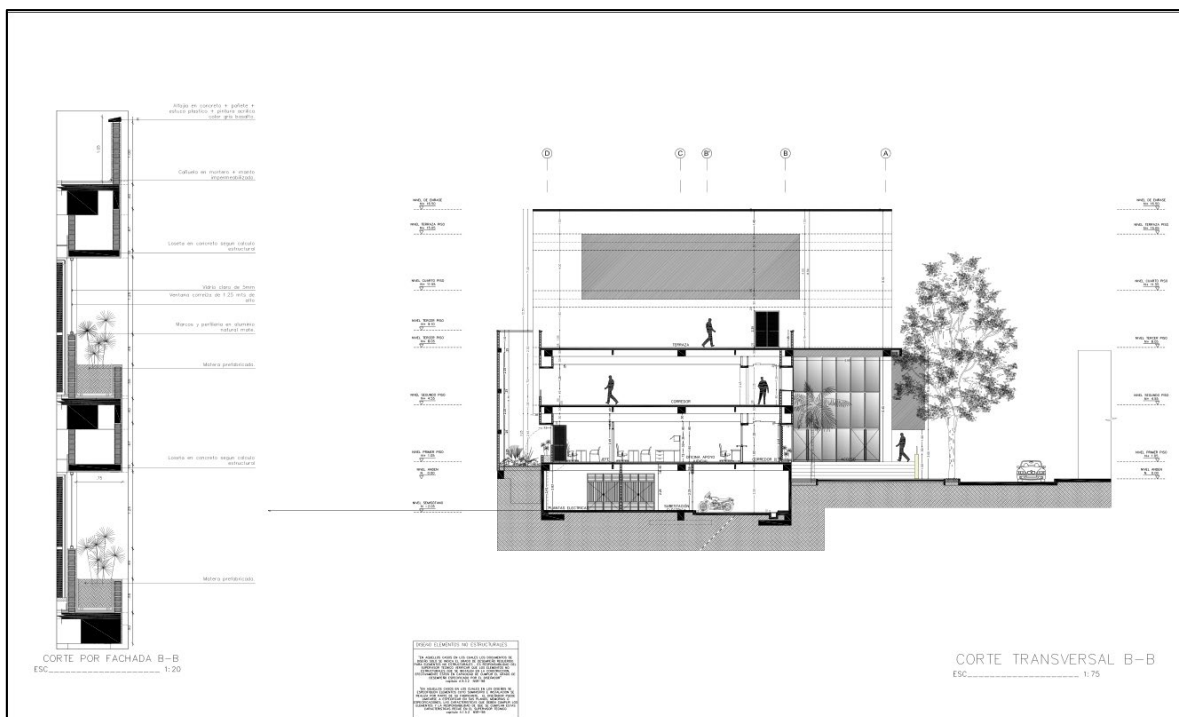


Figura 9. Corte B-B

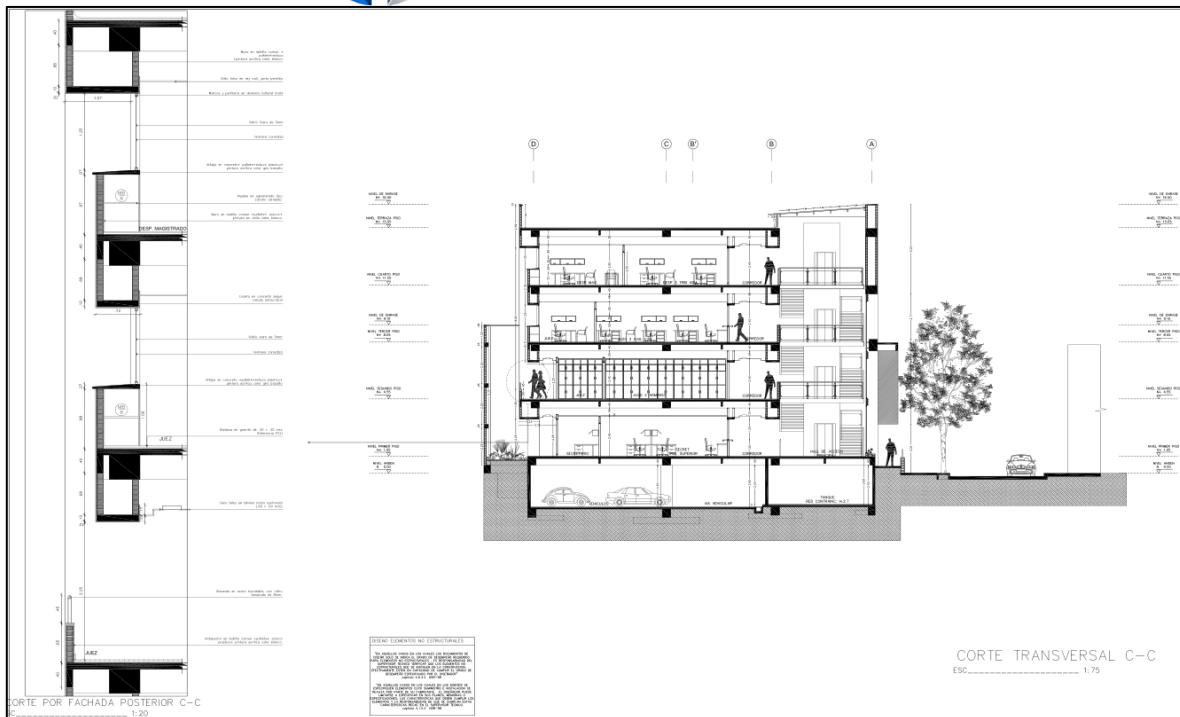


Figura 10. Corte C-C

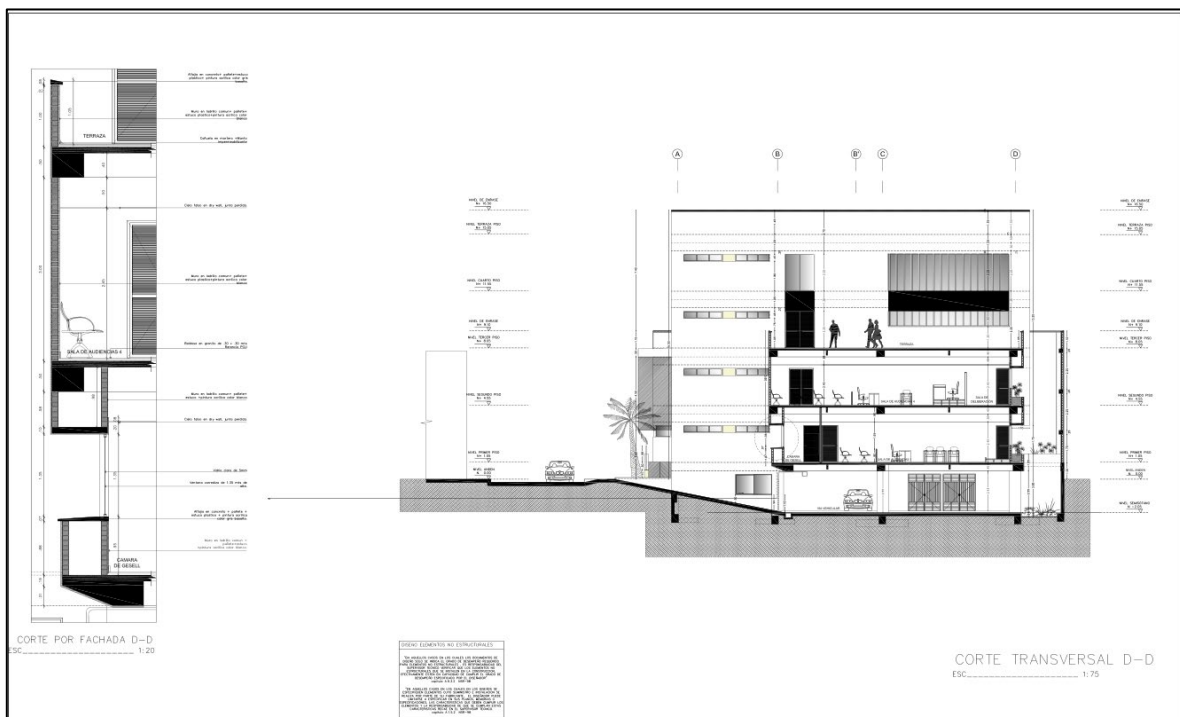


Figura 11. Corte D-D

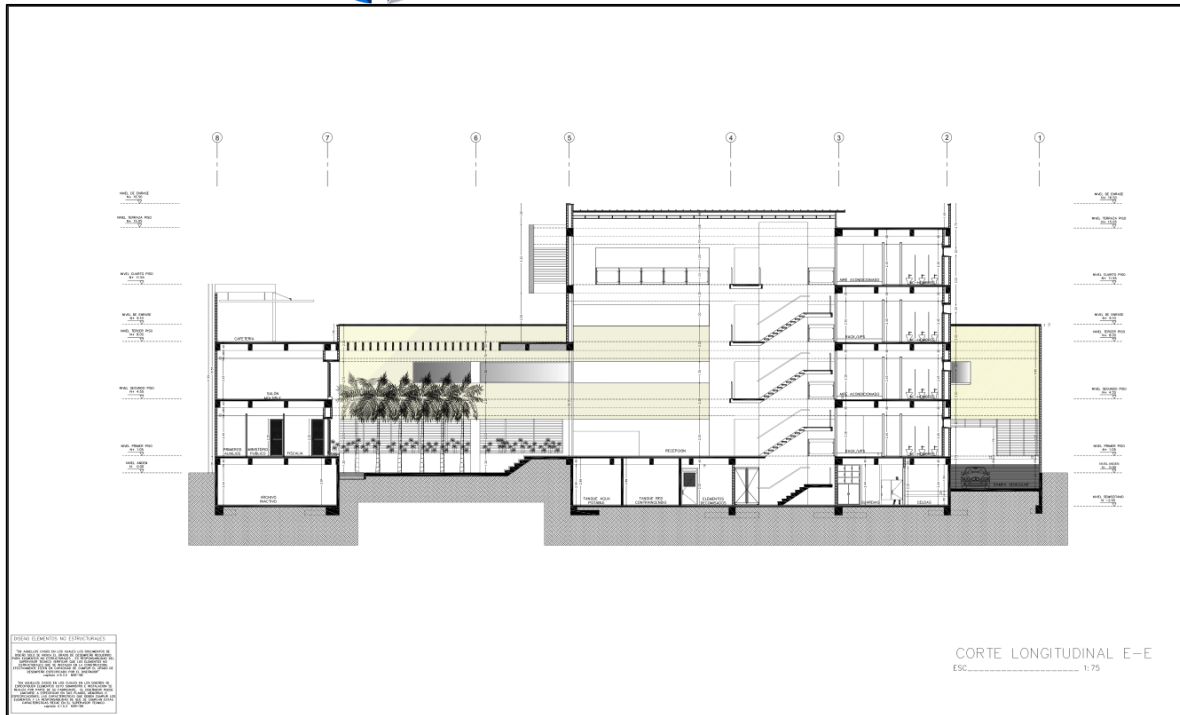


Figura 12. Corte E-E

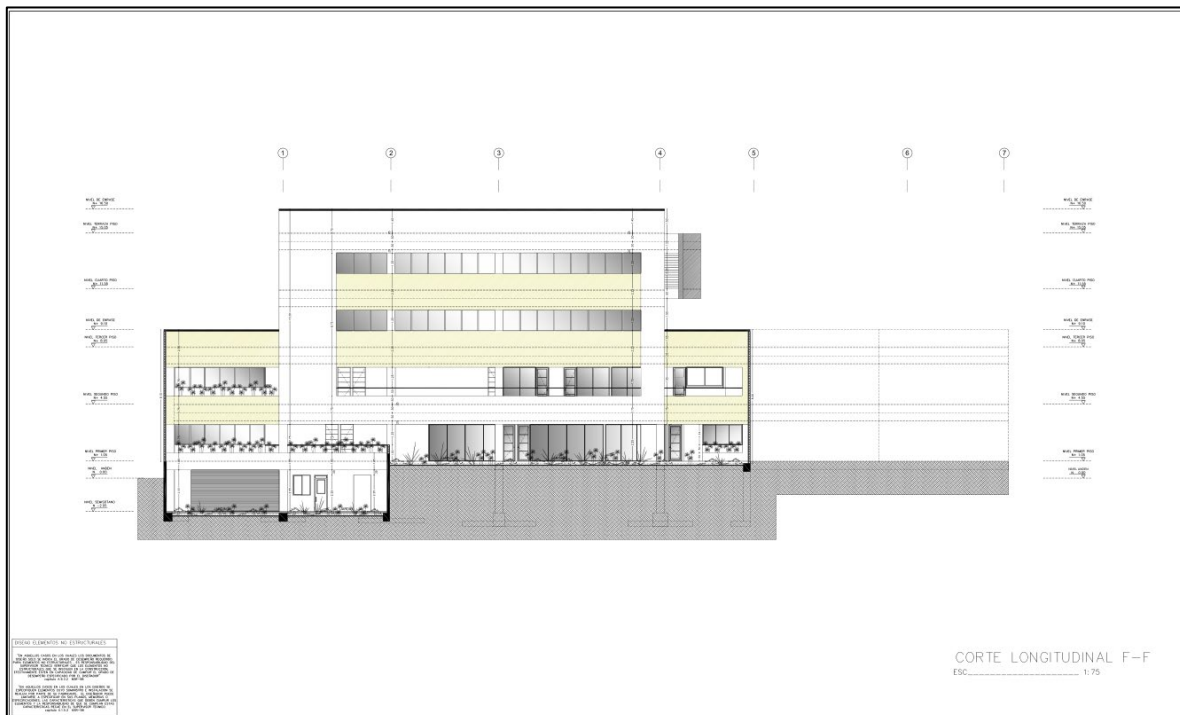


Figura 13. Corte F-F

3 RED DE AGUA POTABLE

En el presente diseño se tendrán en cuenta todas las normas establecidas y vigentes por el gobierno nacional. (NTC1500 y en la Resolución 0330 del 8 junio de 2017).

3.1 CÁLCULO DE LLENADO DE TANQUE

Para efectos de diseño y construcción se considera una sola acometida para toda la edificación. El agua potable llegará a un tanque bajo subterráneo existente, de donde con equipo de bombeo abastecerá a cada uno de los aparatos que requieren demanda hídrica

A continuación, se mostrarán los cálculos realizados para el diseño de la capacidad del tanque, la potencia de la motobomba y el diámetro de la acometida.

3.1.1 Cálculo de Dotación y Consumo

Teniendo en cuenta que el proyecto a estudiar es de uso público, se tienen en cuenta las dotaciones mencionadas en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Título B, correspondientes al uso mencionado.

Tabla 1. Dotación neta residencial según el nivel de complejidad del sistema

Tabla B.2.4 Consumo mínimo en comercios	
Tipo de Instalación	Consumo de Agua
Oficinas (cualquier tipo)	20 L/m ² /día

Por lo que para el proyecto se empleara una dotación de:

- ❖ Para Oficinas (cualquier tipo) 20 L/m²/día

3.1.2 Consumo

Los resultados de los cálculos de dotación y consumo del proyecto, así como el dimensionamiento de la acometida hidráulica se observa en la *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..*

Tabla 2. Cálculo de dotación y consumo de agua potable.

DISEÑO HIDRAULICO AGUA POTABLE							
Item	concepto	unidad	cantidad	Dotación		Consumo	
1	OFICINAS	Hab	1,739.1	L/alumno/jornada	20	34,783	L/día
Almacenamiento Total Consumo				días	1.00	34,783	L
2	Reserva S.C.I. Gabinetes Clase II	min	30.0	L/s	6.3	11,340	L/día
3	Rociadores	min	30.0	L/s	2.8	5,112	L/día
Total almacenamiento						51,235	L
DEFINITIVO RECOMENDADO				Días	1.0	51,250	L

CAUDALES TUBERIA DE ALIMENTACIÓN		
Volumen 1 día	m3	51.25
Tiempo llenado	horas	4.00
Q para volumen 1 día	l/s	3.56
Tiempo llenado	horas	6.00
Q para volumen 1 día	l/s	2.37
Tiempo llenado	horas	8
Q para volumen 1 día	l/s	1.78
Tiempo llenado	horas	12.00
Q para volumen 1 día	l/s	1.19

Total volumen consumo	51,250	l/día
Tiempo de alimentación tanque	8.00	horas
Caudal acometida suministro tanque	1.78	lts/s
Porcentaje tanque	100	%
Volumen tanque	51,250	L
VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE BAJO	51,250	L

ACOMETIDA		
QMD Llegada a tanque	1.78	lts/seg
Tiempo de llegada a tanque	8.00	horas
Velocidad estimada de salida (Asumida)	1.5	m/seg
Area tubería	0.001	m2
Diametro estimado	1.53	pulg
Diametro comercial	1 1/2	pulg
Velocidad real de salida	1.56	m/seg
Perdida de carga	0.05	m/m

MEDIDOR			VALIDACIÓN	
Diametro	1	pulg	Long. Tubería [m]	4.13
Caudal nominal	1.94	L/s	Perdida de Carga [m]	0.214
Perdidas (J)	8.4185354	m	Presión Disponible [mca]	20
			Presión total	11.37

3.1.3 Dimensionamiento del Tanque

El proyecto cuenta con tanques de almacenamiento de agua potable, los tanques bajos, serán enterrados y estará ubicado una zona destinada dentro del proyecto. El resultado del diseño hidráulico para un almacenamiento del 100%.

El tanque bajo deberá tener las siguientes consideraciones:

- ❖ El acceso al tanque deberá ser superior. Deberá construirse una escalera preferiblemente en Fibra de Vidrio Reforzada - PRFV, para evitar oxidación.
- ❖ Realizar una limpieza periódica del mismo por lo menos 1 vez cada 6 meses.

Si la firma contratista desea, implementar otro tipo de tanque de almacenamiento, deberá respetar las dimensiones y volúmenes del tanque presentado en este estudio; al igual que deberá informar al Consultor sobre los cambios, para hacer el respectivo ajuste en el diseño; de lo contrario, el diseñador no será responsable por el mal funcionamiento del sistema.

Tabla 3. Dimensionamiento Tanque Bajo Existente.

DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO TANQUE DE ALMACENAMIENTO EXISTENTE		
Almacenamiento Tanque	51,250	L
Tiempo de alimentación tanque	8.00	horas
Caudal acometida suministro tanque	1.78	lts/s
Porcentaje tanque bajo	100%	
VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE BAJO	51.25	m3

DIMENSIONAMIENTO TANQUE DE ALMACENAMIENTO				
Volumen requerido	51.25	m3		
Numero de modulos	1.00	und		
Volumen por modulo	51.25	m3		
Altura efectiva + BL	2.20	m	Calculado	
Sumergencia (agua minima s/succión)	0.50	m	(a)	
Altura efectiva (altura util)	1.90	m		
Borde libre superior	0.30	m	(0,15+Øreb+0,10)	
Caida por pendiente longitudinal (Sw=2.0%)	0.00	m	(b)	
Altura cajon lodos	0.00	m		
Altura total interna	2.20	m		
Area horizontal	26.97	m2		
Sección Defina				
Área superficial (Definido)	27.52		m2	
Altura efectiva (altura util)	1.90		m	
Volumen útil	52.28	m3 ok	m3	

3.1.4 Cálculos hidráulicos de redes internas

Con base en la ubicación de los aparatos, se realiza el trazado de tuberías y el esquema isométrico de distribución de agua potable, determinando la longitud de las tuberías, tanto horizontales como verticales, de todos los tramos requeridos, según el diseño arquitectónico del proyecto. Para el dimensionamiento de la red, se emplean las ecuaciones correspondientes al diseño de tuberías simples a presión, por medio de hojas electrónicas creadas en Excel.

3.1.5 Cálculo de caudales

Para el cálculo de caudales se usó el método de unidades de descargas Hunter Modificado (Roy B Hunter), adoptado por la norma técnica colombiana NTC 1500, en la cual se encuentran registradas las unidades de descarga por aparato sanitario según su uso (privado, público).

El caudal máximo probable se estima en términos de las unidades de consumo, para lo cual Rodríguez (2005) presenta las siguientes ecuaciones:

Para unidades de consumo entre $3 < UC < 240$:

$$Q = 0.1163[UC]^{0.6875}, \text{ para aparatos comunes}$$

$$Q = 0.7243[UC]^{0.384}, \text{ para aparatos con fluxómetro}$$

Para unidades de consumo entre $241 < UC < 1000$:

$$Q = 0.074[UC]^{0.7504}, \text{ para aparatos comunes}$$

$$Q = 0.3356[UC]^{0.5281}, \text{ para aparatos con fluxómetro}$$

- Determinación del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal de cálculo y de la velocidad (entre 0,50 y 2,00 m/s)
- Evitar velocidades altas, para anular ruidos molestos en la red de distribución
- La presión en punto de consumo debe superior a los valores mínimos exigidos e inferiores a los valores máximos. La presión disponible es la que se obtiene descontando a la presión inicial de la red (total) la altura geométrica y las pérdidas de presión del circuito
- En el caso que la presión excede los valores máximos se pondrá un reductor de presión en el tramo.

- Existen Aparatos cuyo consumo es muy esporádico y para efectos de cálculos no se consideran como una carga, tal es el caso de la salida para la lava traperos, neveras, así como las salidas para el lavado del shut de basuras y para uso general.

3.1.6 Pérdida de carga por fricción

En cálculo de las pérdidas de energía debidas a la fricción en una tubería o conducto cilíndrico largo, con un interior de diámetro continuo, debe hacerse mediante el uso de la ecuación de Darcy – Weisbach, mostrada a continuación:

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Donde,

f = Factor de fricción.

L = Longitud de la tubería [m].

D = Diámetro de la tubería [m].

v = Velocidad media del fluido [m/s].

g = Aceleración de la gravedad [m/s²].

Para el uso de la ecuación mencionada es necesario tener en cuenta lo siguiente:

El coeficiente de fricción de Darcy, f, para tuberías de sección circular se obtiene utilizando las siguientes ecuaciones:

Flujo Laminar (Re menor que 2000)

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

Tomando las siglas Re como el número de Reynolds [-].

- ❖ El coeficiente de fricción de Darcy, f , para tuberías de sección circular con régimen de flujo Turbulento (Re mayor que 4000), desde flujo hidráulicamente liso a flujo hidráulicamente rugoso, está dado por la ecuación de Colebrook and White.

Flujo Laminar (Re mayor que 4000)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left[\frac{K_s}{3.7D} + \frac{2.51v}{VD\sqrt{f}} \right]$$

Donde,

K_s = Rugosidad absoluta de la tubería [m].

ν = Viscosidad cinemática [m^2/seg]. Estimada con la siguiente ecuación

$$\nu = \left(\frac{0.436}{23.3 + T_{min}} \right) = \left(\frac{0.436}{23.3 + 20} \right) = 0.000000903 \left[\frac{m^2}{s} \right]$$

El diseño debe evitar, para todas las condiciones normales de operación, la operación de la línea de conducción para flujos en la zona de transición ($2000 < Re < 4000$).

Una de las variables requeridas para el cálculo de pérdidas de carga por fricción en las tuberías es la rugosidad absoluta (K_s), la cual depende del material de la tubería; en la Tabla 4 se observa el valor de dicho datos para distintos materiales, estos corresponden a tuberías nuevas, teniendo en cuenta su relación y dependencia con los siguientes factores: el material del cual están hechos los tubos, el proceso de fabricación de los tubos y el tiempo de servicio de ésta.

Tabla 4. Valores de rugosidad absoluta.

Material	Rugosidad absoluta k_s (mm)
Acero brizado	0.9-9
Acero comercial	0.45
Acero galvanizado	0.15
Concreto	0.3-3
Concreto bituminoso	0.25
CCP	0.12
Hierro forjado	0.06
Hierro fundido	0.15
Hierro dúctil (1)	0.25
Hierro galvanizado	0.15
Hierro dulce asfaltado	0.12
GRP	0.030
Polietileno	0.007
PVC	0.0015

*Fuente: REPÚBLICA DE COLOMBIA MINISTERIO DE DESARROLLO
ECONÓMICO DIRECCIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO.*

RAS 2000. Pág. B101, numeral B.6.4.4.3. Bogotá, NOVIEMBRE DE 2.000

3.1.7 Pérdida de carga por accesorios

Para el cálculo de las pérdidas por accesorios se hizo uso del método de longitudes equivalentes; una tubería que cuenta con diversos accesorios (codos, tees, válvulas, reducciones, etc.) y otras características, bajo el punto de vista de carga, equivale a una tubería rectilínea de mayor longitud. En esta simple idea se basa el método para la consideración de las pérdidas locales, de gran utilidad en la práctica. Este método consiste en sumar a la longitud del tubo, para el cálculo, longitudes que correspondan a la misma pérdida de carga que causarían los accesorios existentes en la tubería; a cada accesorio le corresponde una longitud adicional, teniendo en consideración todos los accesorios y demás causas de pérdidas, se llega a una longitud total.

En la Tabla 5 Se observan los valores de longitud equivalente tomados para los accesorios más usados.

Tabla 5. Valores de longitud equivalente para cada accesorio.

ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
AMPLIACIO N Ø½	0.15	0.30
AMPLIACIO N Ø1	0.31	0.17
AMPLIACIO N Ø10	3.10	0.10
AMPLIACIO N Ø1¼	0.38	0.10
AMPLIACIO N Ø1½	0.46	0.17
AMPLIACIO N Ø12	3.72	0.10
AMPLIACIO N Ø14	4.34	0.10
AMPLIACIO N Ø2	0.61	0.17
AMPLIACIO N Ø2½	0.76	0.10
AMPLIACIO N Ø3	0.91	0.17
AMPLIACIO N Ø3/4	0.23	0.16
AMPLIACIO N Ø4	0.22	0.32
AMPLIACIO N Ø6	0.80	0.17
AMPLIACIO N Ø8	2.40	0.17
C45 Ø½	0.20	0.42

ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
C45 Ø1	0.40	0.42
C45 Ø10	3.80	0.42
C45 Ø1¼	0.50	0.42
C45 Ø1½	0.60	0.42
C45 Ø12	4.60	0.42
C45 Ø14	5.30	0.42
C45 Ø2	0.80	0.42
C45 Ø2½	0.90	0.42
C45 Ø3	1.20	0.42
C45 Ø3/4	0.30	0.42
C45 Ø4	1.50	0.42
C45 Ø6	2.30	0.42
C45 Ø8	3.00	0.42
C90 RC Ø½	0.50	0.90
C90 RC Ø1	0.80	0.90
C90 RC Ø10	7.90	0.90
C90 RC Ø1¼	1.10	0.90
C90 RC Ø1½	1.30	0.90
C90 RC Ø12	9.50	0.90
C90 RC Ø14	10.50	0.90
C90 RC Ø2	1.70	0.90
C90 RC Ø2½	2.00	0.90
C90 RC Ø3	2.50	0.90
C90 RC Ø3/4	0.70	0.90

ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
C90 RC Ø4	3.40	0.90
C90 RC Ø6	4.90	0.90
C90 RC Ø8	6.40	0.90
C90 RL Ø½	0.30	0.60
C90 RL Ø1	0.50	0.60
C90 RL Ø10	5.50	0.60
C90 RL Ø1¼	0.70	0.60
C90 RL Ø1½	0.90	0.60
C90 RL Ø12	6.10	0.60
C90 RL Ø14	7.30	0.60
C90 RL Ø2	1.10	0.60
C90 RL Ø2½	1.30	0.60
C90 RL Ø3	1.60	0.60
C90 RL Ø3/4	0.40	0.60
C90 RL Ø4	2.10	0.60
C90 RL Ø6	2.70	0.60
C90 RL Ø8	4.30	0.60
C90 RM Ø½	0.40	0.80
C90 RM Ø1	0.70	0.80
C90 RM Ø10	6.70	0.80
C90 RM Ø1¼	0.90	0.80



ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
C90 RM Ø1½	1.10	0.80
C90 RM Ø12	7.90	0.80
C90 RM Ø14	9.50	0.80
C90 RM Ø2	1.40	0.80
C90 RM Ø2½	1.70	0.80
C90 RM Ø3	2.10	0.80
C90 RM Ø3/4	0.60	0.80
C90 RM Ø4	2.80	0.80
C90 RM Ø6	4.30	0.80
C90 RM Ø8	5.50	0.80
CURVA 45 Ø½	0.20	0.42
CURVA 45 Ø1	0.20	0.42
CURVA 45 Ø10	1.80	0.42
CURVA 45 Ø1¼	0.30	0.42
CURVA 45 Ø1½	0.30	0.42
CURVA 45 Ø12	2.20	0.42
CURVA 45 Ø14	2.50	0.42

ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
CURVA 45 Ø2	0.40	0.42
CURVA 45 Ø2½	0.50	0.42
CURVA 45 Ø3	0.60	0.42
CURVA 45 Ø3/4	0.20	0.42
CURVA 45 Ø4	0.70	0.42
CURVA 45 Ø6	1.10	0.42
CURVA 45 Ø8		0.42
EB Ø½	0.20	0.90
EB Ø1	0.30	0.90
EB Ø10	4.50	0.90
EB Ø1¼	0.40	0.90
EB Ø1½	0.50	0.90
EB Ø12	5.50	0.90
EB Ø14	6.20	0.90
EB Ø2	0.70	0.90
EB Ø2½	0.90	0.90
EB Ø3	1.10	0.90
EB Ø3/4	0.20	0.90
EB Ø4	1.60	0.90
EB Ø6	2.50	0.90
EB Ø8	3.50	0.90
EN Ø½	0.20	0.50
EN Ø1	0.20	0.50

ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
EN Ø10	1.80	0.50
EN Ø1¼	0.30	0.50
EN Ø1½	0.30	0.50
EN Ø12	2.20	0.50
EN Ø14	2.50	0.50
EN Ø2	0.40	0.50
EN Ø2½	0.50	0.50
EN Ø3	0.60	0.50
EN Ø3/4	0.20	0.50
EN Ø4	0.70	0.50
EN Ø6	1.10	0.50
EN Ø8	1.50	0.50
REDUCCIO N Ø½	0.08	0.00
REDUCCIO N Ø1 x ½	0.15	0.37
REDUCCIO N Ø1 x 3/4	0.15	0.37
REDUCCIO N Ø10	1.50	0.14
REDUCCIO N Ø1¼ x ½	0.19	0.14
REDUCCIO N Ø1¼ x 3/4	0.19	0.14
REDUCCIO N Ø1¼ x 1	0.19	0.14
REDUCCIO N Ø1½ x ½	0.23	0.07
REDUCCIO N Ø1½ x 3/4	0.23	0.07





ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
REDUCCIO N Ø1½ x 1	0.23	0.07
REDUCCIO N Ø1½ x 1¼	0.23	0.07
REDUCCIO N Ø12	1.80	0.07
REDUCCIO N Ø14	2.10	0.07
REDUCCIO N Ø2 x ½	0.31	0.17
REDUCCIO N Ø2 x ¾	0.31	0.17
REDUCCIO N Ø2 x 1	0.31	0.17
REDUCCIO N Ø2 x 1¼	0.31	0.17
REDUCCIO N Ø2 x 1½	0.31	0.17
REDUCCIO N Ø2½ x 1½	0.38	0.14
REDUCCIO N Ø2½ x 2	0.38	0.14
REDUCCIO N Ø3 x 2	0.46	0.23
REDUCCIO N Ø3 x 2½	0.46	0.23
REDUCCIO N Ø¾ x ½	0.11	0.23
REDUCCIO N Ø4 x 2	0.61	0.14

ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
REDUCCIO N Ø4 x 2½	0.61	0.14
REDUCCIO N Ø4 x 3	0.61	0.14
REDUCCIO N Ø6 x 4	0.91	0.23
REDUCCIO N Ø8 x 4	1.22	0.14
REDUCCIO N Ø8 x 6	1.22	0.14
SALIDA TUB Ø½	0.40	1.00
SALIDA TUB Ø1	0.70	1.00
SALIDA TUB Ø10	7.50	1.00
SALIDA TUB Ø1¼	0.90	1.00
SALIDA TUB Ø1½	1.00	1.00
SALIDA TUB Ø12	9.00	1.00
SALIDA TUB Ø14	11.00	1.00
SALIDA TUB Ø2	1.50	1.00
SALIDA TUB Ø2½	1.90	1.00
SALIDA TUB Ø3	2.20	1.00

ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
SALIDA TUB Ø¾	0.50	1.00
SALIDA TUB Ø4	3.20	1.00
SALIDA TUB Ø6	5.00	1.00
SALIDA TUB Ø8	6.00	1.00
TPD Ø½	0.30	0.30
TPD Ø1	0.50	0.30
TPD Ø1 x ¾	0.50	0.30
TPD Ø1 x ½	0.50	0.30
TPD Ø10	5.50	0.30
TPD Ø1¼	0.70	0.30
TPD Ø1½	0.90	0.30
TPD Ø12	6.10	0.30
TPD Ø14	7.50	0.30
TPD Ø2	1.10	0.30
TPD Ø2½	1.30	0.30
TPD Ø3	1.60	0.30
TPD Ø¾	0.40	0.30
TPD Ø¾ x ½	0.40	0.30
TPD Ø4	2.10	0.30
TPD Ø6	3.40	0.30
TPD Ø8	4.30	0.30
TPL Ø½	1.00	1.80
TPL Ø1	1.70	1.80



ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
TPL Ø1 x 3/4	0.50	0.30
TPL Ø1 x 1/2	0.50	0.30
TPL Ø10	16.00	1.80
TPL Ø1 1/4	2.30	1.80
TPL Ø1 1/2	2.80	1.80
TPL Ø12	19.00	1.80
TPL Ø14	22.00	1.80
TPL Ø2	3.50	1.80
TPL Ø2 1/2	4.30	1.80
TPL Ø3	5.20	1.80
TPL Ø3/4	1.40	1.80
TPL Ø3/4 x 1/2	1.40	1.80
TPL Ø4	6.70	1.80
TPL Ø6	10.00	1.80
TPL Ø8	13.00	1.80
VAL ANGULO AB Ø1/2	2.60	5.00
VAL ANGULO AB Ø1	4.60	5.00
VAL ANGULO AB Ø10	43.00	5.00
VAL ANGULO AB Ø1 1/4	5.60	5.00

ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
VAL ANGULO AB Ø1 1/2	6.70	5.00
VAL ANGULO AB Ø12	51.00	5.00
VAL ANGULO AB Ø14	60.00	5.00
VAL ANGULO AB Ø2	8.50	5.00
VAL ANGULO AB Ø2 1/2	10.00	5.00
VAL ANGULO AB Ø3	13.00	5.00
VAL ANGULO AB Ø3/4	3.60	5.00
VAL ANGULO AB Ø4	17.00	5.00
VAL ANGULO AB Ø6	26.00	5.00
VAL ANGULO AB Ø8	34.00	5.00

ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
VAL CHEQUE LEVE Ø1/2	1.10	2.50
VAL CHEQUE LEVE Ø1	2.10	2.50
VAL CHEQUE LEVE Ø10	20.00	2.50
VAL CHEQUE LEVE Ø1 1/4	2.70	2.50
VAL CHEQUE LEVE Ø1 1/2	3.20	2.50
VAL CHEQUE LEVE Ø12	24.00	2.50
VAL CHEQUE LEVE Ø14	28.00	2.50
VAL CHEQUE LEVE Ø2	4.20	2.50
VAL CHEQUE LEVE Ø2 1/2	5.20	2.50
VAL CHEQUE LEVE Ø3	6.30	2.50





ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
VAL CHEQUE LEVE Ø3/4	1.60	2.50
VAL CHEQUE LEVE Ø4	8.40	2.50
VAL CHEQUE LEVE Ø6	12.50	2.50
VAL CHEQUE LEVE Ø8	16.00	2.50
VAL CHEQUE PESADO Ø½	1.60	4.00
VAL CHEQUE PESADO Ø1	3.20	4.00
VAL CHEQUE PESADO Ø10	32.00	4.00
VAL CHEQUE PESADO Ø1¼	4.00	4.00
VAL CHEQUE PESADO Ø1½	4.80	4.00

ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
VAL CHEQUE PESADO Ø12	38.00	4.00
VAL CHEQUE PESADO Ø14	45.00	4.00
VAL CHEQUE PESADO Ø2	6.40	4.00
VAL CHEQUE PESADO Ø2½	8.10	4.00
VAL CHEQUE PESADO Ø3	9.70	4.00
VAL CHEQUE PESADO Ø3/4	2.40	4.00
VAL CHEQUE PESADO Ø4	12.90	4.00
VAL CHEQUE PESADO Ø6	19.30	4.00
VAL CHEQUE PESADO Ø8	25.00	4.00

ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
VALV COMP AB Ø½	0.40	0.20
VALV COMP AB Ø1	0.70	0.20
VALV COMP AB Ø10	7.50	0.20
VALV COMP AB Ø1¼	0.90	0.20
VALV COMP AB Ø1½	1.00	0.20
VALV COMP AB Ø12	9.00	0.20
VALV COMP AB Ø14	11.00	0.20
VALV COMP AB Ø2	1.50	0.20
VALV COMP AB Ø2½	1.90	0.20
VALV COMP AB Ø3	2.20	0.20





ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
VALV COMP AB Ø3/4	0.50	0.20
VALV COMP AB Ø4	3.20	0.20
VALV COMP AB Ø6	5.00	0.20
VALV COMP AB Ø8	6.00	0.20
VAL GLOBO AB Ø½	4.90	10.0 0
VAL GLOBO AB Ø1	8.20	10.0 0
VAL GLOBO AB Ø10	85.00	10.0 0
VAL GLOBO AB Ø1¼	11.30	10.0 0
VAL GLOBO AB Ø1½	13.40	10.0 0
VAL GLOBO AB Ø12	102.00	10.0 0

ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
VAL GLOBO AB Ø14	120.00	10.0 0
VAL GLOBO AB Ø2	17.40	10.0 0
VAL GLOBO AB Ø2½	21.00	10.0 0
VAL GLOBO AB Ø3	26.00	10.0 0
VAL GLOBO AB Ø3/4	6.70	10.0 0
VAL GLOBO AB Ø4	34.00	10.0 0
VAL GLOBO AB Ø6	51.00	10.0 0
VAL GLOBO AB Ø8	67.00	10.0 0
VAL PIE COLAD Ø½	3.60	10.0 0
VAL PIE COLAD Ø1	7.30	10.0 0
VAL PIE COLAD Ø10	65.00	10.0 0
VAL PIE COLAD Ø1¼	10.00	10.0 0

ACCESORIO	LON EQUIV	Km
	[m]	
VAL PIE COLAD Ø1½	11.60	10.0 0
VAL PIE COLAD Ø12	78.00	10.0 0
VAL PIE COLAD Ø14	90.00	10.0 0
VAL PIE COLAD Ø2	14.00	10.0 0
VAL PIE COLAD Ø2½	17.00	10.0 0
VAL PIE COLAD Ø3	20.00	10.0 0
VAL PIE COLAD Ø3/4	5.60	10.0 0
VAL PIE COLAD Ø4	23.00	10.0 0
VAL PIE COLAD Ø6	39.00	10.0 0
VAL PIE COLAD Ø8	52.00	10.0 0

3.2 DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

El proyecto contempla la distribución a los aparatos desde el tanque de almacenamiento existente, los cuales distribuirán el agua potable por impulsión, directamente hasta cada uno de los aparatos hidráulicos. En la Figura 14 a la Figura 18, Se observa el trazado proyectado para el suministro de agua potable al proyecto.

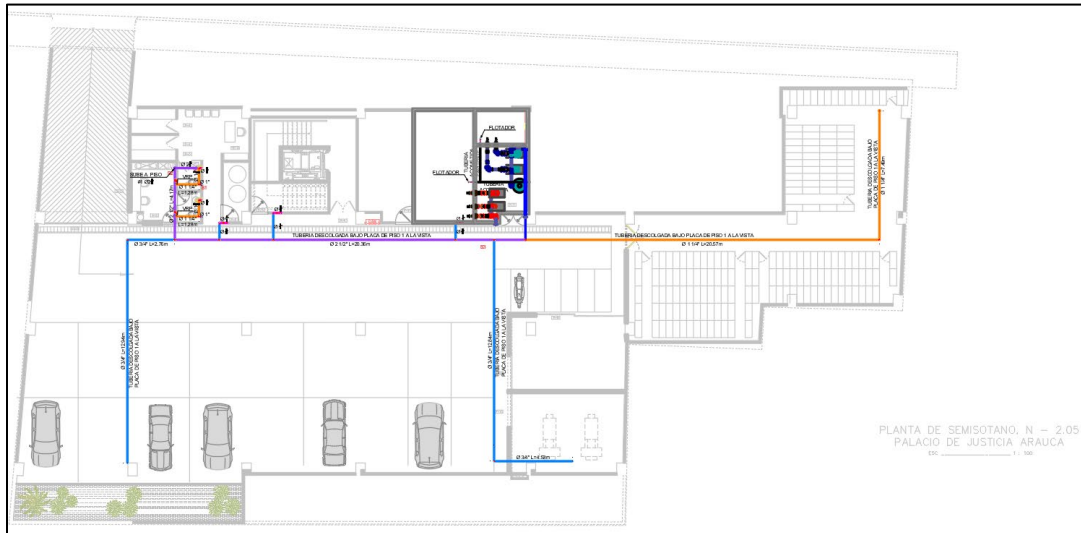


Figura 14. Trazado agua potable, en planta de sótano.

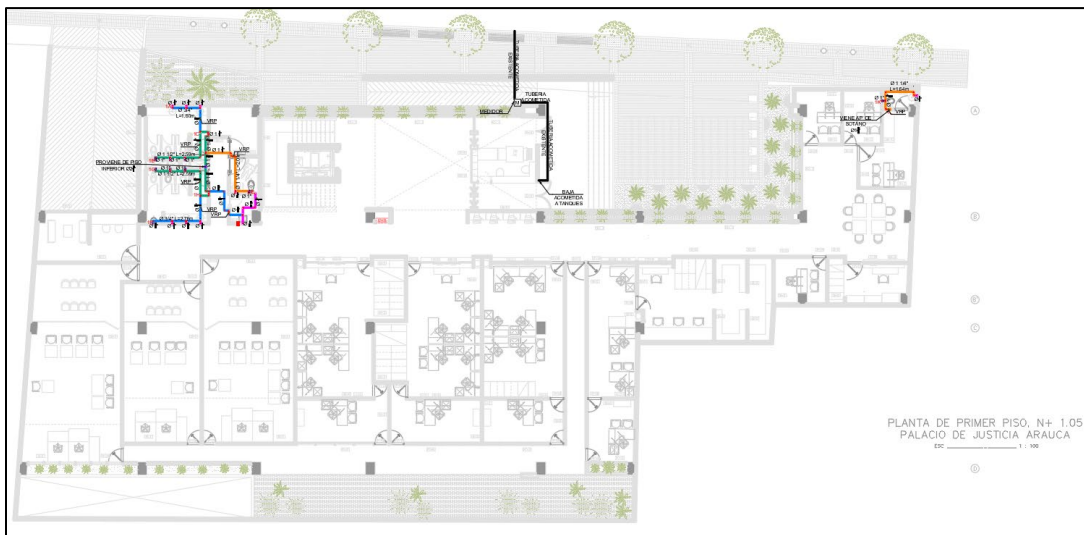


Figura 15. Trazado agua potable, en planta primer piso.

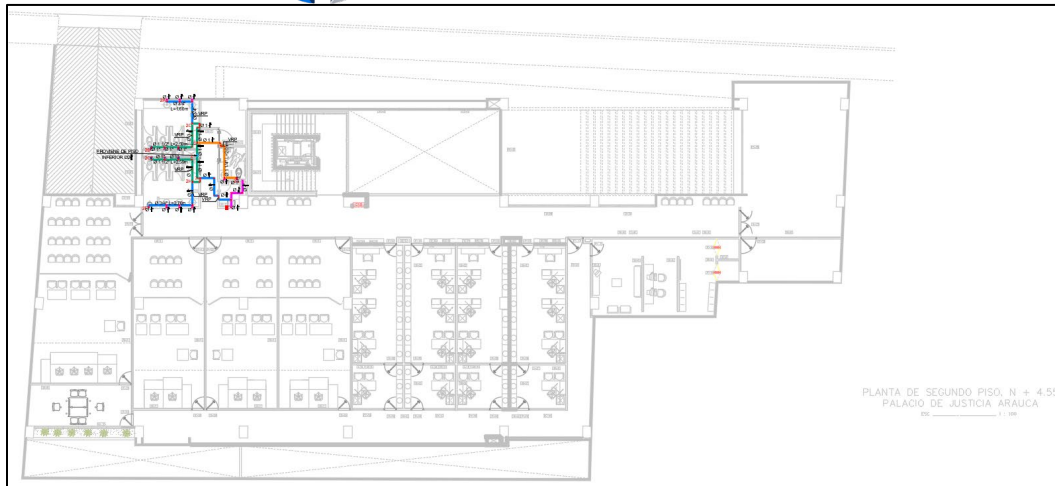


Figura 16. Trazado agua potable, en planta segundo piso.

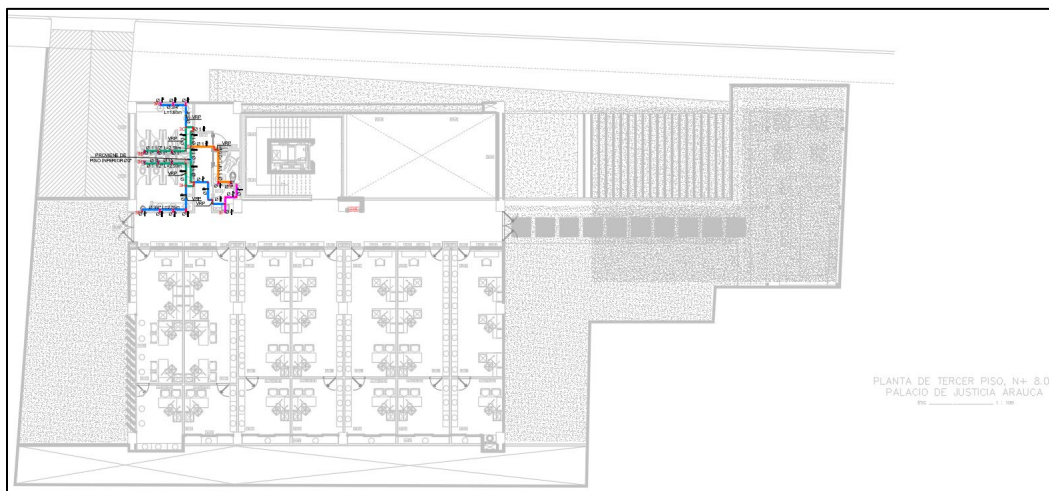


Figura 17.. Trazado agua potable, en planta tercer piso.

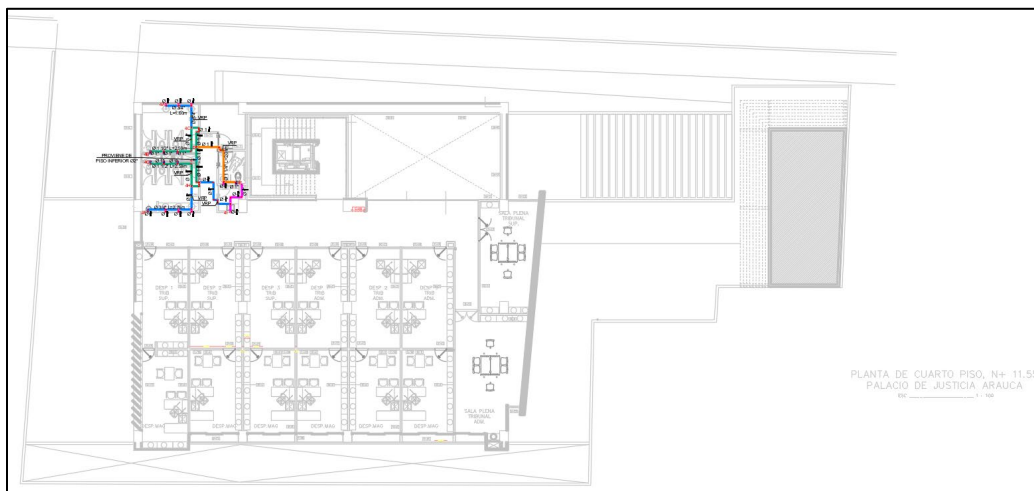


Figura 18. Trazado agua potable, en planta cuarto piso.

3.2.1 Dotación Utilizada por Aparatos o Unidades de Consumo

Se utilizará las unidades de abasto presentadas por el método de Hunter modificado, tanto para aparatos de uso público como para uso privado, los cuales fueron tomados de normas técnicas y libros de consulta como:

- ❖ Código Colombiano de Fontanería Norma ICONTEC 1500
- ❖ Instalaciones Hidráulicas Sanitarias y de Gas en edificaciones del Ing. Rafael Pérez Carmona.

Tabla 6. Unidades de consumo para aparatos, método Hunter Modificado.

Aparato	Uso	Tipo de control de suministro	Valores de carga en unidades de aparato de suministro de agua (w.s.f.u)		
			Fría	Caliente	Total
Grupo de baño	Privado	Sanitario de tanque	2.7	1.5	3.6
Grupo de baño	Privado	Válvula de fluxómetro	6.0	3.0	8.0
Bañera	Privado	Grifo	1.0	1.0	1.4
Bañera	Público	Grifo	3.0	3.0	4.0
Bidé	Privado	Grifo	1.5	1.5	2.0
Accesorio de combinación	Privado	Grifo	2.25	2.25	3.0
Lavavajillas	Privado	Automático	-	1.4	1.4
Bebedores	Oficinas, etc.	Válvula 3/8 pulgadas	0.25	-	0.25
Lavaplatos	Privado	Grifo	1.0	1.0	1.4
Lavaplatos	Hotel, restaurante	Grifo	3.0	3.0	4.0
1.4Bandeja para el la0.7vado de ropa (1 a 3)	Privado	Grifo	1.0	1.0	1.4
Lavamanos	Privado	Grifo	0.5	0.5	0.7
Lavamanos	Público	Grifo	1.5	1.5	2.0
Poceta de servicio	Oficinas, etc.	Grifo	2.25	2.25	3.0
Regadera	Público	Válvula mezcladora	3.0	3.0	4.0
Regadera	Privado	Válvula mezcladora	1.0	1.0	1.4
Orinal	Público	Válvula de fluxómetro 1 pulgada	10.0	-	10.0
Orinal	Público	Válvula de fluxómetro ¾ pulgada	5.0	-	5.0
Orinal	Público	Tanque de descarga	3.0	-	3.0
Lavadoras automáticas para ropa (8 lb)	Privado	Automático	1.0	1.0	1.4
Lavadoras automáticas para ropa (8 lb)	Público	Automático	2.25	2.25	3.0
Lavadoras automáticas para ropa (15 lb)	Público	Automático	3.0	3.0	4.0
Inodoro	Privado	Válvula fluxómetro	6.0	-	6.0
Inodoro	Privado	Válvula fluxómetro	2.2	-	2.2
Inodoro	Público	Válvula fluxómetro	10.0	-	10.0
Inodoro	Público	Válvula fluxómetro	5.0	-	5.0
Inodoro	Público o privado	Tanque fluxómetro	2.0	-	2.0

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

Fuente: NTC 1500 (Cuarta edición)

Las unidades de consumo usadas para el presente proyecto, se observan en la **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 7. Unidades de Consumo, proyecto a estudiar.

❖ Cuarto piso

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
4A-4C	Lavamanos	2	3	6
	Total=		3	6

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø½	1	0.4	0.4
TPD Ø½	2	0.3	0.6
Σ =			1

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
4B-4C	Sanitario Fluxómetro	6	3	18
	Total=		3	18

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø1	1	0.7	0.7
C90 RM Ø1¼	1	0.9	0.9
REDUCCION Ø1¼ x 1	1	0.19	0.19
REDUCCION Ø1¼ x ½	1	0.19	0.19
TPD Ø1¼	3	0.7	2.1
Σ =			4.08

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
4C-4D	Lavamanos	2	3	6
	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Total=		6	24

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPD Ø1¼	1	0.7	0.7
Σ =			0.7

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
4E-4D	Lavamanos	2	1	2
	Sanitario Fluxometro	6	1	6
	Total=		2	8

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø1	6	0.7	4.2
TPD Ø1	1	0.5	0.5
VALV COMP AB Ø1	1	0.7	0.7
Σ =			5.4

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
4D-4	Lavamanos	2	4	8
	Sanitario Fluxometro	6	4	24
	Total=		8	32

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPD Ø1	1	0.5	0.5
Σ =			0.5

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
-------	---------	-------------------	----------	------------

4F-4H	Lavamanos	2	3	6
	Orinal	2	1	2
	Total=		4	8

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø3/4	1	0.6	0.6
REDUCCION Ø3/4 x ½	1	0.11	0.11
TPD Ø3/4	3	0.4	1.2
REDUCCION Ø1¼ x 3/4	1	0.19	0.19
Σ =			2.1

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
4G-4H	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Total=		3	18

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø1¼	2	0.9	1.8
REDUCCION Ø1¼ x 1	1	0.19	0.19
TPD Ø1	1	0.5	0.5
TPD Ø1¼	2	0.7	1.4
Σ =			3.89

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
4H-4J	Lavamanos	2	3	6
	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Orinal	2	1	2
	Total=		7	26

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
REDUCCION Ø1¼ x 1	3	0.19	0.57
TPD Ø1¼	1	0.7	0.7
VALV COMP AB Ø½	1	0.4	0.4
Σ =			1.67

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
4I-4J	Lavaplatos	4	1	4
	Llave Aseo	1	1	1
	Total=		2	5

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø3/4	6	0.6	3.6
REDUCCION Ø3/4 x ½	1	0.11	0.11
VALV COMP AB Ø3/4	1	0.5	0.5
TPD Ø3/4	1	0.4	0.4
REDUCCION Ø1¼ x 3/4	1	0.19	0.19
Σ =			4.8

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
4J-4	Lavamanos	2	3	6
	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Orinal	2	1	2
	Lavaplatos	4	1	4
	Llave Aseo	1	1	1
	Total=		9	31

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPL Ø1¼	1	2.3	2.3
$\Sigma =$			2.3

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
4-3	Lavamanos	2	7	14
	Sanitario Fluxometro	6	7	42
	Orinal	2	1	2
	Lavaplatos	4	1	4
	Llave Aseo	1	1	1
Total=			17	63

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPL Ø1½	1	2.8	2.8
$\Sigma =$			2.8

❖ Tercer piso

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
3A-3C	Lavamanos	2	3	6
	Total=		3	6

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø½	1	0.4	0.4
TPD Ø½	2	0.3	0.6
$\Sigma =$			1

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
3B-3C	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Total=		3	18

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø1	1	0.7	0.7
C90 RM Ø1¼	1	0.9	0.9
REDUCCION Ø1¼ x 1	1	0.19	0.19
REDUCCION Ø1¼ x ½	1	0.19	0.19
TPD Ø1¼	3	0.7	2.1
$\Sigma =$			4.08

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
3C-3D	Lavamanos	2	3	6
	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Total=		6	24

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPD Ø1¼	1	0.7	0.7
$\Sigma =$			0.7

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
3E-3D	Lavamanos	2	1	2
	Sanitario Fluxometro	6	1	6

	Total=	2	8
--	---------------	----------	----------

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø1	6	0.7	4.2
TPD Ø1	1	0.5	0.5
VALV COMP AB Ø1	1	0.7	0.7
Σ =			5.4

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
3D-3	Lavamanos	2	4	8
	Sanitario Fluxometro	6	4	24
	Total=		8	32

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPD Ø1	1	0.5	0.5
Σ =			0.5

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
3F-3H	Lavamanos	2	3	6
	Orinal	2	1	2
	Total=		4	8

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø3/4	1	0.6	0.6
REDUCCION Ø3/4 x 1/2	1	0.11	0.11
TPD Ø3/4	3	0.4	1.2
REDUCCION Ø1¼ x 3/4	1	0.19	0.19
Σ =			2.1

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
3G-3H	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Total=		3	18

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø1¼	2	0.9	1.8
REDUCCION Ø1¼ x 1	1	0.19	0.19
TPD Ø1	1	0.5	0.5
TPD Ø1¼	2	0.7	1.4
Σ =			3.89

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
3H-3J	Lavamanos	2	3	6
	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Orinal	2	1	2
	Total=		7	26

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
REDUCCION Ø1¼ x 1	3	0.19	0.57
TPD Ø1¼	1	0.7	0.7
VALV COMP AB Ø½	1	0.4	0.4
Σ =			1.67

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
3I-3J	Lavaplatos	4	1	4

	Llave Aseo	1	1	1
	Total=		2	5

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø3/4	6	0.6	3.6
REDUCCION Ø3/4 x 1/2	1	0.11	0.11
VALV COMP AB Ø3/4	1	0.5	0.5
TPD Ø3/4	1	0.4	0.4
REDUCCION Ø1¼ x 3/4	1	0.19	0.19
	Σ =		4.8

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
3J-3	Lavamanos	2	3	6
	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Orinal	2	1	2
	Lavaplatos	4	1	4
	Llave Aseo	1	1	1
	Total=		9	31

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPL Ø1¼	1	2.3	2.3
	Σ =		2.3

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
3-2	Lavamanos	2	14	28
	Sanitario Fluxometro	6	14	84
	Orinal	2	2	4
	Lavaplatos	4	2	8
	Llave Aseo	1	2	2
	Total=		34	126

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPL Ø2	1	3.5	3.5
	Σ =		3.5

❖ Segundo piso

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
2A-2C	Lavamanos	2	3	6
	Total=		3	6

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø½	1	0.4	0.4
TPD Ø½	2	0.3	0.6
	Σ =		1

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
2B-2C	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Total=		3	18

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø1	1	0.7	0.7



C90 RM Ø1¼	1	0.9	0.9
REDUCCION Ø1¼ x 1	1	0.19	0.19
REDUCCION Ø1¼ x ½	1	0.19	0.19
TPD Ø1¼	3	0.7	2.1
Σ =			4.08

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
2C-2D	Lavamanos	2	3	6
	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Total=		6	24

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPD Ø1¼	1	0.7	0.7
Σ =			0.7

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
2E-2D	Lavamanos	2	1	2
	Sanitario Fluxometro	6	1	6
	Total=		2	8

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø1	6	0.7	4.2
TPD Ø1	1	0.5	0.5
VALV COMP AB Ø1	1	0.7	0.7
Σ =			5.4

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
2D-1	Lavamanos	2	4	8
	Sanitario Fluxometro	6	4	24
	Total=		8	32

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPD Ø1	1	0.5	0.5
Σ =			0.5

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
2F-2H	Lavamanos	2	3	6
	Orinal	2	1	2
	Total=		4	8

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø3/4	1	0.6	0.6
REDUCCION Ø3/4 x ½	1	0.11	0.11
TPD Ø3/4	3	0.4	1.2
REDUCCION Ø1¼ x 3/4	1	0.19	0.19
Σ =			2.1

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
2G-2H	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Total=		3	18

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø1¼	2	0.9	1.8
REDUCCION Ø1¼ x 1	1	0.19	0.19





TPD Ø1	1	0.5	0.5
TPD Ø1¼	2	0.7	1.4
$\Sigma =$			3.89

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
2H-2J	Lavamanos	2	3	6
	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Orinal	2	1	2
	Total=		7	26

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
REDUCCION Ø1¼ x 1	3	0.19	0.57
TPD Ø1¼	1	0.7	0.7
VALV COMP AB Ø½	1	0.4	0.4
$\Sigma =$			1.67

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
2I-2J	Lavaplatos	4	1	4
	Llave Aseo	1	1	1
	Total=		2	5

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø3/4	6	0.6	3.6
REDUCCION Ø3/4 x ½	1	0.11	0.11
VALV COMP AB Ø3/4	1	0.5	0.5
TPD Ø3/4	1	0.4	0.4
REDUCCION Ø1¼ x 3/4	1	0.19	0.19
$\Sigma =$			4.8

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
2J-1	Lavamanos	2	3	6
	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Orinal	2	1	2
	Lavaplatos	4	1	4
	Llave Aseo	1	1	1
	Total=		9	31

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPL Ø1¼	1	2.3	2.3
$\Sigma =$			2.3

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
2-1	Lavamanos	2	21	42
	Sanitario Fluxometro	6	21	126
	Orinal	2	3	6
	Lavaplatos	4	3	12
	Llave Aseo	1	3	3
	Total=		51	189

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPL Ø2½	1	4.3	4.3
$\Sigma =$			4.3



❖ Primer piso

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
1A-1C	Lavamanos	2	3	6
	Total=		3	6

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø½	1	0.4	0.4
TPD Ø½	2	0.3	0.6
Σ =			1

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
1B-1C	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Total=		3	18

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø1	1	0.7	0.7
C90 RM Ø1¼	1	0.9	0.9
REDUCCION Ø1¼ x 1	1	0.19	0.19
REDUCCION Ø1¼ x ½	1	0.19	0.19
TPD Ø1¼	3	0.7	2.1
Σ =			4.08

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
1C-1D	Lavamanos	2	3	6
	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Total=		6	24

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPD Ø1¼	1	0.7	0.7
Σ =			0.7

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
1E-1D	Lavamanos	2	1	2
	Sanitario Fluxometro	6	1	6
	Total=		2	8

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø1	6	0.7	4.2
TPD Ø1	1	0.5	0.5
VALV COMP AB Ø1	1	0.7	0.7
Σ =			5.4

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
1D-S	Lavamanos	2	4	8
	Sanitario Fluxometro	6	4	24
	Total=		8	32

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPD Ø1	1	0.5	0.5
Σ =			0.5

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
1F-1H	Lavamanos	2	3	6



	Orinal	2	1	2
	Total=		4	8

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø3/4	1	0.6	0.6
REDUCCION Ø3/4 x ½	1	0.11	0.11
TPD Ø3/4	3	0.4	1.2
REDUCCION Ø1¼ x 3/4	1	0.19	0.19
Σ =			2.1

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
1G-1H	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Total=		3	18

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø1¼	2	0.9	1.8
REDUCCION Ø1¼ x 1	1	0.19	0.19
TPD Ø1	1	0.5	0.5
TPD Ø1¼	2	0.7	1.4
Σ =			3.89

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
1H-1J	Lavamanos	2	3	6
	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Orinal	2	1	2
	Total=		7	26

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
REDUCCION Ø1¼ x 1	3	0.19	0.57
TPD Ø1¼	1	0.7	0.7
VALV COMP AB Ø½	1	0.4	0.4
Σ =			1.67

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
1I-1J	Lavaplatos	4	1	4
	Llave Aseo	1	1	1
	Total=		2	5

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø3/4	6	0.6	3.6
REDUCCION Ø3/4 x ½	1	0.11	0.11
VALV COMP AB Ø3/4	1	0.5	0.5
TPD Ø3/4	1	0.4	0.4
REDUCCION Ø1¼ x 3/4	1	0.19	0.19
Σ =			4.8

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
1J-S	Lavamanos	2	3	6
	Sanitario Fluxometro	6	3	18
	Orinal	2	1	2
	Lavaplatos	4	1	4
	Llave Aseo	1	1	1
	Total=		9	31



Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPL Ø1¼	1	2.3	2.3
$\Sigma =$			2.3

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
1K-1L	Lavamanos	2	1	2
	Sanitario Fluxometro	6	1	6
	Total=		2	8

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPL Ø1	1	1.7	1.7
C90 RM Ø3/4	1	0.6	0.6
VALV COMP AB Ø1¼	1	0.9	0.9
$\Sigma =$			3.2

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
1-S	Lavamanos	2	28	56
	Sanitario Fluxometro	6	28	168
	Orinal	2	4	8
	Lavaplatos	4	4	16
	Llave Aseo	1	4	4
	Total=		68	252

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPL Ø2½	1	4.3	4.3
$\Sigma =$			4.3

❖ Sótano

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
S-S2	Lavamanos	2	28	56
	Sanitario Fluxometro	6	28	168
	Orinal	2	4	8
	Lavaplatos	4	4	16
	Llave Aseo	1	4	4
	Total=		68	252

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø2½	1	1.7	1.7
TPD Ø2½	1	1.3	1.3
$\Sigma =$			3

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
S1-S2	Lavamanos	2	2	4
	Sanitario Fluxometro	6	2	12
	Llave Aseo	1	1	1
	Total=		5	17

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø½	2	0.4	0.8
TPD Ø½	3	0.3	0.9



$\Sigma =$	1.7
------------	-----

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
S2-S3	Lavamanos	2	30	60
	Sanitario Fluxometro	6	30	180
	Orinal	2	4	8
	Lavaplatos	4	4	16
	Llave Aseo	1	8	8
	Total=		76	272

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
C90 RM Ø½	2	0.4	0.8
TPD Ø½	3	0.3	0.9
$\Sigma =$			1.7

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
S3-BOMBA SUCCION	Lavamanos	2	30	60
	Sanitario Fluxometro	6	30	180
	Orinal	2	4	8
	Lavaplatos	4	4	16
	Llave Aseo	1	8	8
	Total=		76	272

Accesorios	Cantidad	Long eq. PVC (m)	Long total (m)
TPL Ø2	1	3.5	3.5
C90 RM Ø2	7	1.4	9.8
REDUCCION Ø2 x 1½	1	0.31	0.31
VAL CHEQUE LEVE Ø2	1	4.2	4.2
VALV COMP AB Ø2	1	1.5	1.5
$\Sigma =$			19.31



Tabla 8. Sistema de bombeo de Agua Potable Proyectado.

CALCULO RED HIDRAULICA DISEÑO HIDRAULICO AGUA POTABLE DISEÑO DEL EQUIPO BOMBA				
Calculo NPSH				
NPSH = K – ADS				
Altura sobre el nivel del mar			132	m.s.n.m.
Para Facatativá		K =	7.62	m.c.a.
Altura dinámica de succión (ADS)		ADS=	0.40	m.c.a.
NPSH =		NPSH =	7.22	m.c.a.
ALTURA MAXIMA DE SUCCION				
AMS = 10.33 – (a+b+c+d+e+f)				
a) Perdida por altura sobre el nivel del mar (132 msnm)			0.165	m
b) Perdida por temperatura (33°C)			0.502	m
c) Perdida por depresiones barométricas (Steel)			0.360	m
d) Perdida por vacío imperfecto (Steel)			2.400	m
e) Perdida por fricción y accesorios J			0.086	m
f) Perdida por cabeza de velocidad (hv)			0.459	m
AMS =			6.36	m
ALTURA DINAMICA TOTAL POSITIVA				
ADT = Impulsión + Succión			ADT =	41.76 m.c.a.
CALCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA				
$P_{HP} = \frac{\gamma * ADT * Q}{76 * e}$	e=	0.59	-	P _{HP} = 6.03 H.P.
	Q=	6.48	L/s	P _{COMERCIAL} = 7.50 H.P.
		388.7	LPM	
		102.7	GPM	
NOTA = Se instalará 2 bombas de 7.5HP una para que una esté trabajando y se recomienda otra igual para ser utilizada en un daño de la primera o para ser utilizada por ciclos.				
Tamaño de la succión	2	Velocidad =	3600 rpm	NPSH requerido por la bomba = 2.44 m
Tamaño de la descarga	1 1/2	Comportamiento =	Bomba Centrífuga	NPSH disponible = 7.22 m
CUMPLE				
CALCULO SISTEMA HI-PRESS				
Para un rango de:		Presión de arranque=	70 PSI	49.295775 m
		Presión de apagado=	90 PSI	63.380282 m
				4.763216995 Atm
				6.124136136 Atm
Vol Tanque = 0.65 * Presion apagado (psi) * $\sqrt{Q}$ bomba				Volumen Del tanque = 592.87 Lts
				750 Lts
Se propone utilizar un tanque con capacidad de 750 L y una presión de trabajo de 70 -90 PSI.				

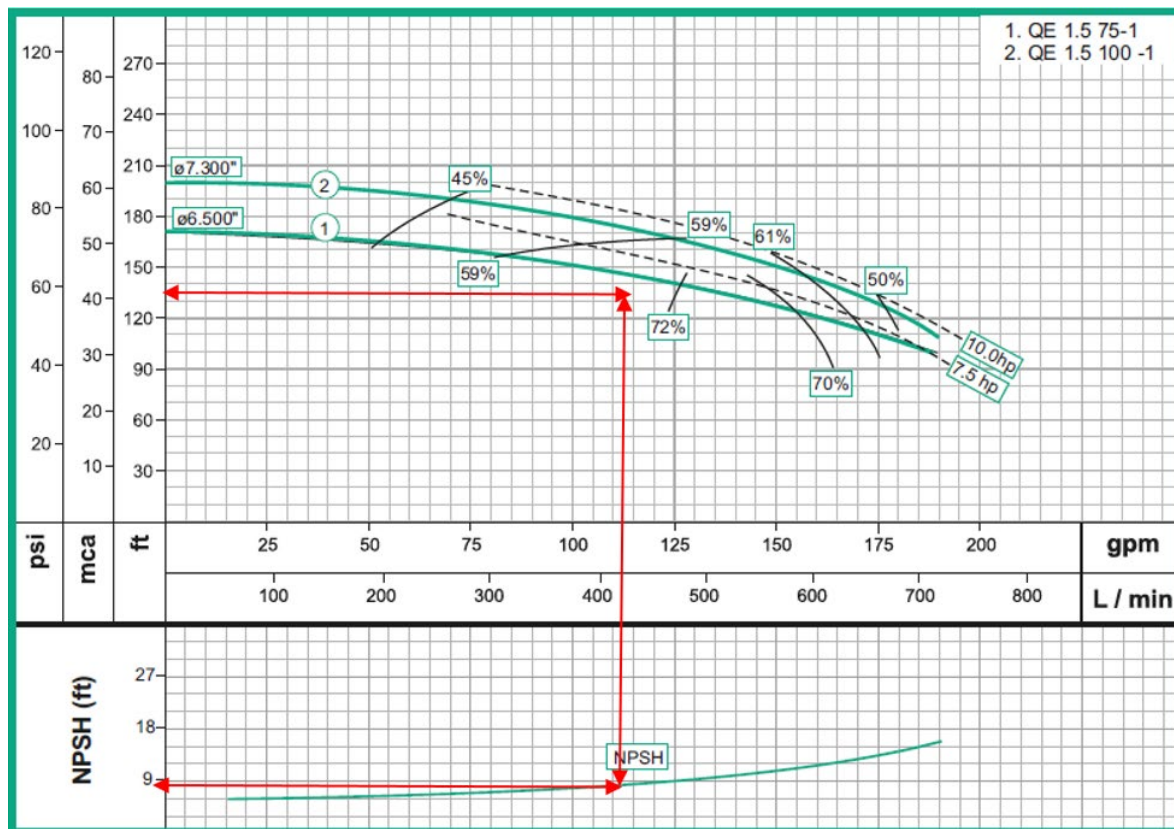


3.3 Sistema de Bombeo de Agua Potable superficial

El sistema de bombeo se proyecta directo desde el tanque bajo de almacenamiento proyectando hacia el tanque elevado, con las siguientes características generales:

- ❖ Los equipos de impulsión estarán ubicados en un cuarto de bombeo, y estará ubicado en la parte trasera de la planta del proyecto.
- ❖ El cuarto o estación de bombas debe contar con buena ventilación, para garantizar la durabilidad y eficiencia de los equipos.
- ❖ Se debe contar con una fuente alterna de energía en caso de falla eléctrica.
- ❖ La selección de la bomba se realizó cumpliendo con lo dispuesto en el artículo 46 de la resolución 0330, el procedimiento completo se encuentra en el informe de selección de alternativas.

Figura 19.. Curva de Bomba Seleccionada.





3.3.1 Características del Sistema de Bombeo



BOMBAS ALTA PRESION ELECTRICAS

QE 1.5 75-1 / QE 1.5 100-1

Modelo	Ref.	Potencia (HP)	Voltaje	H max. (mca) *	Q max. (GPM) **	Succión	Descarga	Peso (Kg)
QE 1.5 75-1	1E0668	7.5	230	53	180	2"	1-1/2"	70.0
QE 1.5 100-1	1E0664	10.0	230	61	185	2"	1-1/2"	80.0

* La altura (H) máxima se logra con la válvula totalmente cerrada. (mca= metros columna de agua).

** El caudal (Q) máximo se logra con la válvula totalmente abierta. (gpm= galones por minuto).



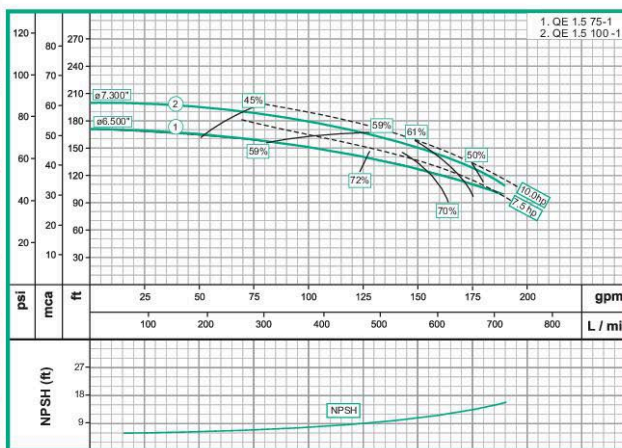
Materiales	
Cuerpo	Hierro fundido ASTM A-48, Clase 30
Impulsor	Hierro fundido ASTM A-48, Clase 30
Sello mecánico	Carbón/Cerámica/Buna-N
Acople intermedio	Hierro fundido ASTM A-48, Clase 30
Empaques	Buna Nitrilo

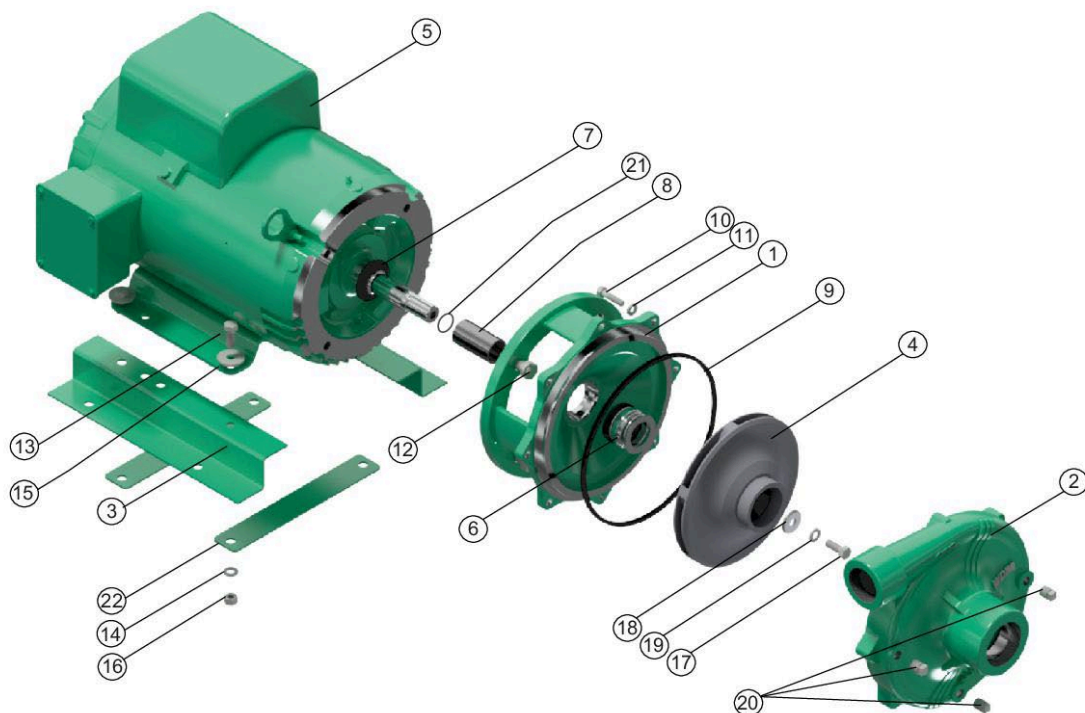
Características de la bomba	
Tipo de bomba	Centrífuga
Tipo de acoplamiento	Monobloque
Succión	2" NPT
Descarga	1-1/2" NPT
Tipo de impulsor	Cerrado Balanceado dinámicamente según ISO G6.3
Cantidad de impulsores	1
Tipo de sello	Sello mecánico 1-1/4" TIPO 21
Temperatura Max. Líquido	158° F (70 ° C) Continua

Características del Motor	
Tipo	Eléctrico
Potencia	7.5 ó 10Hp (Según modelo)
Diseño	NEMA JM
Velocidad	3.600 RPM (nominal)
Aislamiento	Clase F
Voltaje	230
Factor de servicio	1,15
Frecuencia	60Hz
Fases	1

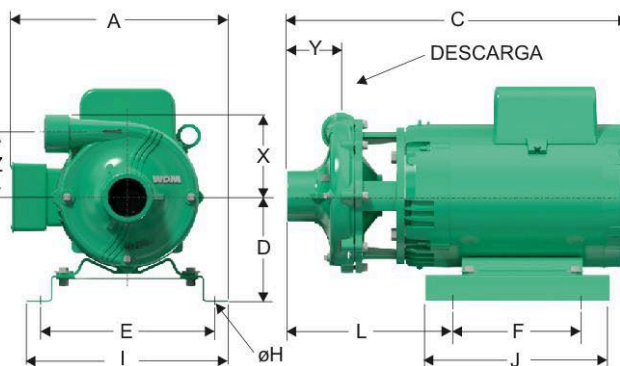
Aplicaciones

- Aprovechamiento de aguas limpias
- Recirculación de agua en torres de enfriamiento
- Refrigeración de maquinaria/Circuitos de recirculación
- Sistemas de Presión
- Equipos contraincendio
- Plantas de tratamiento
- Riego por goteo
- Llenado de tanque bajo y tanque alto





N°	DESCRIPCION	REF	CANTIDAD	
			7,5	10,0
1	ACOPLE EN HIERRO	98007	1	1
2	CUERPO EN HIERRO	22757	1	1
3	BASE EN LAMINA	30176	2	2
4	IMPULSOR ø6,500"	91651	1	1
5	IMPULSOR ø7,300"	91730	1	1
6	MOTOR 7,5 MONOFASICO	19882	1	1
7	MOTOR 10,0 MONOFASICO	19883	1	1
8	SELLO MECANICO 1-1/4"	00050	1	1
9	ARANDELA DE CAUCHO	05163	1	1
10	CAMISA INOXIDABLE	23864	1	1
11	ANILLO CUADRADO	21297	1	1
12	TORNILLO 5/16" x 1" NC	02408	8	8
13	ARANDELA DE PRESION 5/16"	02602	8	8
14	TORNILLO 1/2" x 1" NC	28941	4	4
15	TORNILLO 3/8" x 1-1/4" NC	02222	4	4
16	ARANDELA DE PRESION 3/8"	02604	4	4
17	ARANDELA PLANA DE 3/8"	02553	4	4
18	TUERCA DE 3/8"	02502	4	4
19	TORNILLO 3/8" x 1" INOXIDABLE	02218	1	1
20	ARANDELA RETENCION	26813	1	1
21	ARANDELA DE PRESION 3/8" INOX	02616	1	1
22	TAPON DE 1/4" NPT	03201	3	3
23	ANILLO "O" 2-020	17433	1	1
24	PLATINA PARA BASE	19418	2	2



DIMENSIONES EN MILIMETROS

MODELO	SUCxDESC	C	A	D	E	F	I	J	L	X	Y	Z	ØH
QE 1,5 75-1	2"x1-1/2"	548	370	178	305	178	343	311	318	217	77	95	10,5
QE 1,5 100-1	2"x1-1/2"	577	370	178	305	178	343	311	318	217	77	95	10,5

Parque Industrial Celta
Autopista Bogotá-Medellín Km 7,5 bodegas 86 y 93
Funza - Cundinamarca
PBX (57)(1) 743 9090
Apartado Aéreo 12098
www.barnes.com.co



Figura 20. Catalogo equipo de impulsión.



AV 6 # 7-65 PRADOS DEL ESTE - CUCUTA, COL



607 549 88 316 721 54 89



utarauciconsultores@gmail.com - ixtanglobalingenieria@gmail.com



3.3.2 Características del Tanque hidro acumulador.



TANQUES HIDROACUMULADORES VERTICALES HI-PRESS



Características

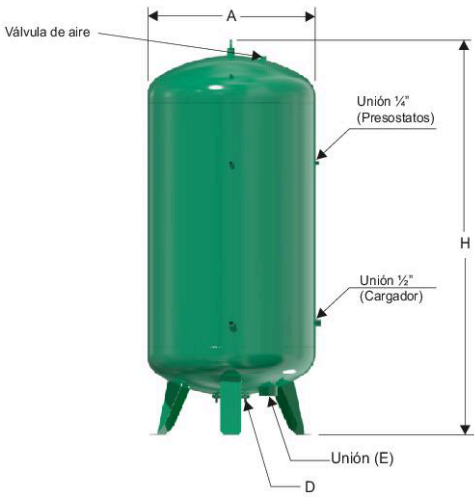
- El tanque acumulador es fabricado en lámina de acero de alta resistencia, recubierto internamente con una película de pintura epóxica, evitando el contacto del agua con el metal.
- El diseño del tanque garantiza un sellamiento y hermeticidad absolutos. No requiere bolsa o diafragma en su interior.
- El aire dentro del tanque no se disminuye porque un cargador automático de alta calidad garantiza una reposición permanente en cada ciclo de operación.
- Gran facilidad para cebar, conectar, y efectuar labores de mantenimiento.
- El drenaje de agua en el tanque es fácil y rápido.

Dimensiones Generales

Referencia	Capacidad	H	A	E	D
025056	100 Lts	90 cms	50 cms	1" NPT	1" NPT
025083	200 Lts	140 cms	60 cms	1-1/2" NPT	1-1/2" NPT
025063	300 Lts	147 cms	60 cms	2" NPT	2" NPT
025059	400 Lts	140 cms	70 cms	2" NPT	2" NPT
025060	500 Lts	170 cms	70 cms	2" NPT	2" NPT
025061	750 Lts	209 cms	70 cms	2" NPT	2" NPT
025067	1000 Lts	245 cms	80 cms	2" NPT	2" NPT

CONDICIONES DE TRABAJO DE LOS TANQUES

Capacidad		PRESIÓN DE ARRANQUE (P.S.I)				PRESIÓN DE APAGADO (P.S.I)				VOLUMEN TOTAL			
		20	30	40	50	40	50	60	70	Lts	Gal.	Lts	Gal.
Lts	Gal.	Lts	Gal.	Lts	Gal.	Lts	Gal.	Lts	Gal.	Lts	Gal.	Lts	Gal.
100	26.4	37.5	9.9	33.3	8.8	30.0	7.9	20.0	5.2				
200	52.8	75.0	19.8	66.6	17.6	60.0	15.8	40.0	10.5				
300	79.2	112.5	29.7	99.9	26.4	90.0	23.7	60.0	15.8				
400	105.6	150.0	39.6	132.4	35.0	120.0	31.7	80.0	21.1				
500	132.1	187.5	49.5	165.5	43.7	150.0	39.6	100.0	26.4				
750	198.1	225.0	59.4	200.5	52.9	180.0	47.5	120.0	31.7				
1000	264.2	262.5	69.3	235.0	62.0	210.0	55.4	140.0	36.9				



Parque Industrial Celta
Autopista Bogotá-Medellín Km 7.5 bodegas 86 y 93
Funza - Cundinamarca
PBX (57)(1) 743 9090
Apartado Aéreo 12098
www.barnes.com.co

ESCANEA
ESTE CÓDIGO
Y CONOCE
MÁS DE
NUESTROS
PRODUCTOS.



Figura 21. Catalogo tanque hidro acumulador.

3.4 Redes de distribución

Tabla 9. Parámetros de diseño

PARAMETROS DE DISEÑO		
Temperatura =	33	°C
Ks =	1.50E-06	m
v=	7.74E-07	m ² /s
v=	0.00774	cm ² /s

CRITERIOS DE DISEÑO PARA CAUDAL Y PRESION					DIAMETROS MINIMOS	
Lavamanos	8	PSI	5.62	m	Lavamanos	1/2"
Ducha	8	PSI	5.62	m	Ducha	1/2"
Orinal Válvula	25	PSI	17.58	m	Orinal Válvula	3/4"
Sanitario, tanque fluxómetro	20	PSI	14.06	m	Sanitario, tanque fluxómetro	1/2"
Sanitario, sifónico, válvula de fluxómetro	35	PSI	24.61	m	Sanitario, sifónico, válvula de fluxómetro	1"

Tabla 10. Dimensionamiento de redes a presión.

Tramo	Tipo de aparatos	N° de aparatos	Coef de simúlt (K)	Unid. de descarga (N)	Q (L/s)	Ø (pulg)	V (m/s)	Re (-)	f (-)	Colebrook A	Colebrook B	Error	Longitud Horizontal (m)	Longitud Vertical (m)	Longitud equivalente accesorios (m)	Longitud Total (m)	Perdida de carga hL (m.c.a)	Perdida de carga acumulada hLT (m.c.a)	Nivel	HDT
CUARTO PISO																				
4A-4C	SF	3	0.71	6	0.40	3/4	1.40	3.44E+04	0.0230	6.60	6.60	0.00	3.24	16.44	1.00	20.68	2.486	2.486	13.740	21.85
4B-4C	CF	3	0.71	18	2.20	1 1/2	1.93	9.48E+04	0.0184	7.37	7.37	0.00	4.14	16.24	4.08	24.46	2.236	2.236	13.740	40.58
4C-4D	CF	6	0.45	24	2.45	1 1/2	2.15	1.06E+05	0.0180	7.45	7.45	0.00	1.77	0.00	0.70	2.47	0.276	0.276	13.740	40.86
4E-4D	CF	2	1.00	8	1.61	1 1/4	2.03	8.33E+04	0.0189	7.27	7.27	0.00	4.88	12.74	5.40	23.02	2.890	2.890	13.740	41.24
4D-4	CF	8	0.38	32	2.74	1 1/2	2.40	1.18E+05	0.0176	7.54	7.54	0.00	0.80	0.00	0.50	1.30	0.177	0.177	13.740	41.41
4F-4H	SF	4	0.58	8	0.49	3/4	1.70	4.19E+04	0.0220	6.74	6.74	0.00	4.47	16.44	2.10	23.01	3.933	3.933	13.740	35.25
4G-4H	CF	3	0.71	18	2.20	1 1/2	1.93	9.48E+04	0.0184	7.37	7.37	0.00	4.08	16.24	3.89	24.21	2.213	2.213	13.740	40.56
4H-4J	CF	7	0.41	26	2.53	1 1/2	2.22	1.09E+05	0.0179	7.48	7.48	0.00	0.65	0.00	1.67	2.32	0.274	0.274	13.740	40.83
4I-4J	SF	2	1.00	5	0.35	3/4	1.23	3.03E+04	0.0236	6.50	6.50	0.00	3.85	16.44	4.80	25.09	2.415	2.415	13.740	21.78
4J-4	CF	9	0.35	31	2.71	1 1/2	2.37	1.17E+05	0.0176	7.53	7.53	0.00	1.61		2.30	3.91	0.521	0.521	13.740	41.36
4-3	CF	17	0.25	63	3.56	2	1.75	1.15E+05	0.0176	7.53	7.53	0.00		3.50	2.80	6.30	0.343	0.343	13.740	41.76



Tramo	Tipo de aparatos	N° de aparatos	Coef de simult (K)	Unid. de descarga (N)	Q (L/s)	Ø (pulg)	V (m/s)	Re (-)	f (-)	Colebrook A	Colebrook B	Error	Longitud Horizontal (m)	Longitud Vertical (m)	Longitud equivalente accesorios (m)	Longitud Total (m)	Perdida de carga hL (m.c.a)	Perdida de carga acumulada hLT (m.c.a)	Nivel	HDT
TERCER PISO																				
3A-3C	SF	3	0.71	6	0.40	3/4	1.40	3.44E+04	0.0230	6.60	6.60	0.00	3.24	12.94	1.00	17.18	2.065	2.065	10.240	17.93
3B-3C	CF	3	0.71	18	2.20	1 1/2	1.93	9.48E+04	0.0184	7.37	7.37	0.00	4.14	12.74	4.08	20.96	1.916	1.916	10.240	36.76
3C-3D	CF	6	0.45	24	2.45	1 1/2	2.15	1.06E+05	0.0180	7.45	7.45	0.00	1.77	0.00	0.70	2.47	0.276	0.276	10.240	37.04
3E-3D	CF	2	1.00	8	1.61	1 1/4	2.03	8.33E+04	0.0189	7.27	7.27	0.00	4.88	12.74	5.40	23.02	2.890	2.890	10.240	37.74
3D-3	CF	8	0.38	32	2.74	1 1/2	2.40	1.18E+05	0.0176	7.54	7.54	0.00	0.80	0.00	0.50	1.30	0.177	0.177	10.240	37.91
3F-3H	SF	4	0.58	8	0.49	3/4	1.70	4.19E+04	0.0220	6.74	6.74	0.00	4.47	12.94	2.10	19.51	3.335	3.335	10.240	31.15
3G-3H	CF	3	0.71	18	2.20	1 1/2	1.93	9.48E+04	0.0184	7.37	7.37	0.00	4.08	12.74	3.89	20.71	1.893	1.893	10.240	36.74
3H-3J	CF	7	0.41	26	2.53	1 1/2	2.22	1.09E+05	0.0179	7.48	7.48	0.00	0.65	0.00	1.67	2.32	0.274	0.274	10.240	37.01
3I-3J	SF	2	1.00	5	0.35	3/4	1.23	3.03E+04	0.0236	6.50	6.50	0.00	3.85	12.94	4.80	21.59	2.078	2.078	10.240	17.94
3J-3	CF	9	0.35	31	2.71	1 1/2	2.37	1.17E+05	0.0176	7.53	7.53	0.00	1.61		2.30	3.91	0.521	0.521	10.240	37.54
3-2	CF	34	0.17	126	4.64	2	2.29	1.50E+05	0.0168	7.73	7.73	0.00		3.50	3.50	7.00	0.617	0.617	10.240	38.53
SEGUNDO PISO																				
2A-2C	SF	3	0.71	6	0.40	3/4	1.40	3.44E+04	0.0230	6.60	6.60	0.00	3.24	9.45	1.00	13.69	1.646	1.646	6.750	14.02
2B-2C	CF	3	0.71	18	2.20	1 1/2	1.93	9.48E+04	0.0184	7.37	7.37	0.00	4.14	9.25	4.08	17.47	1.597	1.597	6.750	32.96
2C-2D	CF	6	0.45	24	2.45	1 1/2	2.15	1.06E+05	0.0180	7.45	7.45	0.00	1.77	0.00	0.70	2.47	0.276	0.276	6.750	33.23
2E-2D	CF	2	1.00	8	1.61	1 1/4	2.03	8.33E+04	0.0189	7.27	7.27	0.00	4.88	9.25	5.40	19.53	2.451	2.451	6.750	33.81
2D-1	CF	8	0.38	32	2.74	1 1/2	2.40	1.18E+05	0.0176	7.54	7.54	0.00	0.80	0.00	0.50	1.30	0.177	0.177	6.750	33.99
2F-2H	SF	4	0.58	8	0.49	3/4	1.70	4.19E+04	0.0220	6.74	6.74	0.00	4.47	9.45	2.10	16.02	2.738	2.738	6.750	27.07
2G-2H	CF	3	0.71	18	2.20	1 1/2	1.93	9.48E+04	0.0184	7.37	7.37	0.00	4.08	9.25	3.89	17.22	1.574	1.574	6.750	32.93
2H-2J	CF	7	0.41	26	2.53	1 1/2	2.22	1.09E+05	0.0179	7.48	7.48	0.00	0.65	0.00	1.67	2.32	0.274	0.274	6.750	33.21
2I-2J	SF	2	1.00	5	0.35	3/4	1.23	3.03E+04	0.0236	6.50	6.50	0.00	3.85	9.45	4.80	18.10	1.742	1.742	6.750	14.12
2J-1	CF	9	0.35	31	2.71	1 1/2	2.37	1.17E+05	0.0176	7.53	7.53	0.00	1.61		2.30	3.91	0.521	0.521	6.750	33.73
2-1	CF	51	0.14	189	5.42	2 1/2	1.71	1.40E+05	0.0169	7.68	7.68	0.00		3.50	4.30	7.80	0.311	0.311	6.750	34.30
PRIMER PISO																				
1A-1C	SF	3	0.71	6	0.40	3/4	1.40	3.44E+04	0.0230	6.60	6.60	0.00	3.24	5.95	1.00	10.19	1.225	1.225	3.250	10.10
1B-1C	CF	3	0.71	18	2.20	1 1/2	1.93	9.48E+04	0.0184	7.37	7.37	0.00	4.14	5.75	4.08	13.97	1.277	1.277	3.250	29.14
1C-1D	CF	6	0.45	24	2.45	1 1/2	2.15	1.06E+05	0.0180	7.45	7.45	0.00	1.77	0.00	0.70	2.47	0.276	0.276	3.250	29.41
1E-1D	CF	2	1.00	8	1.61	1 1/4	2.03	8.33E+04	0.0189	7.27	7.27	0.00	4.88	5.75	5.40	16.03	2.012	2.012	3.250	29.87
1D-S	CF	8	0.38	32	2.74	1 1/2	2.40	1.18E+05	0.0176	7.54	7.54	0.00	0.80	0.00	0.50	1.30	0.177	0.177	3.250	30.05
1F-1H	SF	4	0.58	8	0.49	3/4	1.70	4.19E+04	0.0220	6.74	6.74	0.00	4.47	5.95	2.10	12.52	2.140	2.140	3.250	22.97
1G-1H	CF	3	0.71	18	2.20	1 1/2	1.93	9.48E+04	0.0184	7.37	7.37	0.00	4.08	5.75	3.89	13.72	1.254	1.254	3.250	29.11
1H-1J	CF	7	0.41	26	2.53	1 1/2	2.22	1.09E+05	0.0179	7.48	7.48	0.00	0.65	0.00	1.67	2.32	0.274	0.274	3.250	29.39
1I-1J	SF	2	1.00	5	0.35	3/4	1.23	3.03E+04	0.0236	6.50	6.50	0.00	3.85	5.95	4.80	14.60	1.405	1.405	3.250	10.28
1J-S	CF	9	0.35	31	2.71	2 1/2	0.85	7.01E+04	0.0195	7.16	7.16	0.00	1.61		2.30	3.91	0.045	0.045	3.250	29.43
1K-1L	CF	2	1.00	8	1.61	1 1/4	2.03	8.33E+04	0.0189	7.27	7.27	0.00	1.09	0.80	3.20	5.09	0.639	0.639	1.050	26.30
1-S	CF	68	0.12	252	6.22	2 1/2	1.97	1.61E+05	0.0165	7.79	7.79	0.00	1.27	3.25	4.30	8.82	0.451	0.451	1.050	35.80
SOTANO																				
S-S2	SF	68	0.12	252	4.69	2 1/2	1.48	1.21E+05	0.0174	7.58	7.58	0.00	3.22	0.80	3.00	7.02	0.215	0.215	1.050	37.06
S1-S2	CF	5	0.50	17	2.15	1 1/2	1.89	9.28E+04	0.0185	7.36	7.36	0.00	3.22	0.60	1.70	5.52	0.485	0.485	1.050	26.14
S2-S3	CF	76	0.12	272	6.48	2 1/2	2.05	1.68E+05	0.0164	7.82	7.82	0.00	21.90	0.00	1.70	23.60	1.297	1.297	1.050	39.41
S3-BOMBA SUCCION	CF	76	0.12	272	6.48	3	1.42	1.40E+05	0.0169	7.69	7.69	0.00	1.65	0.60	19.31	21.56	0.493	0.493	0.350	40.25



4 RESULTADOS

La red se modelo con el software EPANET V2.0 vE obteniéndose los siguientes resultados

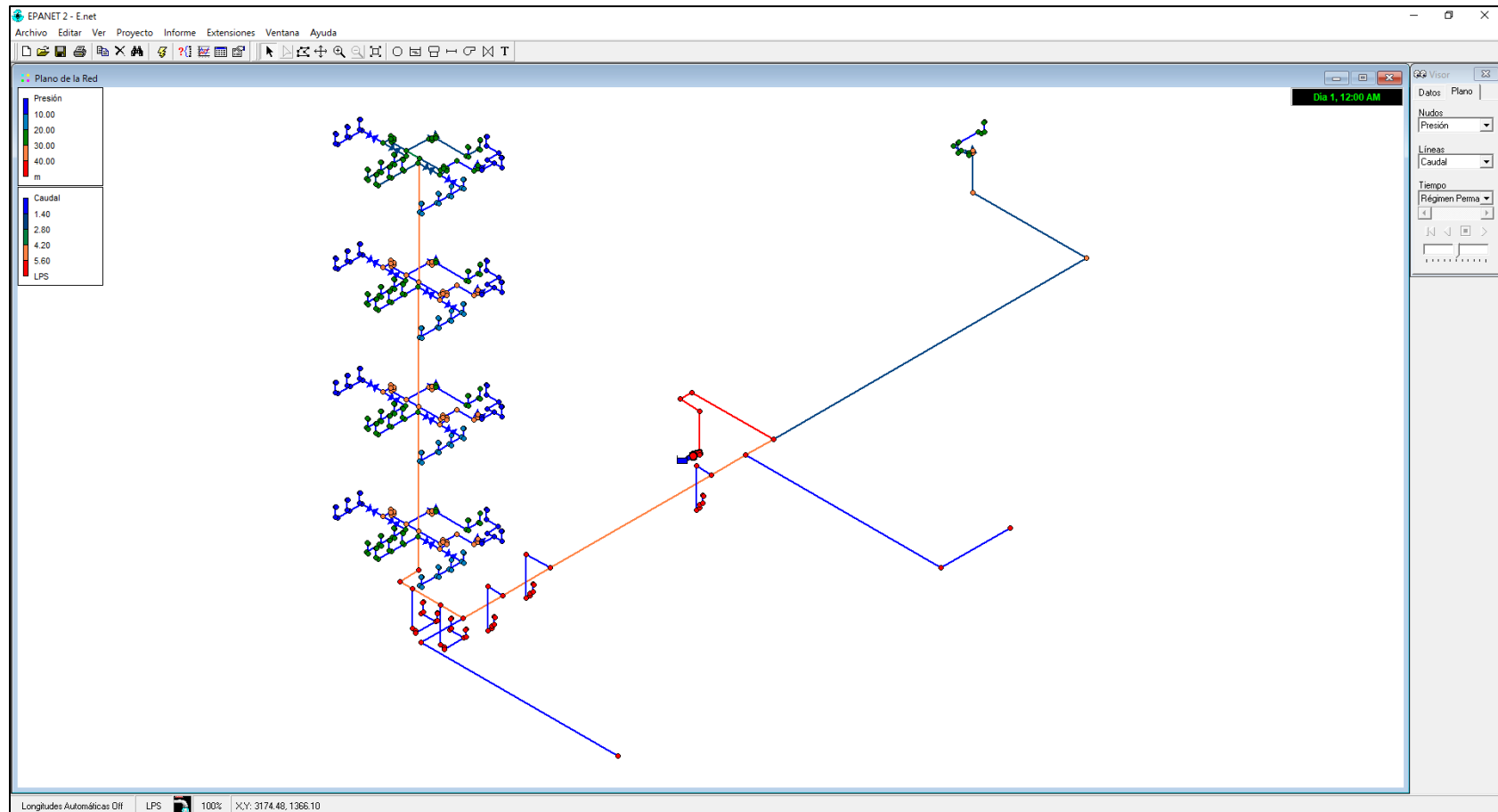


Figura 22. Imagen en Epanet 2.0 vE red hidráulica de todos los pisos

4.1.1 Estado De La Tubería Después Del Análisis

Tabla 11. Resultados obtenidos para la línea de tubería de la red condición normal.

VER ANEXO 1.Tuberías

4.1.2 Estado De Los Nodos Después Del Análisis

Tabla 12.Resultados de la modelación de la red de aducción en condición dinámica normal.

VER ANEXO 2. P Dinámica

Tabla 13.Resultados de la modelación de la red aducción en condición estática normal.

VER ANEXO 3. P Estática

Tabla 14.Resultados RDE

VER ANEXO 4. RDE

5 SISTEMA CONTRA INCENDIOS.

El sistema de red contra incendio del proyecto se abastecerá de la línea de acometida proveniente de la red de acueducto y que contará con un sistema de bombeo para luego abastecer los sistemas de incendios de la edificación desde el tanque bajo de reserva de incendios.

5.1 CLASIFICACIÓN DE RIESGO

La siguiente tabla de Grupos y Subgrupos de ocupación, indican la clasificación de la edificación de acuerdo al uso según la NSR-10, con la finalidad de verificar las exigencias en cuanto a que sistema requiere la edificación.

Tabla 15. Grupos y subgrupos de ocupación (NSR – 10, Título J)

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección del Reglamento
A	ALMACENAMIENTO	K.2.2
A-1	Riesgo moderado	
A-2	Riesgo bajo	
C	COMERCIAL	K.2.3
C-1	Servicios	
C-2	Bienes	
E	ESPECIALES	K.2.4
F	FABRIL E INDUSTRIAL	K.2.5
F-1	Riesgo moderado	
F-2	Riesgo bajo	
I	INSTITUCIONAL	K.2.6
I-1	Reclusión	
I-2	Salud o incapacidad	
I-3	Educación	
I-4	Seguridad pública	
I-5	Servicio público	

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección del Reglamento
L	LUGARES DE REUNION	K.2.7
L-1	Deportivos	
L-2	Culturales y teatros	
L-3	Sociales y recreativos	
L-4	Religiosos	
L-5	De transporte	
M	MIXTO Y OTROS	K.2.8
P	ALTA PELIGROSIDAD	K.2.9
R	RESIDENCIAL	K.2.10
R-1	Unifamiliar y bifamiliar	
R-2	Multifamiliar	
R-3	Hoteles	
T	TEMPORAL	K.2.11

Fuente: Norma-Sismo-Resistente NSR-10.

El edificio es clasificado según NSR-10, proyecto se encuentra dentro del grupo de ocupación Institucional (I), en el subgrupo de ocupación institucional de servicio público I-5, se encuentra en el título K del reglamento, en el numeral K.2.6.

5.2 CLASIFICACIÓN DE RIESGO SEGÚN LA NFPA

La siguiente tabla permite clasificar el riesgo de la edificación de acuerdo a su uso entre los riesgos leve, ordinario y extra, según la NFPA.

Tabla 16. Sistema de protección contra incendio según la ocupación (NSR – 10, Título J).

Riesgo Leve	Refugios para animales. Iglesias. Clubes. Aleros y voladizos, si son de construcciones combustibles, sin materiales combustibles debajo. Ocupaciones educacionales. Hospitales, incluidos hospitales para animales e instalaciones. Veterinarias. Ocupaciones Institucionales. Criaderos de Perros. Bibliotecas, excepto grandes salas con libros apilados. Museos. Hogares de cuidados intermedios o casas de convalecencia. Oficinas, incluidas las de procesamiento de datos. Ocupaciones residenciales. Áreas de asientos de restaurantes. Teatros y auditorios, excluidos los escenarios y prosenios. Áticos no utilizados.
Riesgo Ordinario (Grupo I)	Estacionamientos y salas de exhibición de automóviles. Panaderías. Fábricas de bebidas. Enlatadoras. Fabricación y procesamiento de productos lácteos. Plantas electrónicas. Fabricación de vidrio y productos de vidrio. Lavanderías. Áreas de servicio de restaurantes.
Riesgo Ordinario (Grupo II)	Instalaciones agrícolas. Caballerizas y establos. Molinos cerealeros. Plantas químicas – productos químicos ordinarios. Productos de confitería. Destilerías. Tintorerías. Dársenas exteriores de carga. Molinos de pienso. Establos para caballos.

De acuerdo a lo anterior el proyecto se clasifica como riesgo leve.

5.3 VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

Teniendo en cuenta lo anterior, el volumen de almacenamiento disponible para la red contra incendios debe estar en capacidad de suministrar el flujo necesario para el funcionamiento de 2 gabinetes, de 3.15 l/s cada uno para un total de 6.30 l/s, y la demanda del sistema de 2 rociadores de 1.42 L/s en 30 minutos, volumen que debe permanecer siempre disponible en el tanque de almacenamiento contra incendios de reserva.

5.4 ACOMETIDA DE TANQUE

Se evalúa la acometida para el suministro del agua a la estructura proyectada.

Para determinar del diámetro de la acometida se utiliza el consumo medio diario, obtenido en los cuadros de cálculos de consumo.

Tabla 17. Cálculo de Consumos Sistema Contra incendios.

DISEÑO HIDRAULICO AGUA POTABLE							
Item	concepto	unidad	cantidad	Dotación		Consumo	
1	OFICINAS	Hab	1,739.1	L/alumno/jornada	20	34,783	L/día
Almacenamiento Total Consumo				días	1.00	34,783	L
2	Reserva S.C.I. Gabinetes Clase II	min	30.0	L/s	6.3	11,340	L/día
3	Rociadores	min	30.0	L/s	2.8	5,112	L/día
Total almacenamiento						51,235	L
DEFINITIVO RECOMENDADO				Días	1.0	51,250	L

CAUDALES TUBERIA DE ALIMENTACIÓN		
Volumen 1 día	m ³	51.25
Tiempo llenado	horas	4.00
Q para volumen 1 día	l/s	3.56
Tiempo llenado	horas	6.00
Q para volumen 1 día	l/s	2.37
Tiempo llenado	horas	8
Q para volumen 1 día	l/s	1.78
Tiempo llenado	horas	12.00
Q para volumen 1 día	l/s	1.19

Total volumen consumo	51,250	l/día
Tiempo de alimentación tanque	8.00	horas
Caudal acometida suministro tanque	1.78	lts/s
Porcentaje tanque	100	%
Volumen tanque	51,250	L
VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE BAJO	51,250	L

ACOMETIDA		
QMD Llegada a tanque	1.78	lts/seg
Tiempo de llegada a tanque	8.00	horas
Velocidad estimada de salida (Asumida)	1.5	m/seg
Area tubería	0.001	m ²
Diametro estimado	1.53	pulg
Diametro comercial	1 1/2	pulg
Velocidad real de salida	1.56	m/seg
Perdida de carga	0.05	m/m

MEDIDOR		
Diametro	1	pulg
Caudal nominal	1.94	L/s
Perdidas (J)	8.4185354	m

VALIDACIÓN	
Long. Tubería [m]	4.13
Perdida de Carga [m]	0.214
Presión Disponible [mca]	20
Presión total	11.37

5.5 COMPONENTES DEL SISTEMA

La edificación estará diseñada bajo los parámetros de un sistema clase II, según lo establecido en la NFPA 14, el cual lo define como un sistema que provee estaciones de manguera de 1 1/2" para suministrar agua de uso primario de personal entrenado y aquellos entrenados en el manejo de chorros pesados.

5.5.1 Presiones Máxima y Mínimas

La máxima presión en la boca de las mangueras en los sistemas clase II no deberá superar los 100 psi (70 m.c.a) y no ser menor a 65 psi (45.0 m.c.a) acorde a lo estipulado en la NFPA 14 en el capítulo.7.2.3

5.5.2 Tasa de Flujo del Sistema

De acuerdo a la NFPA 14 la tasa de flujo mínima para sistemas clase II es de 100.

De acuerdo a lo anterior se propone el uso de un Gabinete tipo II.

5.5.3 Gabinete Clase II

Los gabinetes del sistema contra incendio adoptados tienen sus dimensiones indicadas en los planos de detalles. Igualmente, en los anexos se presenta las características de los extintores especiales recomendados para atender siniestros en la infraestructura eléctrica.

Los gabinetes tipo III están compuestos por:

- ❖ Caja gabinete de 77 X 99 X 24 de sobreponer o empotrar.
- ❖ Valvular angular tipo globo 1 1/2" x 1 1/2" NPT. Sin tapa.
- ❖ Soporte tipo canastilla para manguera gabinetera.
- ❖ Manguera contra incendio de 1 1/2" de 100 pies (30 mts).

- ❖ Boquilla de Chorro Neblina en policarbonato de 1 1/2".
- ❖ Hacha Pico de 4 1/2 lb.
- ❖ Llave Spanner de dos servicios.
- ❖ Extintor de polvo químico seco ABC Multipropósito de 10 libras.



Figura 23. Elementos de Gabinete Clase II.

El coeficiente de descarga para esta clase de gabinetes de $0.5 \text{ lps/mca}^{0.5}$

5.5.4 Sistema De Rociadores

Son sistemas fijos de extinción que utilizan el agua como agente extintor. Los rociadores son válvulas especiales para distribuir el agua en forma de lluvia; su apertura es individual y se produce al alcanzar cada rociador una temperatura determinada. Una característica sobresaliente de los rociadores es que permiten la instalación de puntos de detección termostática con lo cual solamente se abren los rociadores requeridos en los lugares donde está el riesgo, obteniéndose un control y una extinción del fuego más precisa junto a una disminución de las pérdidas por efectos del agua.

5.5.5 Tipo De Rociador

De acuerdo al riesgo de la edificación se seleccionará el rociador de respuesta rápida (QR), el cual es un tipo de rociador pulverizador que tienen un elemento térmico con un RTI de 50 (metros- segundos)^{1/2} o menos y este listado como un rociador de respuesta rápida para su uso intentado.

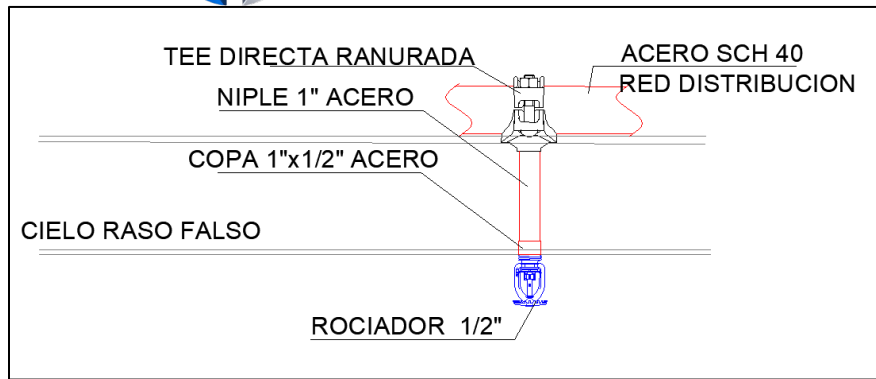


Figura 24. Rociador tipo colgante

El rociador de acuerdo a su orientación será colgante, es un rociador diseñado para instalarse de manera tal que la corriente de agua vaya dirigida hacia abajo contra el deflector.

El diámetro del rociador es de 1/2" con un coeficiente de descarga $K=5.6$.

5.5.6 Presiones de Operación del Rociador

La presión mínima de operación de cualquier rociador es de 7 psi, como el proyecto es riesgo leve la presión mínima es de 10 psi (7 m.c.a) y la presión máxima es de 175 psi (123 m.c.a).

5.5.7 Tamaño de las Tuberías

Los tamaños de las tuberías deben estar de acuerdo con Tabla 23.5.2.2.1 de la NFPA 13.

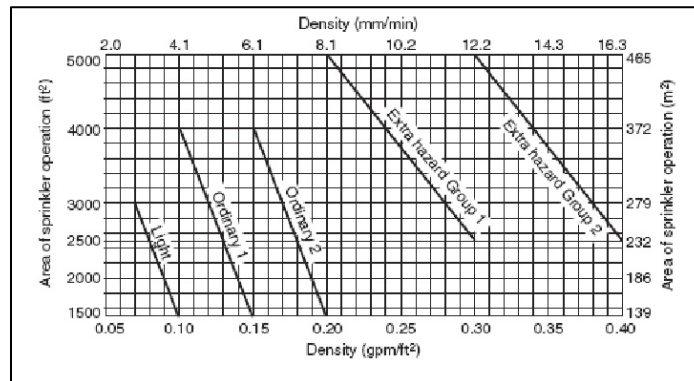
Tabla 23.5.2.2.1 Tabla de Tuberías para Riesgo Leve.

Acero		Cobre	
1 pulg	2 rociadores	1 pulg	2 rociadores
1¼ pulg	3 rociadores	1¼ pulg	3 rociadores
1½ pulg	5 rociadores	1½ pulg	5 rociadores
2 pulg	10 rociadores	2 pulg	12 rociadores
2½ pulg	30 rociadores	2½ pulg	40 rociadores
3 pulg	60 rociadores	3 pulg	65 rociadores
3½ pulg	100 rociadores	3½ pulg	115 rociadores
4 pulg	Ver Sección 8.2	4 pulg	Ver Sección 8.2

Para unidades SI: 1 pulg. = 25.4 mm.

5.5.8 Procedimiento De Cálculo

La curva describe gráficamente múltiples puntos de diseño para cada clase de riesgo de ocupación, a cada punto de la curva corresponde un área donde se presume que opera los rociadores y que descargarán un determinado volumen de agua que permitirá controlar el incendio. Este es el punto de partida para determinar el requerimiento de caudal y presión del sistema de rociadores.



5.6 EXTINTORES

Son elementos portátiles destinados a la lucha contra fuegos incipientes o principios de incendio, los cuales pueden ser dominados y extinguidos en forma breve.

Para el proyecto se instalarán Extintores Clase A, C de acuerdo a lo dispuesto en la NFPA 10.

	CLASES DE FUEGO				
TIPO DE EXTINTOR	 COMBUSTIBLES SÓLIDOS ORDINARIOS	 LÍQUIDOS Y GASES INFLAMABLES	 EQUIPOS ELÉCTRICOS ENERGIZADOS	 METALES ALCALINOS	 ACEITES Y GRASAS DE ORIGEN VEGETAL Y ANIMAL
A BASE DE AGUA	SI EXCELENTE	NO PELIGRO DE DERRAME Y SALPICADURAS	NO PELIGRO DE SHOCK ELECTRICO	NO REACCIÓN VIOLENTA	NO NO ES ESPECIFICO PARA ESTE USO
A BASE DE ESPUMA	SI	SI EXCELENTE	NO PELIGRO DE SHOCK ELECTRICO	NO REACCIÓN VIOLENTA	NO NO ES ESPECIFICO PARA ESTE USO
A BASE DE DÍOXIDO DE CARBONO	NO SI (COMPLEMENTAR CON AGUA)	SI CON VIENTO POCO EFICAZ NO PELIGRO DE DERRAME Y SALPICADURAS	SI EXCELENTE	NO	NO NO ES ESPECIFICO PARA ESTE USO
A BASE DE HALONES	SI	SI	SI EXCELENTE	NO	NO NO ES ESPECIFICO PARA ESTE USO
A BASE DE REEMPLAZANTES DE HALONES	SI	SI	SI EXCELENTE	NO	NO NO ES ESPECIFICO PARA ESTE USO
A BASE DE POLVO QUÍMICO SECO BC	NO	SI EXCELENTE	SI	NO	NO NO ES ESPECIFICO PARA ESTE USO
A BASE DE POLVO QUÍMICO SECO TRICLASE	SI	SI	SI	NO	NO NO ES ESPECIFICO PARA ESTE USO
A BASE DE POLVO QUÍMICOS ESPECIALES	NO	NO	NO	SI SEGÚN MATERIAL	NO NO ES ESPECIFICO PARA ESTE USO
A BASE DE ACETATO DE POTASIO	NO	NO	NO	NO	SI

Figura 25. Extintores según la clase de fuego.

5.6.1 Disponibilidad

Los extintores portátiles deben mantenerse en condiciones operativos y completamente cargados y deben quedar en los lugares designados en todo momento cuando no estén siendo utilizados.

5.6.2 Ubicación

Los extintores deben estar ubicados en lugares claramente visibles, donde sean fácilmente accesibles y estén inmediatamente disponibles ante un fuego, a lo largo de los recorridos normales, incluso en las salidas desde las distintas áreas.

5.6.3 Altura de instalación

Los extintores de un peso bruto que no exceda de 20 lb deben instalarse que del extintor no esté a la parte superior más de 5 pies (1.53 m) por encima del piso.

Los extintores de un peso bruto mayor a 40 lb deben instalarse de manera que la parte superior del extintor no esté a más 3 ½ pies (1.07 m por encima del piso).

5.7 SISTEMA DE BOMBEO CONTRA INCENDIOS

El sistema de bombeo se proyecta directo desde tanque bajo a los Gabinetes directamente, con las siguientes características generales:

- ❖ Las bombas estarán ubicadas en el cuarto destinado para tal fin en el diseño arquitectónico.
- ❖ El sistema considera la instalación de una motobomba la cual deberá ser accionada electrónicamente.
- ❖ El sistema de encendido debe considerar como eventos; que exista agua en el tanque bajo para bombear.
- ❖ El cuarto o estación de bombas debe contar con buena ventilación, para garantizar la durabilidad y eficiencia de los equipos.
- ❖ La bomba deberá también enviar a no menos del 150% del caudal nominal a una presión no inferior al 65% de la presión nominal.
- ❖ La cabeza de cierre total no deberá exceder el 140% de la cabeza nominal total en la bomba.
- ❖ Las bombas deben estar certificadas de acuerdo a lo establecido en la NFPA 20.

5.7.1 Bomba Principal Centrífuga eje Horizontal

Caudal= 9.14 L/s

Eficiencia= 55%

Potencia Estimada=20 HP

Altura dinámica total= 65m

Revoluciones= 3600 RPM

NPSH Requerido = 3.66 metros

Tabla 18. Sistema de bombeo de Sistema Contra Incendios.

CALCULO RED HIDRAULICA SISTEMA CONTRA INCENDIOS						
DISEÑO DEL EQUIPO BOMBA - INCENDIOS						
Calculo NPSH						
ADT = Impulsión + Succión				ADT =	65.00	m.c.a.
					213.25	pies
POTENCIA DE LA BOMBA PRINCIPAL						
$P_{HP} = \frac{\gamma * ADT * Q}{76 * e} =$	e=	0.55	-	P _{HP} =	14.21	H.P.
	Q=	9.14	L/s	P _{COMERCIAL} =	20.00	H.P.
		548.4	L/Min			
		144.9	GPM			
Cadual 150%	Q=	13.71	L/s	ADT _{65%} =	42.25	m.c.a
		822.6	Lmin	ADT _{150%} =	60.98	m.c.a
		217.33092	Gpm	ADT _{150%} >ADT65%=	OK	
NOTA = Se instalará una bomba de 20 HP						
Tamaño de la succión	4	Velocidad = 1750 rpm		NPSH requerido por la bomba =		3.66 m
Tamaño de la descarga	4	Comportamiento =				
POTENCIA DE LA BOMBA JOCKEY						
Caudal	e=	0.40	-	HDT	75.00	m.c.a
	Q=	0.27	L/s		246.06	pies
		16.45	L/Min	P _{HP} =	0.68	H.P.
		4.3466184	GPM	P _{COMERCIAL} =	2.00	H.P.
				NPSH requerido por la bomba =		1.07 m
NOTA= La instalación cuenta con un equipo auxiliar "jockey" para mantener la presión de la red contra incendio de 2 HP.						
		Velocidad =	3500 rpm			
		Comportamiento =	Bomba Regenerativa			

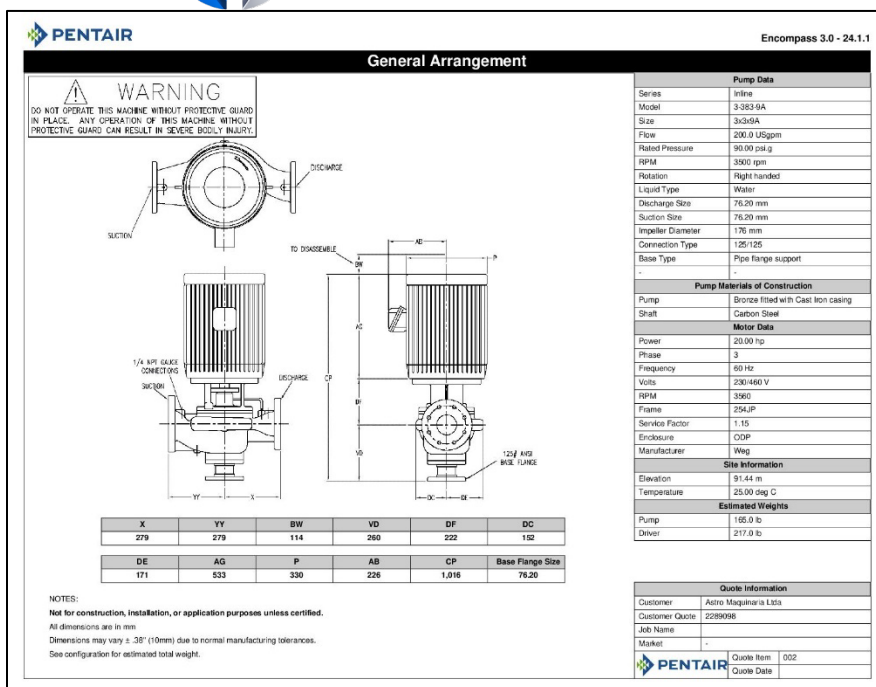


Figura 26. Curva de Bomba Seleccionada Sistema de Bombeo Contra incendios.

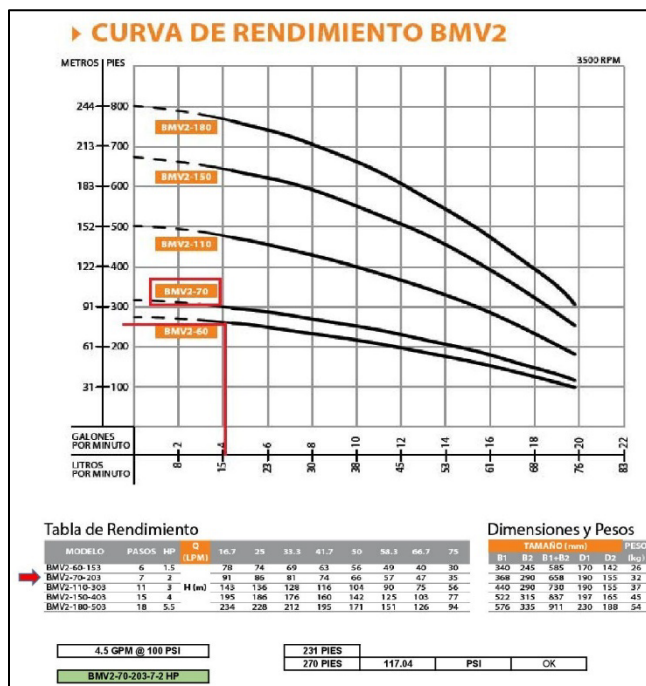


Figura 27. Curva de Bomba Seleccionada Bomba Jockey.

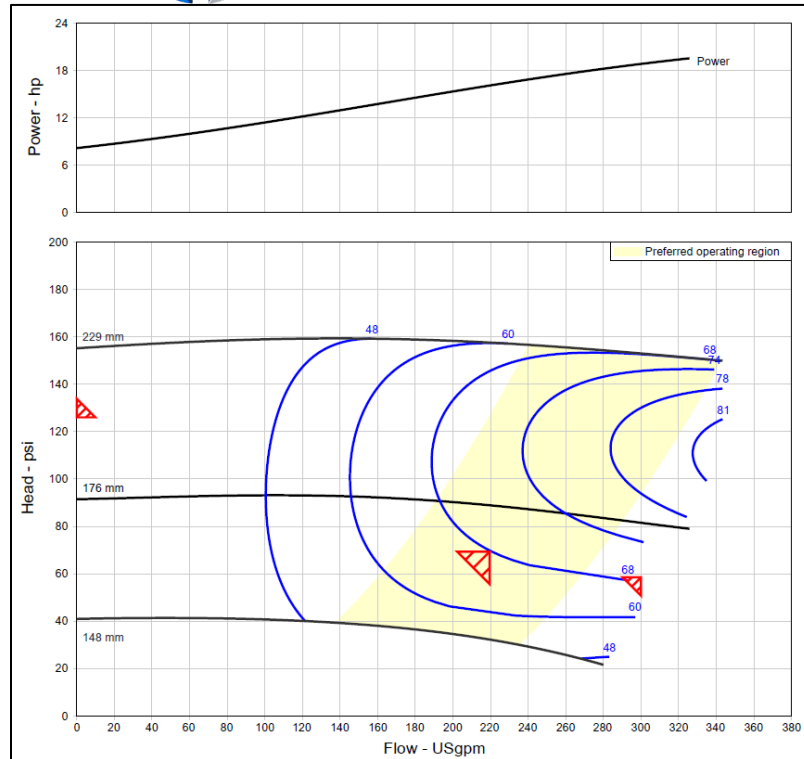


Figura 28. Curva de Bomba Seleccionada Sistema de Bombeo Contra incendios.

► CURVA DE RENDIMIENTO BMV2

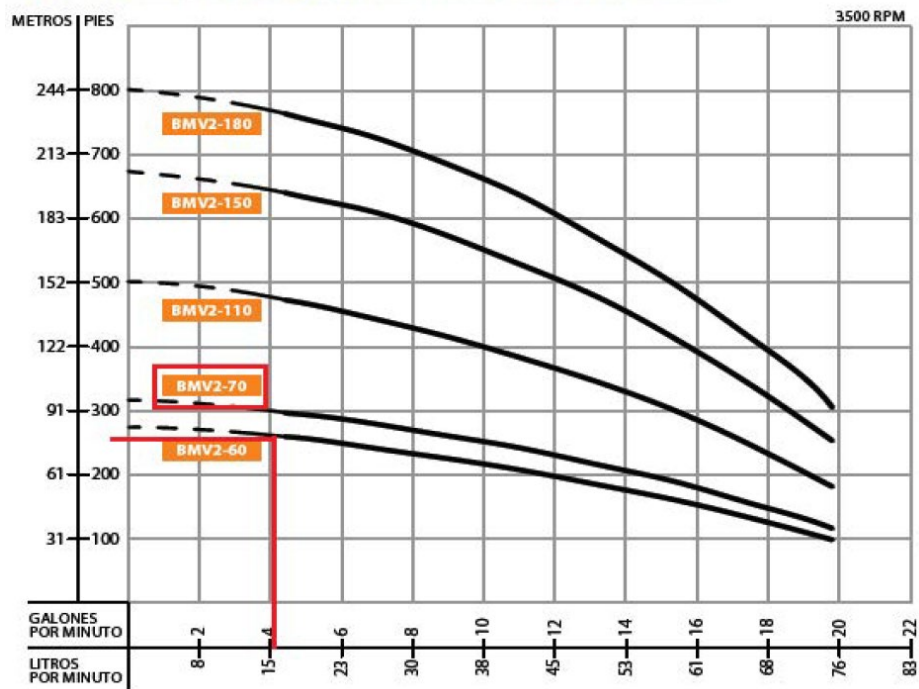


Figura 29. Curva de Bomba Seleccionada Bomba Jockey.

6 RED SANITARIA

El sistema consiste en un conjunto de tuberías para la evacuación de aguas residuales, con sistemas de ventilación, las cuales se encuentran interconectadas a través de cajas de inspección ubicadas bajo suelo firme, cuyo sistema descarga finalmente en el pozo ubicado a las afueras de la edificación.

La red sanitaria incluye:

- Sifones y codos de recolección en cada punto de servicio.
- Ramales de conducción hasta la caja de inspección.
- Tuberías de ventilación principal
- Cajas de inspección a nivel de piso firme.

6.1 CÁLCULO DE CAUDALES

Los valores unitarios de desagüe de los aparatos proyectados se pueden observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en la cual se designa la carga relativa a utilizar en la estimación de caudales totales que el sistema o de evacuación. El caudal permitido está dado en unidades de desagüe de aparato.

Tabla 19. Unidades de desagüe aparatos sanitarios (NTC 1500 Cuarta edición)

Tabla 8.9.1 Unidades de desagüe de aparatos individuales y en grupo		
Tipo de aparato o accesorio	Valor unitario de desagüe de aparato como factor de carga	Dimensión mínima del sifón (pulgadas)
Maquina automática de lavar ropa, comercial a.g	3	2
Maquina automática de lavar ropa, residencial a.g	2	2
Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 6,06Lpf (1.6 gpd inodoro) f	5	-
Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 (lavado del inodoro mayor a 6.06 Lpf (1.6 gpd)	6	-
Bañera b (con o sin regadera o accesorios de hidromasaje)	2	1 1/2
Bidé	1	1 1/4
Combinación de poceta y bandeja	2	1 1/2
Lavamanos dental	1	1 1/4
Unidad o escupidera dentales	1	1 1/4
Lavadora para platos c; domestica	2	1 1/2
Bebedero	1/2	1 1/4
Drenaje de emergencia para pisos	0	2
Drenajes de piso b	2h	2
Poceta de piso	h	2
Lavaplatos, doméstico	2	1 1/2
Lavaplatos con triturador de vertimientos, lavavajillas o ambos	2	1 1/2
Bandeja para lavar ropa (1 o 2 compartimientos)	2	1 1/2
Lavamanos dental	1	1 1/4
Ducha (basado en el gasto total nominal, a traves de regaderas y duchas de mano) Gasto nominal:		
0.36 L/s (5.7 gpm) o menos	2	1 1/2
más de 0.36 L/s hasta 0.78 L/S (Más de 5.7 gpm hasta 12.3 gpm)	3	2
Más de 0.78 L/s hasta 1.63 L/s (Más de 12.3 gpm hasta 25.8 gpm)	5	3

Tabla 8.9.1 Unidades de desagüe de aparatos individuales y en grupo		
Tipo de aparato o accesorio	Valor unitario de desagüe de aparato como factor de carga	Dimensión mínima del sifón (pulgadas)
Más de 1.63 L/s hasta 3.51 L/s (Más de 25.8 gpm hasta 55.6 gpm)	6	4
Poceta de servicio	2	1 1/2
Poceta	2	1 1/2
Orinal	4	d
Orinal, 1 galón por descarga o menos	2e	d
Orinal, sin suministro de agua	1/2	d
Poceta de aseo (circular o múltiples) cada juego de grifos	2	1 1/2
Inodoro, tanque con fluxómetro, público o privado	4-´e	d
Inodoro, privado (1.6 gpf)	3-´e	d
Inodoro privado (descarga mayor a 1.6 gpf)	4-´e	d
Inodoro público (1.6 gpf)	4-´e	d
Inodoro, publico (lavado mayor a 1.6 gpf)	6-´e	d
Factores de conversión: 1 L=0.3 galón (gpf= galones por descarga) a Para (sifones) mayores a 3 pulgadas, use Tabla 8.9.2 b Una regadera sobre una bañera o una bañera de hidromasaje no aumenta el valor unitario de desagüe del aparato c Véase los numerales 8.9.2 a 8.9.4.1 para métodos de cálculo del valor unitario de desagüe de aparatos no incluidos en esta tabla o para las velocidades de dispositivos con gastos intermitentes. d La dimensión de (sifón) debe ser consistente con la dimensión de la boca de la salida del aparato. e Con propósito de calcular las cargas en las redes de drenaje de edificaciones, los inodoros y orinales no se deben medir en una unidad de aparato de desagüe más baja, a menos que valores más bajos sean confirmados por ensayos. f Para aparatos agregados a grupos sanitario, agregar el valor unidad de aparato de desagüe (UAD) de aquellos aparatos agregados al total del grupo de aparatos sanitarios. g Véase numeral 5.6.3 para requerimientos de tamaño para drenaje de aparato, drenaje de ramal y desagüe de la bajante de una cañería vertical de un lavarropas automático. h Véase los numerales 8.9.4 y 8.9.4.1		

6.2 DISEÑO DE COLECTORES HORIZONTALES

Los colectores horizontales se diseñaron empleando la ecuación de Darcy-Weisbach -Colebrook-White, esta metodología, permite calcular el diámetro mínimo necesario para alcanzar una capacidad de descarga igual o mayor que el caudal de diseño especificado, cumpliendo a la vez con el criterio de profundidad máxima.

se presenta a continuación:

$$Q = -2A\sqrt{8gRS} * \log \left(\frac{Ks}{14.8 * R} + \frac{2.51v}{4R * \sqrt{8gRS}} \right)$$

Dónde:

S= Pendiente hidráulica (m/m).

Q= Caudal (m³/s).

g= Aceleración de la gravedad (m²/seg).

R= Radio hidráulico (m).

v= Viscosidad cinemática del Fluido (m²/seg).

Ks= Rugosidad absoluta relativa (m).

6.3 PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros de diseños mínimos en el diseño del sistema de evacuación, se tomaron de la NTC1500 y la resolución 0330 del 8 de junio de 2017, estos se enlistan a continuación:

- ❖ La velocidad mínima real permitida en el colector es 0,60 [m/s] para el caudal de diseño.
- ❖ El valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 1.00 N/m² (0,15 Kg/m²) para el caudal de diseño, para cumplir con el criterio de auto limpieza
- ❖ Evitar el flujo crítico para ello se recomienda, el número de Froude no se encuentre entre el rango de 0.9 a 1.1.
- ❖ La profundidad hidráulica máxima en colectores de aguas residuales puede ser la correspondiente a 75% flujo lleno.

6.4 CÁLCULOS REALIZADOS PARA RUTA CRÍTICA SANITARIA

Se tomó el punto más lejano, desde el cual se empezará el transporte de aguas servidas, calculando la profundidad de las cajas de inspección; en la Figura 30 a la Figura 34; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa el trazado sanitario dispuesto para el proyecto.

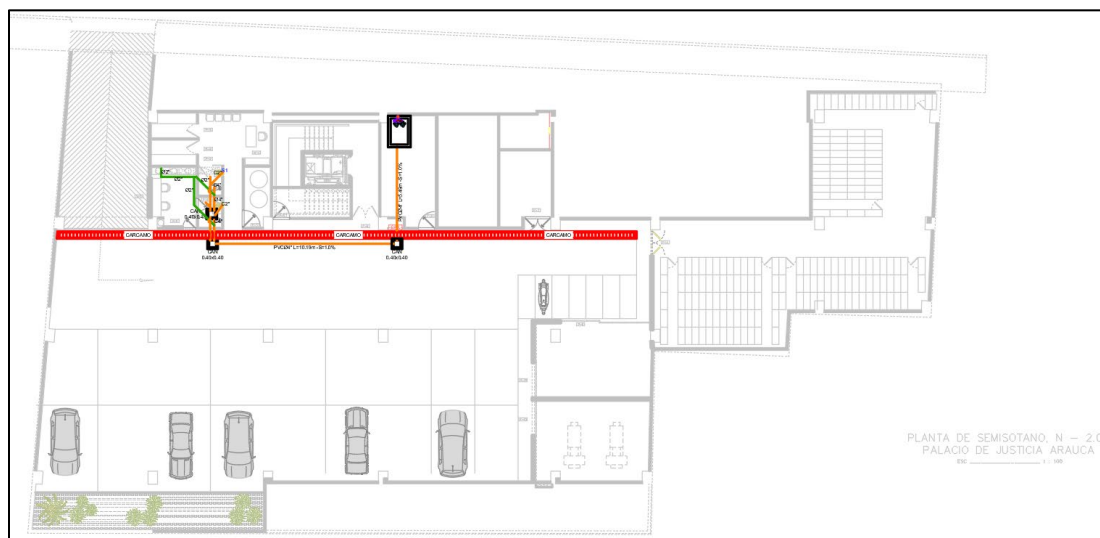


Figura 30. Trazado red sanitaria, en planta de sótano.

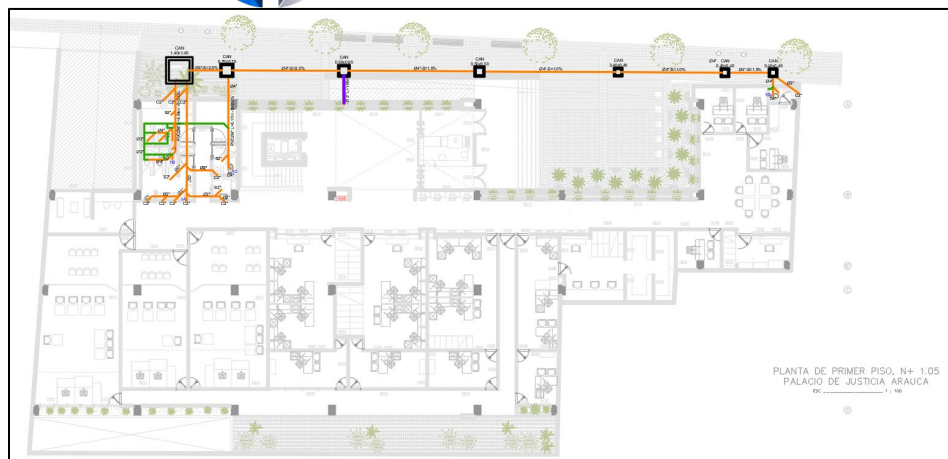


Figura 31. Trazado red sanitaria, en planta primer piso.

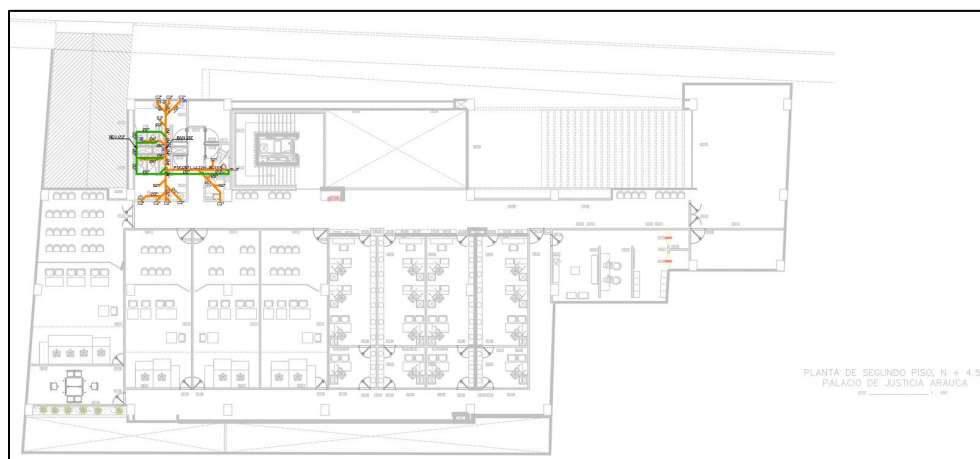


Figura 32. Trazado red sanitaria, en planta segundo piso.

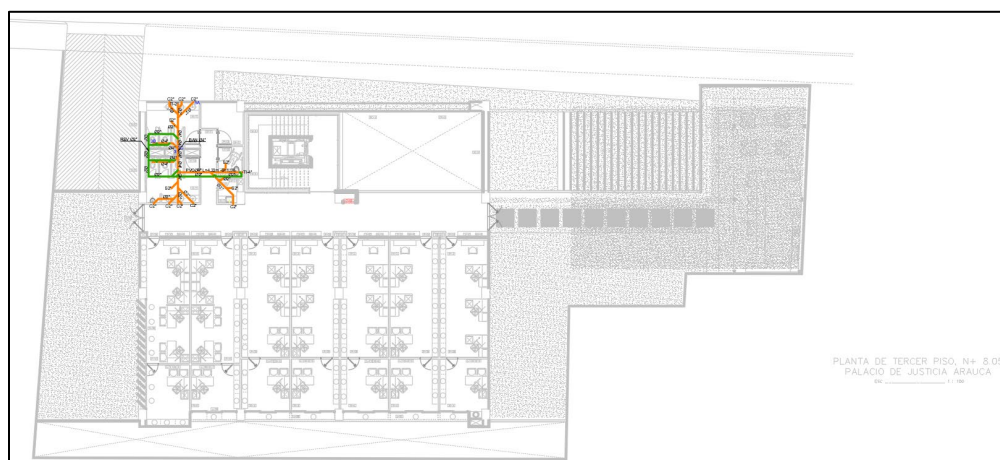


Figura 33. Trazado red sanitaria, en planta tercer piso.



Figura 34. Trazado red sanitaria, en planta cuarto piso.

En la Tabla 20 y la Tabla 21 Se observan los resultados arrojados por el cálculo hidráulico de las aguas residuales, en las cuales se referencian el diámetro y pendiente de los colectores.

Tabla 20. Unidades de descarga, aguas negras.

CUARTO PISO				
Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
4A-4C	Lavamanos	1	3	3
	Sifon Piso	5	1	5
	Total=		4	8
4B-4C	Sanitario Fluxometro	10	3	30
	Total=		3	30
4C-4	Lavamanos	1	3	3
	Sifon Piso	5	1	5
	Sanitario Fluxometro	10	3	30
	Total=		7	38
Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
4-3.	Lavamanos	1	7	7
	Sifon Piso	5	4	20
	Sanitario Fluxometro	10	7	70
	Lavaplatos	2	1	2
	Orinal	4	1	4
	Llave de aseo	1	1	1
	Total=		21	104
TERCER PISO				
Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
3A-3C	Lavamanos	1	3	3
	Sifon Piso	5	1	5
	Total=		4	8
3B-3C	Sanitario Fluxometro	10	3	30
	Total=		3	30
3C-3	Lavamanos	1	3	3
	Sifon Piso	5	1	5
	Sanitario Fluxometro	10	3	30
	Total=		7	38

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
3-2.	Lavamanos	1	14	14
	Sifon Piso	5	8	40
	Sanitario Fluxometro	10	14	140
	Lavaplatos	2	2	4
	Orinal	4	2	8
	Llave de aseo	1	2	2
Total=			42	208

SEGUNDO PISO

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
2A-2C	Lavamanos	1	3	3
	Sifon Piso	5	1	5
	Total=		4	8
2B-2C	Sanitario Fluxometro	10	3	30
	Total=		3	30
2C-2	Lavamanos	1	3	3
	Sifon Piso	5	1	5
	Sanitario Fluxometro	10	3	30
	Total=		7	38

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
2-1.	Lavamanos	1	21	21
	Sifon Piso	5	12	60
	Sanitario Fluxometro	10	21	210
	Lavaplatos	2	3	6
	Orinal	4	3	12
	Llave de aseo	1	3	3
Total=			63	312

PRIMER PISO

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
1D-CAN#1	Lavamanos	1	1	1
	Sifon Piso	5	1	5
	Sanitario Fluxometro	10	1	10
	Total=		3	16
CAN#1-CAN#2	Lavamanos	1	1	1
	Sifon Piso	5	1	5
	Sanitario Fluxometro	10	1	10
	Total=		3	16
CAN#2-CAN#3	Lavamanos	1	1	1
	Sifon Piso	5	1	5
	Sanitario Fluxometro	10	1	10
	Total=		3	16
CAN#3-CAN#4	Lavamanos	1	1	1
	Sifon Piso	5	1	5
	Sanitario Fluxometro	10	1	10
	Total=		3	16
CAN#4-CAN#5	Lavamanos	1	1	1
	Sifon Piso	5	1	5
	Sanitario Fluxometro	10	1	10
	Total=		3	16
CAN#5-CAN#6	Lavamanos	1	1	1
	Sifon Piso	5	1	5
	Sanitario Fluxometro	10	1	10
	Total=		3	16
1C-CAN#6	Sanitario Fluxometro	10	1	10
	Llave de aseo	1	1	1
	Total=		2	11
CAN#6-CAN#7	Lavamanos	1	1	1



	Sifon Piso	5	1	5
	Sanitario Fluxometro	10	2	20
	Llave de aseo	1	1	1
	Total=		5	27
1A-CAN#7	Lavamanos	1	5	5
	Sifon Piso	5	2	10
	Orinal	4	1	4
	Llave de aseo	1	1	1
	Total=		9	20
1B-1	Sanitario Fluxometro	10	3	30
	Total=		3	30
1-CAN#7	Lavamanos	1	24	24
	Sifon Piso	5	12	60
	Sanitario Fluxometro	10	27	270
	Lavaplatos	2	3	6
	Orinal	4	3	12
	Llave de aseo	1	3	3
	Total=		72	375

SOTANO

Tramo	Aparato	Unidad de Consumo	Cantidad	Und x Cant
S1-CAN#8	Lavamanos	1	1	1
	Sanitario Fluxometro	10	1	10
	Total=		2	11
CAN#8-CAN#9	Lavamanos	1	1	1
	Sanitario Fluxometro	10	1	10
	Total=		2	11
CAN#9-CAN#10	Lavamanos	1	2	2
	Sanitario Fluxometro	10	2	20
	Total=		4	22
CAN#10-TE	Lavamanos	1	2	2
	Sanitario Fluxometro	10	2	20
	Total=		4	22



Tabla 21. Cálculo ramales y colectores, aguas negras.

PARAMETROS DE DISEÑO			
Temperatura	33		[°]
K _s	PLÁSTICO (PVC)	1.5E-06	[m]
v=	0.000000774		[m2/seg]

TRAMO	Tipo de aparatos	CAUDAL					DIMENSION				VERIFICACIÓN DE PARAMETROS										Caída		COTAS CLAVES		COTAS TERRENO	
		UNIDADES					Q	L	Ø INT	Ø	S	Y/f	ζ	e	A	R	Qo	Vo	Verificación	Ft	Verificación	Dh	Inicial	Final	Inicial	Final
		Nº aparatos	K	Propias	Acum	L/s	m	m	Plg	%	-	Rad	Rad	m2	m	L/s	m/s	Vo>0.6m/s	kg/m²	Ft>0.15Kg/m²	cm	m	m	m	m	
4A-4C	SF	4	0.58	8	8	0.28	3.54	0.05	2	2.0	0.23	2.14	2.00	0.0004	0.0074	0.28	0.70	Cumple	0.15	Cumple	7.19	11.05	10.98	11.55	11.55	
4B-4C	SF	3	0.71	30	30	0.85	1.80	0.11	4	1.5	0.17	2.28	1.72	0.0011	0.0115	0.85	0.80	Cumple	0.17	Cumple	2.70	11.05	11.02	11.55	11.55	
4C-4	CF	7	0.41	38	38	1.20	0.20	0.11	4	1.5	0.21	2.20	1.88	0.0014	0.0133	1.20	0.88	Cumple	0.20	Cumple	0.30	10.98	10.98	11.55	11.55	
4-3.	CF	21	0.22	104	104	0.96	3.50	0.11	4	1.5	0.19	2.25	1.78	0.0012	0.0121	0.96	0.83	Cumple	0.18	Cumple	5.25	10.98	10.92	11.55	8.05	
TERCER PISO																										
3A-3C	SF	4	0.58	8	8	0.28	3.54	0.05	2	2.0	0.23	2.14	2.00	0.0004	0.0074	0.28	0.70	Cumple	0.15	Cumple	7.19	7.55	7.48	8.05	8.05	
3B-3C	SF	3	0.71	30	30	0.85	1.80	0.11	4	1.5	0.17	2.28	1.73	0.0011	0.0115	0.85	0.80	Cumple	0.17	Cumple	2.70	7.55	7.52	8.05	8.05	
3C-3	CF	7	0.41	38	38	1.20	0.20	0.11	4	1.5	0.21	2.20	1.88	0.0014	0.0133	1.20	0.88	Cumple	0.20	Cumple	0.30	7.48	7.48	8.05	8.05	
3-2.	CF	42	0.16	208	208	0.88	3.50	0.11	4	1.5	0.18	2.27	1.74	0.0011	0.0117	0.88	0.81	Cumple	0.17	Cumple	5.25	7.48	7.42	8.05	4.55	
SEGUNDO PISO																										
2A-2C	SF	4	0.58	8	8	0.28	3.54	0.05	2	2.0	0.23	2.14	2.00	0.0004	0.0074	0.28	0.70	Cumple	0.15	Cumple	7.19	4.05	3.98	4.55	4.55	
2B-2C	SF	3	0.71	30	30	0.85	1.80	0.11	4	1.5	0.17	2.28	1.73	0.0011	0.0115	0.85	0.80	Cumple	0.17	Cumple	2.70	4.05	4.02	4.55	4.55	
2C-2	CF	7	0.41	38	38	1.20	0.20	0.11	4	1.5	0.21	2.20	1.88	0.0014	0.0133	1.20	0.88	Cumple	0.20	Cumple	0.30	3.98	3.98	4.55	4.55	
2-1.	CF	63	0.13	312	312	0.88	3.50	0.11	4	1.5	0.18	2.27	1.74	0.0011	0.0117	0.89	0.81	Cumple	0.18	Cumple	5.25	3.98	3.92	4.55	1.05	
PRIMER PISO																										
1D-CAN#1	CF	3	0.71	16	16	1.49	1.38	0.11	4	1.0	0.26	2.08	2.13	0.0019	0.0162	1.49	0.80	Cumple	0.16	Cumple	1.38	0.55	0.54	1.05	0.00	
CAN#1-CAN#2	CF	3	0.71	16	16	1.49	2.88	0.11	4	1.0	0.26	2.08	2.13	0.0019	0.0162	1.49	0.80	Cumple	0.16	Cumple	2.88	0.54	0.51	0.00	0.00	
CAN#2-CAN#3	CF	3	0.71	16	16	1.49	6.86	0.11	4	1.0	0.26	2.08	2.13	0.0019	0.0162	1.49	0.80	Cumple	0.16	Cumple	6.86	0.51	0.44	0.00	0.00	
CAN#3-CAN#4	CF	3	0.71	16	16	1.49	8.99	0.11	4	1.0	0.26	2.08	2.13	0.0019	0.0162	1.49	0.80	Cumple	0.16	Cumple	8.99	0.44	0.35	0.00	0.00	
CAN#4-CAN#5	CF	3	0.71	16	16	1.49	7.02	0.11	4	1.0	0.26	2.08	2.13	0.0019	0.0162	1.49	0.80	Cumple	0.16	Cumple	7.02	0.35	0.28	0.00	0.00	
CAN#5-CAN#6	CF	3	0.71	16	16	1.49	8.97	0.11	4	1.0	0.26	2.08	2.13	0.0019	0.0162	1.49	0.80	Cumple	0.16	Cumple	8.97	0.28	0.19	0.00	0.00	
1C-CAN#6	SF	2	1.00	11	11	0.60	6.65	0.11	4	2.0	0.14	2.38	1.52	0.0008	0.0092	0.60	0.80	Cumple	0.18	Cumple	13.30	0.55	0.42	1.05	0.00	
CAN#6-CAN#7	SF	5	0.50	27	27	0.56	2.19	0.11	4	2.0	0.13	2.40	1.49	0.0007	0.0089	0.56	0.79	Cumple	0.18	Cumple	4.38	0.19	0.15	0.00	0.00	
1A-CAN#7	SF	9	0.35	20	20	0.32	8.16	0.05	2	2.0	0.25	2.10	2.08	0.0004	0.0079	0.32	0.72	Cumple	0.16	Cumple	16.32	0.55	0.39	1.05	0.00	
1B-1	CF	3	0.71	30	30	1.89	0.63	0.11	4	2.0	0.24	2.12	2.04	0.0017	0.0152	1.89	1.13	Cumple	0.30	Cumple	1.26	0.55	0.54	1.05	1.05	
1-CAN#7	CF	72	0.12	375	375	0.91	4.73	0.11	4	2.0	0.17	2.30	1.68	0.0010	0.0110	0.91	0.91	Cumple	0.22	Cumple	9.46	0.54	0.44	1.05	0.00	
SOTANO																										
S1-CAN#8	CF	2	1.00	11	11	1.82	2.48	0.11	4	1.0	0.28	2.02	2.25	0.0021	0.0176	1.82	0.85	Cumple	0.18	Cumple	2.48	-2.55	-2.57	-2.05	-2.05	
CAN#8-CAN#9	CF	2	1.00	11	11	1.82	1.30	0.11	4	1.0	0.28	2.02	2.25	0.0021	0.0176	1.82	0.85	Cumple	0.18	Cumple	1.30	-2.57	-2.59	-2.05	-2.05	
CAN#9-CAN#10	CF	4	0.58	22	22	1.37	10.19	0.11	4	1.0	0.25	2.10	2.08	0.0017	0.0156	1.37	0.78	Cumple	0.16	Cumple	10.19	-2.59	-2.69	-2.05	-2.05	
CAN#10-TE	CF	4	0.58	22	22	1.37	5.49	0.11	4	1.0	0.25	2.10	2.08	0.0017	0.0156	1.37	0.78	Cumple	0.16	Cumple	5.49	-2.69	-2.74	-2.05	-2.05	

DISEÑO DE BAJANTES											
ID	CAUDAL					Capacidad			Verificación		
	UNIDADES					f	r	Qo	Verificación		
	Nº	aparatos	K	Propias	Acum	L/s	Plg	-	L/s	-	-
1	72		0.12	375	375.00	2.80	4	0.29	8.99	Cumple	Cumple
2	63		0.13	312	312.00	2.50	4	0.29	8.99	Cumple	Cumple
3	42		0.16	208.0	208.00	2.05	4	0.29	8.99	Cumple	Cumple
4	21		0.22	104.0	104.00	1.47	4	0.29	8.99	Cumple	Cumple

7 SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESÍDALES

Se plantea la instalación de un sistema de bombeo para aguas residuales dentro de la caseta de bombeo existente.

DISEÑO DE ESTACION DE BOMBEO

QD = 1.37 L/s
N° Bombas 1

CAUDAL DE DISEÑO

Horas de bombeo = 2 horas
% tiempo de bombeo = 8%

QD = 16.44 L/s
Q = 0.0164 m³/s
Q = 986 L/min
Q = 260.58 Gpm

DIAMETRO DE IMPULSION

Di = 0.090 m
Dcal = 3.526 "
Di = 3 "
Di = 0.0804 m
Ai = 0.0051 m²
Vi = 3.24 m/s

Sumergencia Minima

S = 0.50 m

Distancia Minima al Fondo y Paredes

Df = 0.25 m

DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DINÁMICA DE IMPULSIÓN

Perdidas en la Tubería de Impulsión

Se obtienen mediante la ecuación universal para flujos a presión

Ecuación de Darcy-Weisbach

$$h_f = f \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

El coeficiente de fricción de Darcy, f , para tuberías de sección circular se obtiene utilizando las siguientes ecuaciones.

Flujo laminar ($Re < 2000$)

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

Flujo turbulento ($Re > 4000$)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left[\frac{k_s}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right]$$

El número de Reynolds (Re) está definido por la ecuación

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu}$$

$T_{\text{agua}} = 33 \text{ } ^\circ\text{C}$

$r = 998.40 \text{ Kg/m}^3$

$m = 7.52\text{E-}07 \text{ Pa.s}$

$V = 3.24 \text{ m/seg}$

$D = 0.08 \text{ m}$

$Re = 3.46\text{E+}05 \text{ F Turbulento}$

$f = 0.01$

$L = 5.44 \text{ m}$

$h_f = 0.52 \text{ m}$

Perdidas Menores Producidas por Accesorios

$$h = K_m \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Accesorio	K_m	Cantidad	$K_m \cdot \text{Cantidad}$
Codo de 90°	0.40	3	1.20
		$S =$	1.20

$h = 0.64 \text{ m}$

Cabeza de Velocidad = 0.53 m

Altura Estática de Impulsión (H_i)

$H_i = 3.00 \text{ m}$

Cabeza Dinámica de Impulsión Individual

$H_{Di} = 4.69 \text{ m}$

POTENCIA DE LA BOMBA

ALTURA DINAMICA TOTAL

HDT = 4.69 m
 g = 1 Kg/L
 QD = 16.44 L/s
 260.58 Gpm
 h = 60%
 PHP = 2.00 HP
P Comercial= 3.00 HP

NPSH REQUERIDO

QD = 0.0164 m³/s
 QD = 59.18 m³/h
 QD = 986.40 L/min
 QD = 260.26 Galones/min

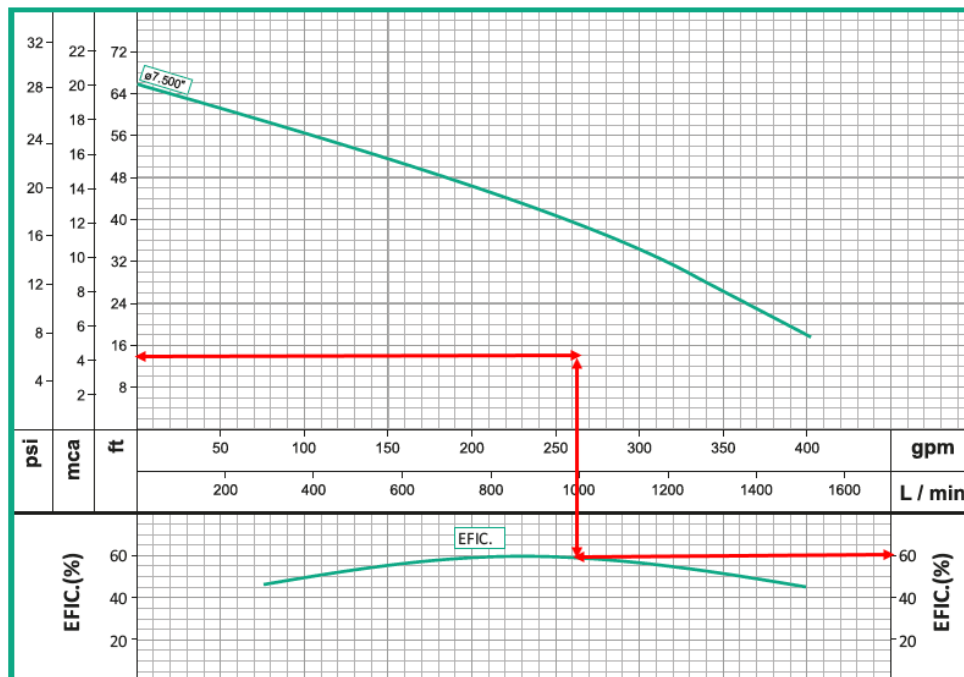


Figura 35. Curvas de bomba seleccionada



BOMBAS SUMERGIBLES Para Aguas Residuales

NE 3 30-4-220 / NE 3 30-4-440

Modelo	Ref.	Potencia (HP)	Voltaje (Vac)	H max. (mca) *	Q max. (GPM) **	Descarga	Peso
NE 3 30-4-220	1C0027	3.0	220	20	400	3"	70kg
NE 3 30-4-440	1C0028	3.0	440	20	400	3"	70kg

* La altura (H) máxima se logra con la válvula totalmente cerrada. (mca= metros columna de agua).

** El caudal (Q) máximo se logra con la válvula totalmente abierta. (gpm= galones por minuto).

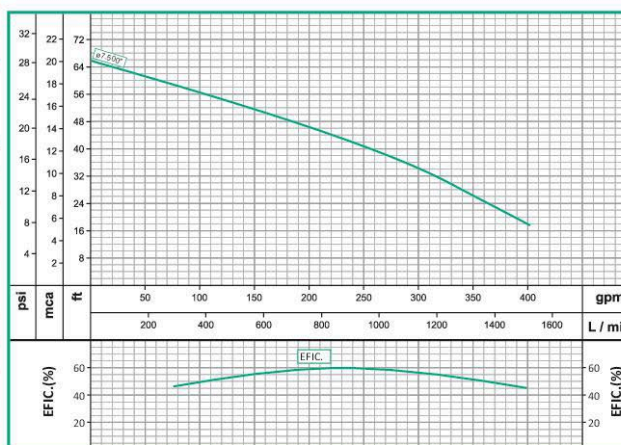
Materiales	
Cuerpo	Hierro fundido ASTM A-48, Clase 30
Carcasa	Hierro fundido ASTM A-48, Clase 30
Impulsor	Hierro fundido ASTM A-48, Clase 30
Sello mecánico	Silicio/Silicio/Vitón
Acople intermedio	Hierro fundido ASTM A-48, Clase 30
Empaques	Buna Nitrilo

Características de la bomba	
Tipo de bomba	Centrífuga
Tipo de acoplamiento	Monobloque
Descarga	3" NPT
Tipo de impulsor	Semiabierto de 2 alabes Balanceado dinámicamente según ISO G6.3
Sólidos en suspensión	Ø2-1/2(63.5mm) max.
Tipo de sello	Sello mecánico 1" TIPO 06
Temperatura Max. Líquido	104° F (40 ° C) Continua
Conexión eléctrica	conjunto de cable 5 metros

Características del Motor	
Tipo	Eléctrico
Potencia	3.0
Diseño	NEMA B, Lleno de aceite, inducción jaula de ardilla
Velocidad	1.750 RPM (nominal)
Aislamiento	Clase B
Refrigeración	Aceite dieléctrico Diala AX
Voltaje	220/440v
Factor de servicio	1,85
Frecuencia	60Hz
Fases	3



Aplicaciones	
• Bombeo de agua con sólidos en suspensión hasta Ø2-1/2	
• Manejo de aguas residuales o negras	
• Desagüe zonas inundadas	
• Pozos sépticos	
• Riego de estiércol	
• Manejo de agua en beneficiadores de café	
• Control de niveles freáticos	



AV 6 # 7-65 PRADOS DEL ESTE - CUCUTA, COL



607 549 88 316 721 54 89



utaraUCAconsultores@gmail.com - ixtanglobalingenieria@gmail.com

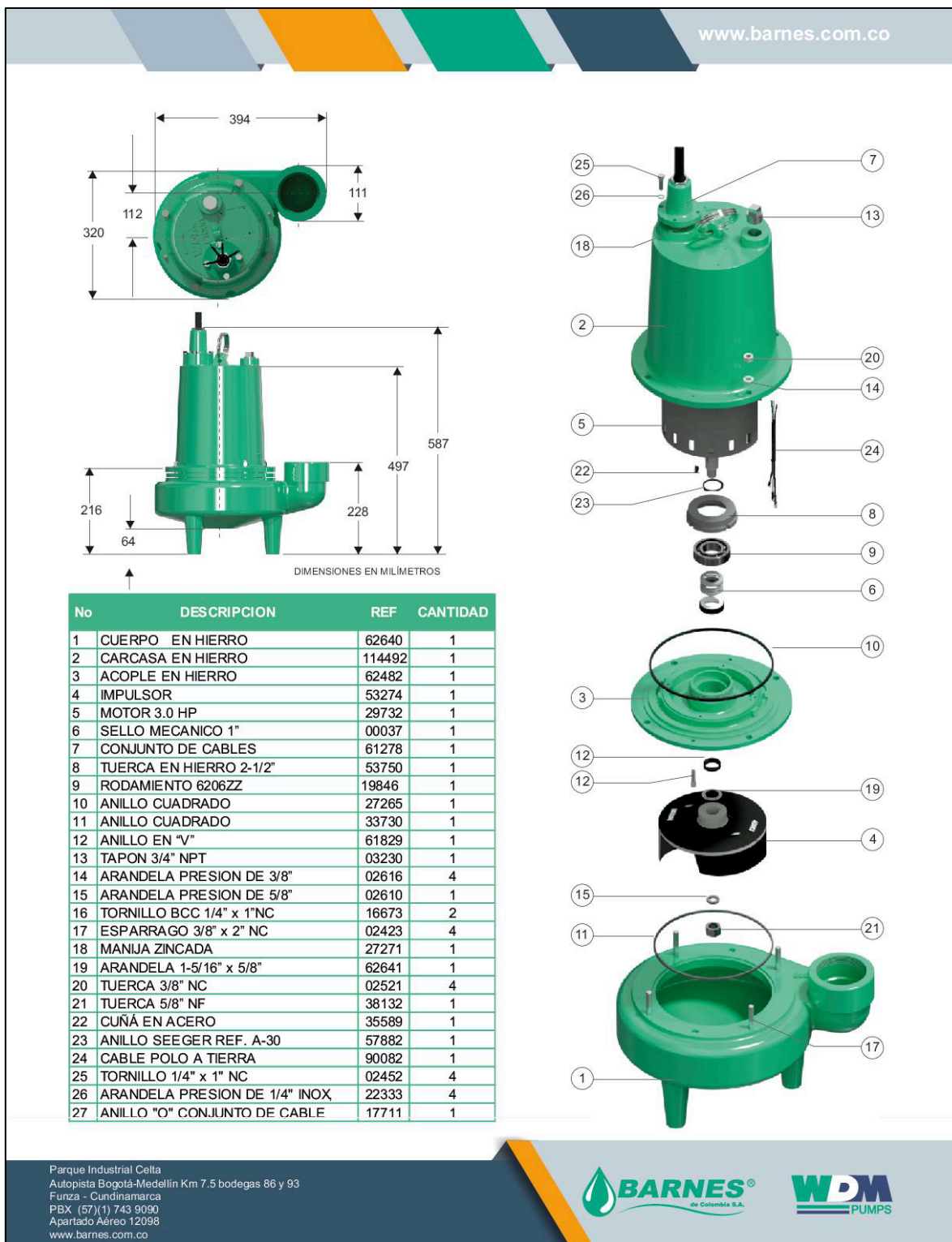


Figura 36. Características del Sistema de Bombeo aguas residuales.

8 DISEÑO DE SISTEMAS DE EVACUACIÓN AGUAS LLUVIAS

8.1 PARÁMETROS DE DISEÑO.

Para lograr un buen diseño deben tomarse en cuenta todas las variables que puedan intervenir en la determinación de un gasto de aguas lluvias acumulándose y que pueden crear inconvenientes en los usuarios de la vía, sin embargo, no deja de reconocerse que ello resulta difícil de evaluar y que aún con la mejor información posible, existirán criterios que primarán en el diseño de los proyectos referidos a un rango de probabilidades de ocurrencia de daños. En general se pueden considerar cinco (5) factores importantes, para efectos de diseño de un sistema de recolección de aguas lluvias.

8.1.1 Características de la zona.

El tipo de superficie, sus pendientes, así como los porcentajes de construcción son factores que influyen sobre el grado de impermeabilidad que facilita o retarda el escurrimiento de las aguas lluvias que puedan concentrarse en un punto.

Teniendo en cuenta que la cuenca corresponde a un talud con vegetación, para lo cual la Tabla D.4.5 del RAS 2000 recomienda un coeficiente de escorrentía de 0.45, para el proyecto se adoptó este valor.

TABLA D.4.5 (RAS 2000)
Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,75-0,95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,70-0,95
Vías adoquinadas	0,70-0,85
Zonas comerciales o industriales	0,60-0,95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre éstos	0,60-0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,40-0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,20-0,35

8.1.2 Intensidad - Duración de las lluvias- Frecuencia.

Las características de las lluvias a considerar en el diseño dependen del grado de protección que se desee, lo cual, por razones económicas, se basa en la importancia del sector, en la importancia de los canales de drenaje y las vías, y los posibles daños que se puedan causar por no controlar las mismas.

Las curvas Intensidad - Duración de las lluvias - Frecuencia sintetizan las características de los eventos extremos máximos de precipitación de una determinada zona y definen la intensidad media de lluvia para diferentes duraciones de eventos de precipitación con períodos de retorno específicos.

El artículo 135 de la resolución 0330 en su numeral 2 establece que la intensidad de la lluvia se debe tomar de las curvas IDF de la localidad.

En la zona del estudio se cuenta con la estación meteorológica APTO ARAUCA con código No. [3705501] perteneciente al IDEAM.

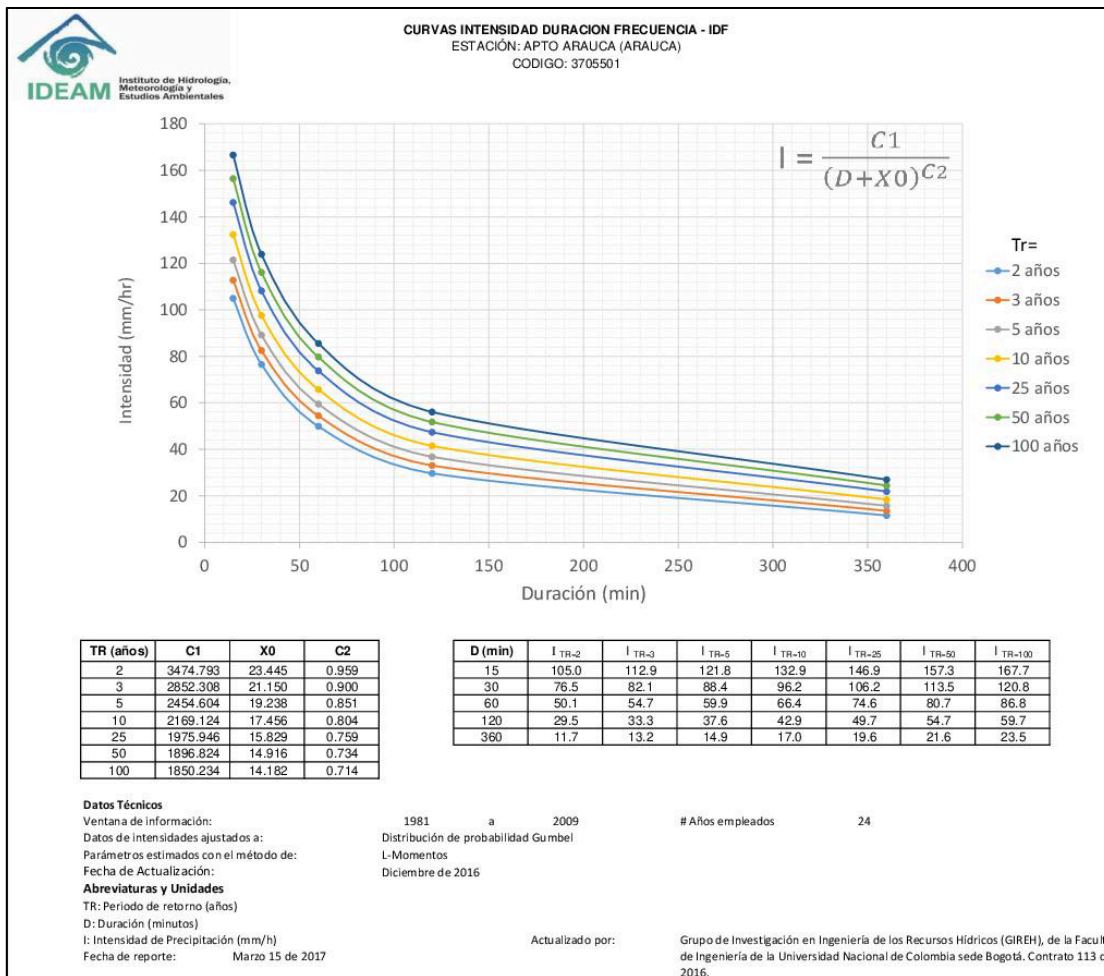


Figura 37. Curvas IDF, APTO ARAUCA.

La intensidad de una lluvia se define como el volumen de agua que se precipita por unidad de tiempo y generalmente se expresa en mm/hr o lts/Ha/seg. Es conveniente recordar que 1 mm/hr = 2.78 lts/seg/ha. La intensidad de precipitación que debe usarse en la estimación del caudal pico de aguas lluvias corresponde a la intensidad media de la precipitación dada por las curvas IDF para el período de retorno de diseño definido con base en lo establecido en el artículo 135 de la resolución 0330 en el numeral 1.

La duración de la lluvia es el tiempo comprendido entre el comienzo y el final de la lluvia, este final puede ser el total o el momento hasta donde es apreciable la lluvia

para efectos prácticos, esta duración es equivalente al tiempo de concentración de la escorrentía.

La frecuencia es el inverso del período de retorno, teniendo en cuenta la tabla 16 de la resolución 0330, y una lluvia de duración igual al tiempo de concentración que se obtenga al realizar los cálculos, según el numeral 4 del artículo 135 de la resolución 0330, el tiempo mínimo de concentración puede estar entre 3 y 10 minutos.

Para efectos de cálculo, mediante regresión se halló ecuaciones potenciales para las curvas con periodos de retorno de 5 años.

D: Tiempo de concentración en minutos.

Estas ecuaciones presentan un coeficiente de correlación ($R^2 = 1.00$) que nos garantiza muy buena exactitud en los cálculos.

Tabla 22. Periodo de Retorno o Grado de Protección

Características del área de drenaje	Período de retorno (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 hectáreas	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 hectáreas	10
Canales abiertos que drenan áreas menores a 1000 hectáreas	50
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100

8.1.3 Tiempo De Concentración De Las Aguas En Un Determinado Punto.

Tiempo de concentración. Se define como el tiempo necesario, desde el inicio de la precipitación, para que toda la hoya contribuya al sitio de la obra de drenaje en consideración, o, en otras palabras, el tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la hoya hasta llegar a la salida de la misma.

En general, el tiempo de concentración se calcula por medio de ecuaciones empíricas, dentro de las cuales se analizó 5 de las existentes:

1. Ecuación de Kirpich

$$T_c = 0.06628 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$$

Dónde:

T_c: Tiempo de concentración en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S: pendiente entre las elevaciones máxima y mínima (pendiente total) del cauce principal en metros por metro (m/m).

2. Ecuación de Témez

$$T_c = 0.30 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Dónde:

T_c: Tiempo de concentración en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).

3. Ecuación de V.T. Chow

$$T_c = 0.273 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.64}$$

Dónde:

Tc: tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S: Pendiente total del cauce principal, en metros por metro (m/m).

4. Ecuación de SCS – Ranser

$$T_c = 0.947 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Dónde:

Tc: tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

H: Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente principal, en metros (m).

5. Ecuación de Federal Aviation Administration.

Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos, recopilada por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos; el método fue desarrollado para ser utilizado en problemas de drenaje de aeropuertos, pero ha sido frecuentemente usado para calcular flujo superficial en cuencas urbanas.

$$T_c = \frac{3.261(1.1 - C)^{0.50}}{S^{0.333}}$$

Dónde:

Tc: Tiempo de concentración, en minutos (min).

C: Coeficiente de escorrentía; del método adimensional.

L: longitud del cauce principal, en metros (m).

S: pendiente del cauce principal, en porcentaje (%).

8.1.4 Estimación Del Caudal De Diseño.

La determinación del gasto de diseño para un sistema de recolección de aguas lluvias atiende generalmente el método racional, el cual asume que el caudal máximo que se acumula en un determinado punto como consecuencia de aguas pluviales está expresado por la ecuación:

$$Q = C \times i \times A$$

Dónde:

Q = Caudal en litros/segundo.

C = Coeficiente de escorrentía.

i = Intensidad de lluvia (litros/segundo/ha)

A = Área en Has.

El método considera la intensidad de lluvias, para una duración igual al tiempo de concentración, ya que se estima que habrá un incremento de caudal a medida que se incrementa el área, puesto que la disminución en intensidad con el tiempo es compensada con el mayor incremento de área.

8.1.5 Período De Retorno De Diseño.

Se usará período de retorno de 5 años.

8.1.6 Procedimiento De Diseño:

- ❖ Con las áreas de influencia en el proyecto y el tipo de suelo o zona definitiva se procede a calcular el coeficiente de escorrentía, en este caso la superficie de drenaje está recubierta por asfalto y concreto principalmente, se utilizará un coeficiente de escorrentía de 0.60, recomendado por el RAS 2000 en la Tabla D.4.5.
- ❖ Simultáneamente con cada área de drenaje, también se determinan la longitud del cauce más largo y la diferencia entre éste y el punto de evaluación. Con estos datos se determina el tiempo de concentración.

- ❖ Conocido el tiempo de concentración y con ayuda de la gráfica Curvas de intensidad - frecuencia - duración, para los periodos de retorno analizados se determina la intensidad de diseño.
- ❖ Con la intensidad de diseño, el área de drenaje y el coeficiente de escorrentía aplicando la fórmula del método racional $Q = C \times i \times A$, se determina el caudal de diseño.

8.2 EVALUACIÓN DEL TRANSPORTE DE AGUAS POR TUBERÍAS.

8.2.1 Ecuaciones de diseño.

El diseño se basa en la ecuación de Colebrook – White combinada con la ecuación de Darcy – Weisbach, para obtener una ecuación en función de los parámetros hidráulicos del colector con la cual se calcula la capacidad del colector.

ECUACIÓN DE DARCY - WEISBACH

$$h_f = f \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g}$$

ECUACIÓN DE DARCY - COLEBROOK - WHITE

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left[\frac{K_s}{3.7d} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right]$$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

Donde:

h_f = Pérdida de cabeza a lo largo del tramo (m)

f = Factor de fricción de Darcy (Adimensional)

L = Longitud del tramo de tubería (m)

d = Diámetro interior de la tubería (m)

V = Velocidad media del flujo (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (m/s^2)

K_s = Rugosidad absoluta de la tubería (m). Para PVC = $1.5 \cdot 10^{-6} m$

Re = Número de Reynolds = Vd/ν (Adimensional)

ν = Viscosidad cinemática del fluido (m^2/s)

En combinación de las anteriores ecuaciones se obtiene la siguiente expresión matemática:

$$Q = -2 * A * \sqrt{8 * g * R * S} * \text{Log} \left(\frac{K_s}{14.8 * R} + \frac{2.51 * \nu}{4 * R * \sqrt{8 * g * R * S}} \right)$$

Dónde:

Q = Caudal (m^3/s)

A = Área mojada de la tubería. (m^2)

R = Radio hidráulico. (m)

S = Pendiente hidráulica.

Con la ecuación de continuidad se calcula la velocidad de flujo en el colector

$$Q = AV$$

Como los colectores de aguas lluvias no trabajan a presión, para hacer los cálculos se analiza la tubería para tubo parcialmente lleno y de acuerdo al caudal de diseño se define el diámetro y la lámina de agua para tubo parcialmente lleno, por lo tanto, el área a considerar es la de un segmento de círculo con ángulo central θ (Teta), o sea

$$A = r^2/2 (\theta - \text{sen}\theta) = d^2/8 (\theta - \text{sen}\theta)$$

8.2.2 Parámetros de diseño.

Los parámetros de diseño a considerar son los siguientes:

Tiempo de Concentración Inicial = Debe estimarse

Periodo de diseño = 5 años

Coeficiente de escorrentía = 0.6-0.95

Pendiente longitudinal = Variable ajustando a terreno y control de velocidad

Relación y/d inicial (tuberías) = 0.99

Rugosidad absoluta de la tubería = $1.5 \cdot 10^{-6} \text{m}$ (Para tubería en PVC)

Diámetro = Se calcula y se ajusta a diámetro comercial

8.2.3 Verificación de condiciones de AUTO LIMPIEZA.

Para garantizar el transporte de sedimentos en el sistema se debe tener como criterio la velocidad mínima de flujo y el esfuerzo cortante o capacidad de arrastre de sólidos estipulados por el RAS 2000 en el numeral D.4.3.10 con los siguientes valores.

Velocidad mínima $> 0.75 \text{ m/s}$

Esfuerzo cortante:

- En su mayor capacidad $\tau > 1 \text{ N / m}^2$
- Para el 10% de la capacidad $\tau > 1.5 \text{ N / m}^2$



Tabla 23. Cálculo red pluvial.

PARAMETROS DE DISEÑO			
Temperatura	33		[°]
K _s	PLÁSTICO (PVC)	1.50E-06	[m]
v=	0.000000774		[m2/seg]

TRAMO	AREA		Q	DIMENSION		Pendiente S	TRAMO															Caida	COTAS CLAVES		COTAS TERRENO	
	Propia	Acumulada		L	g			Y/f	d	e	A	R	Qo	Vo	Verificación	Ft	Verificación	T	D	Verificación	Inicial		Final	Inicial	Final	
	m²	m²	L/s	"	%	-	Rad	Rad	m2	m	L/s	m/s	Vo<0.6m/s	kg/m²	Ft<0.15Kg/m²	m	m	Froude	Dm	cm	m	m	m	m		
A-B	46.89	46.89	1.733	4.02	3	1.0	A-B	0.45	1.662	2.959	0.002	0.0179	1.732	0.86	Cumple	0.18	Cumple	0.0759	0.027	1.684	4.0	14.55	14.51	15.05	15.05	
C-D	82.18	82.18	3.036	11.56	3	1.0	C-D	0.64	1.285	3.713	0.0031	0.0218	3.036	0.98	Cumple	0.22	Cumple	0.0731	0.042	1.528	11.6	14.55	14.43	15.05	15.05	
D-E	82.18	164.35	6.072	3.44	4	1.0	D-E	0.61	1.35	3.583	0.0052	0.0284	6.071	1.17	Cumple	0.28	Cumple	0.0991	0.052	1.640	3.4	14.43	14.40	15.05	15.05	
F-H	82.18	82.18	3.036	7.49	3	1.0	F-H	0.64	1.285	3.713	0.0031	0.0218	3.036	0.98	Cumple	0.22	Cumple	0.0731	0.042	1.528	7.5	14.55	14.48	15.05	15.05	
G-H	82.18	82.18	3.036	4.45	3	1.0	G-H	0.64	1.285	3.713	0.0031	0.0218	3.036	0.98	Cumple	0.22	Cumple	0.0731	0.042	1.528	4.5	14.55	14.51	15.05	15.05	
H-J	0.00	164.35	6.072	4.69	4	1.0	H-J	0.61	1.35	3.583	0.0052	0.0284	6.072	1.17	Cumple	0.28	Cumple	0.0991	0.052	1.640	4.7	14.48	14.43	15.05	15.05	
I-J	82.18	82.18	3.036	4.63	3	1.0	I-J	0.64	1.285	3.713	0.0031	0.0218	3.036	0.98	Cumple	0.22	Cumple	0.0731	0.042	1.528	4.6	14.55	14.50	15.05	15.05	
J-L	0.00	246.53	9.108	0.54	4	1.0	J-L	0.85	0.789	4.704	0.0074	0.0308	9.108	1.24	Cumple	0.31	Cumple	0.0721	0.102	1.237	0.5	14.43	14.42	15.05	15.05	
K-L	82.18	82.18	3.036	6.34	3	1.0	K-L	0.64	1.285	3.713	0.0031	0.0218	3.036	0.98	Cumple	0.22	Cumple	0.0731	0.042	1.528	6.3	14.55	14.49	15.05	15.05	
M-O	40.17	40.17	1.484	8.30	4	1.0	M-O	0.28	2.031	2.221	0.0018	0.0163	1.484	0.81	Cumple	0.16	Cumple	0.091	0.02	1.813	8.3	7.55	7.47	8.05	8.05	
N-O	40.17	40.17	1.484	1.20	4	1.0	N-O	0.28	2.031	2.221	0.0018	0.0163	1.484	0.81	Cumple	0.16	Cumple	0.091	0.02	1.813	1.2	7.55	7.54	8.05	8.05	
O-Q	0.00	80.34	2.968	4.36	4	1.0	O-Q	0.40	1.773	2.738	0.003	0.0218	2.969	0.98	Cumple	0.22	Cumple	0.0995	0.03	1.797	4.4	7.47	7.42	8.05	8.05	
P-Q	40.17	40.17	1.484	0.71	4	1.0	P-Q	0.28	2.031	2.221	0.0018	0.0163	1.484	0.81	Cumple	0.16	Cumple	0.091	0.02	1.813	0.7	7.55	7.54	8.05	8.05	
Q-R	0.00	120.50	4.452	10.09	4	1.0	Q-R	0.50	1.566	3.152	0.0041	0.0255	4.452	1.09	Cumple	0.25	Cumple	0.1016	0.04	1.738	10.1	7.42	7.32	8.05	8.05	
S-U	40.17	40.17	1.484	1.43	4	1.0	S-U	0.28	2.031	2.221	0.0018	0.0163	1.484	0.81	Cumple	0.16	Cumple	0.091	0.02	1.813	1.4	7.55	7.54	8.05	8.05	
T-U	40.17	40.17	1.484	1.05	4	1.0	T-U	0.28	2.031	2.221	0.0018	0.0163	1.484	0.81	Cumple	0.16	Cumple	0.091	0.02	1.813	1.1	7.55	7.54	8.05	8.05	
U-W	0.00	80.34	2.968	1.60	4	1.0	U-W	0.40	1.773	2.737	0.003	0.0218	2.968	0.98	Cumple	0.22	Cumple	0.0995	0.03	1.797	1.6	7.54	7.52	8.05	8.05	
V-W	40.17	40.17	1.484	1.07	4	1.0	V-W	0.28	2.031	2.221	0.0018	0.0163	1.484	0.81	Cumple	0.16	Cumple	0.091	0.02	1.813	1.1	7.55	7.54	8.05	8.05	
W-X	0.00	120.50	4.452	2.46	4	1.0	W-X	0.50	1.566	3.152	0.0041	0.0255	4.452	1.09	Cumple	0.25	Cumple	0.1016	0.04	1.738	2.5	7.52	7.50	8.05	8.05	
Y-AA	48.41	48.41	1.789	9.27	4	1.0	Y-AA	0.31	1.97	2.344	0.0021	0.0176	1.789	0.85	Cumple	0.18	Cumple	0.0936	0.022	1.816	9.3	7.55	7.46	8.05	8.05	
Z-AA	48.41	48.41	1.789	1.24	4	1.0	Z-AA	0.31	1.97	2.344	0.0021	0.0176	1.789	0.85	Cumple	0.18	Cumple	0.0936	0.022	1.816	1.2	7.55	7.54	8.05	8.05	
AA-AB	0.00	96.83	3.577	9.98	4	1.0	AA-AB	0.44	1.685	2.914	0.0035	0.0234	3.578	1.03	Cumple	0.23	Cumple	0.1009	0.034	1.777	10.0	7.46	7.36	8.05	8.05	
AC-VIA	46.89	46.89	1.733	15.47	4	1.0	AC-VIA	0.30	1.981	2.322	0.0021	0.0174	1.733	0.84	Cumple	0.17	Cumple	0.0932	0.022	1.816	15.5	0.55	0.40	1.05	1.05	
AD-AF	12.78	12.78	0.472	2.90	4	2.0	AD-AF	0.13	2.4	1.483	0.0006	0.0083	0.472	0.75	Cumple	0.17	Cumple	0.0686	0.009	2.507	5.8	0.55	0.49	1.05	1.05	
AE-AF	12.78	12.78	0.472	0.56	4	2.0	AE-AF	0.13	2.4	1.483	0.0006	0.0083	0.472	0.75	Cumple	0.17	Cumple	0.0686	0.009	2.507	1.1	0.55	0.54	1.05	1.05	
AF-VIA	0.00	25.57	0.945	6.96	4	2.0	AF-VIA	0.18	2.257	1.769	0.001	0.0113	0.945	0.93	Cumple	0.23	Cumple	0.0786	0.013	2.604	13.9	0.49	0.35	1.05	1.05	
AG-AI	30.24	30.24	1.117	10.82	4	2.0	AG-AI	0.20	2.217	1.849	0.0011	0.0122	1.118	0.98	Cumple	0.24	Cumple	0.0811	0.014	2.623	21.6	0.55	0.33	1.05	1.05	
AH-AI	30.24	30.24	1.117	1.17	4	2.0	AH-AI	0.20	2.217	1.849	0.0011	0.0122	1.118	0.98	Cumple	0.24	Cumple	0.0811	0.014	2.623	2.3	0.55	0.53	1.05	1.05	
AI-VIA	0.00	60.47	2.234	26.52	4	2.0	AI-VIA	0.28	2.024	2.235	0.0019	0.0165	2.235	1.20	Cumple	0.33	Cumple	0.0913	0.02	2.670	53.0	0.33	-0.20	1.05	1.05	



8.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE

El área en estudio presenta altos índices de humedad con un nivel freático a 0.9 m. Considerando que muchos de los problemas y fallas en las estructuras se deben a condiciones de drenaje deficientes, se ha diseñado un sistema con filtro geodren. Esto permitirá la captación, conducción y evacuación del agua infiltrada, garantizando un manejo adecuado de la humedad en el sótano.

8.3.1 Diámetro De Los Drenes

Se selecciona un diámetro de tubería perforada que sea capaz de captar y transportar un caudal superior al caudal de infiltración

Según el Nomograma de Prandtl se relaciona el caudal máximo transportado por cada diámetro del dren y cada pendiente.

8.3.2 Tipo de Geo dren a utilizar

Se debe emplear un tipo de geodren con capacidad de conducir un caudal superior al caudal que es capaz de transportar la tubería perforada.

El caudal captado por el colector se calcula con la siguiente ecuación:

$$q_{w \text{ req}} = Q_{AA}/L_C$$

$q_{w \text{ req}}$: Caudal captado por el colector por mL. ($\text{m}^3/\text{s.m}$)

Q_{AA} : Caudal calculado para el área aferente del colector. (m^3/s)

L_C : Longitud del colector. (m)

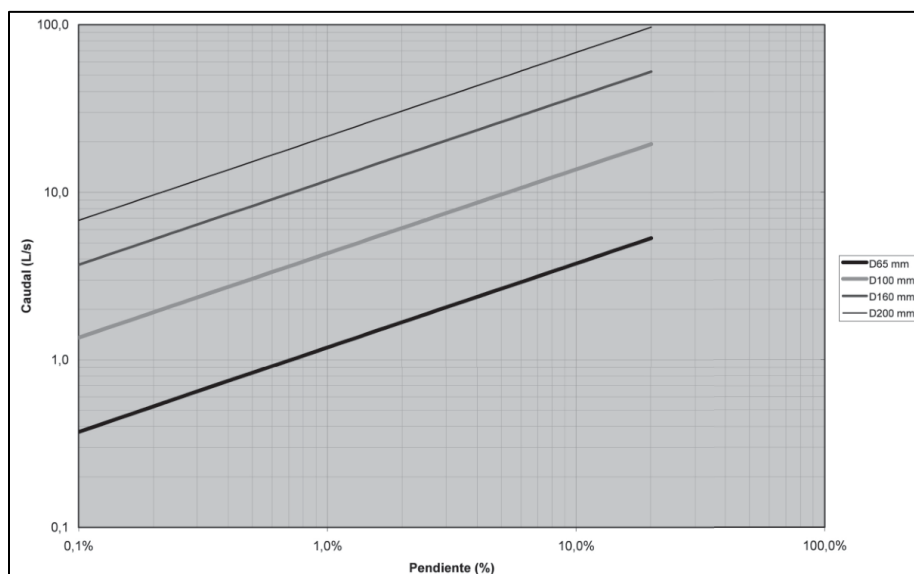


Figura 38. Nomograma de Prandtl – Colebrook para el cálculo del diámetro de tubería perforada.

8.3.3 Tasa de flujo ultima.

La tasa de flujo última del geo dren con un gradiente de entrada igual a 1 por estar en posición vertical se obtiene de la gráfica siguiente suministrada por el fabricante:

8.3.4 Tasa de flujo admisible del colector.

La tasa de flujo admisible del colector secundario se realiza utilizando los factores de reducción para campos deportivos:

$$q_{w \text{ adm}} = q_{w \text{ ult}} / (FR_{CR} * FR_{IN} * FR_{CC} * FR_{BC})$$

Dónde:

$q_{w \text{ adm}}$: Tasa de flujo admisible. (m³/s.m)

$q_{w \text{ ult}}$: Tasa de flujo ultima. (m³/s.m)

FR_{CR} : Factor de reducción por fluencia.

FR_{IN} : Factor de reducción por intrusión.

FR_{CC} : Factor de reducción por colmatación química.

FR_{BC} : Factor de reducción por contaminación biológica.

8.3.5 Factor de seguridad:

La relación entre la tasa admisible del colector y la tasa de flujo captada por el colector debe ser superior a 1.

$$FSg = q_{w \text{ adm}} / q_{w \text{ req}}$$

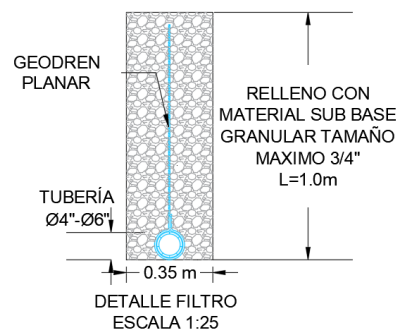


Figura 39. Detalle geo dren.

Ver ANEXO 5. Geo dren colector secundario.

Ver ANEXO 6. Geo dren colector principal.



Tabla 24. Cálculo red de drenaje.

PARAMETROS DE DISEÑO			
Temperatura	33		[°]
K _s	PLÁSTICO (PVC)	1.50E-06	[m]
v=	0.000000774		[m2/seg]

TRAMO	Q _{DT} (L/s)	Q _{DT} (m³/s)	Q _{COOLE} (m³/s)	ERROR	S _w (%)	d	q	A (m²)	R (m)	Diámetro (m)	Diámetro Nominal (Pulg)	Diámetro Externo (m)	Diámetro Interno (m)	Q _{COOLE} (m³/s)	ERROR	y _{do}	d	q	A (m²)	R (m)	D (m)	Y _n (m)	V (m/s)	Verificación	t (N/m²)	NF	Verificación	NR	Verificación
1-CALL#1	0.420	0.00042	0.00043	0.0000	1	0.7954	4.69239	0.0001	0.00	0.012	4	0.110	0.099	0.0004	0.0000	0.05	2.71	0.866167	0.000128	0.00	0.00	0.00	3.32	CUMPLE	30.41	19.104	SUPERCRITICO	1.28E+04	TURBULENTO
CALL#1-CALL#2	0.420	0.00042	0.00043	0.0000	1	0.7954	4.69239	0.0001	0.00	0.012	4	0.110	0.099	0.0004	0.0000	0.05	2.71	0.866167	0.000128	0.00	0.00	0.00	3.32	CUMPLE	30.41	19.104	SUPERCRITICO	1.28E+04	TURBULENTO
CALL#2-CALL#3	0.420	0.00042	0.00043	0.0000	1	0.7954	4.69239	0.0001	0.00	0.012	4	0.110	0.099	0.0004	0.0000	0.05	2.71	0.866167	0.000128	0.00	0.00	0.00	3.32	CUMPLE	30.41	19.104	SUPERCRITICO	1.28E+04	TURBULENTO
CALL#3-CALL#4	0.420	0.00042	0.00043	0.0000	1	0.7954	4.69239	0.0001	0.00	0.012	4	0.110	0.099	0.0004	0.0000	0.05	2.71	0.866167	0.000128	0.00	0.00	0.00	3.32	CUMPLE	30.41	19.104	SUPERCRITICO	1.28E+04	TURBULENTO
CALL#4-CALL#6	4.060	0.00406	0.00406	0.0000	0.5	0.7954	4.69239	0.0008	0.01	0.033	6	0.168	0.160	0.0041	0.0000	0.09	2.54	1.200750	0.000859	0.01	0.01	0.01	4.72	CUMPLE	45.62	15.471	SUPERCRITICO	5.46E+04	TURBULENTO
2-CALL#5	4.060	0.00406	0.00406	0.0000	0.5	0.7954	4.69239	0.0008	0.01	0.033	6	0.168	0.160	0.0041	0.0000	0.09	2.54	1.200751	0.000859	0.01	0.01	0.01	4.72	CUMPLE	45.62	15.471	SUPERCRITICO	5.46E+04	TURBULENTO
CALL#5-CALL#6	4.060	0.00406	0.00406	0.0000	0.5	0.7954	4.69239	0.0008	0.01	0.033	6	0.168	0.160	0.0041	0.0000	0.09	2.54	1.201071	0.000860	0.01	0.01	0.01	4.73	CUMPLE	45.64	15.472	SUPERCRITICO	5.46E+04	TURBULENTO
CALL#6-EBALL	4.060	0.00406	0.00406	0.0000	0.5	0.7954	4.69239	0.0008	0.01	0.033	6	0.168	0.160	0.0041	0.0000	0.09	2.54	1.201071	0.000860	0.01	0.01	0.01	4.73	CUMPLE	45.64	15.472	SUPERCRITICO	5.46E+04	TURBULENTO

9 SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS

Se plantea la instalación de un sistema de bombeo para aguas Lluvias nueva.

POZO EYECTOR AGUA DE INFILTRACION

Dimensiones		
Ancho	2.00	m
Largo	6.00	m
H. Reguladora	2.00	m
VOLUMEN	24.00	m ³
	24000	L
TIEMPO DE BOMBEO	900.000	seg
	15.00	min
CAUDAL DE BOMBEO	0.0267	m ³ /seg
	26.67	L/seg

TUBERIA DE IMPULSION		
Velocidad Inicial	1.5	m/seg
Diámetro Calculado	0.150	m
	5.92	pulg
Diam. Comercial	6	pulg
Velocidad real	1.46	m/seg

LONGITUDES EQUIVALENTES- ESTACION DE BOMBEO IMPULSION			
ACCESORIO	CANTIDAD	Perdida(m)	Subtotal(m)
Válvula de compuerta de 6"			
PVC	1.0	0.36	0.36
Válvula de retención de 6" PVC	1.0	4.10	4.10
Codo corto de 6" PVC	6.0	1.39	8.34
Longitud tubería de 4" PVC	109.84	0.50	54.92
TOTAL=			67.72

DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DINÁMICA TOTAL		
H _{EST}	6	m
H _{perdidas}	0.778	m
V ² /2	0.11	m
HDT	6.89	m
DATOS DE LA BOMBA		
e=	0.60	-
Q=	26.67	L/s
	1600.00	L/Min
	422.72	GPM
ADT =	6.89	m.c.a.
P _{HP} =	5.03	H.P.
P_{COMERCIAL}=	7.50	H.P.

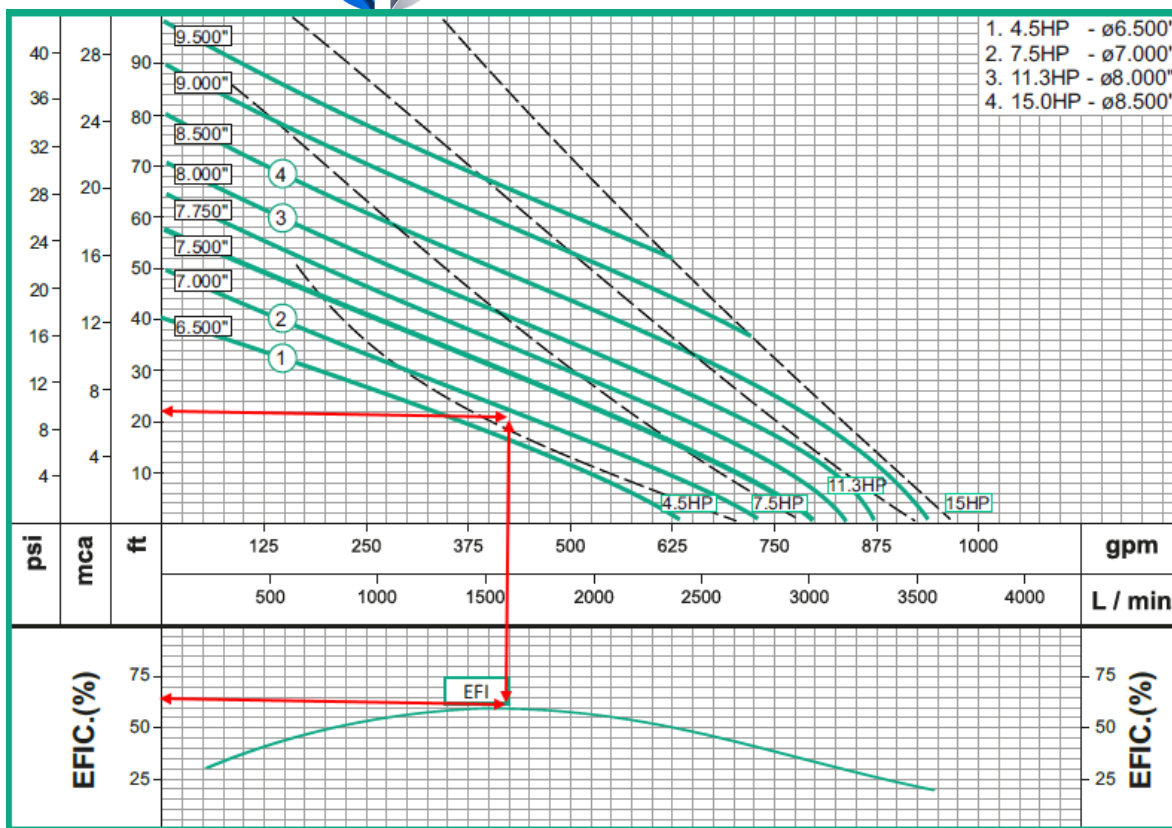


Figura 40. Curva de Bomba Seleccionada del Sistema de Bombeo.



BOMBAS SUMERGIBLES

Para Aguas Residuales

NE 4 45-4 / NE 4 75-4
NE 4 113-4 / NE 4 150-4

Modelo	Ref.	Potencia (HP)	Voltaje (V)	H max. (mca) *	Q max. (GPM) **	Descarga	Peso (Kg)
NE 4 45-4-220	1C0061	4.5	220	12	637	4"	128
NE 4 45-4-440	1C0078	4.5	440	12	637	4"	128
NE 4 75-4-220	1C0062	7.5	220	15	731	4"	142
NE 4 75-4-440	1C0067	7.5	440	15	731	4"	142
NE 4 113-4-440	1C0063	11.3	220	22	875	4"	156
NE 4 113-4-440	1C0077	11.3	440	22	875	4"	156
NE 4 150-4-440	1C0064	15.0	220	25	937	4"	182
NE 4 150-4-440	1C0069	15.0	440	25	937	4"	182

* La altura (H) máxima se logra con la válvula totalmente cerrada. (mca= metros columna de agua).

** El caudal (Q) máximo se logra con la válvula totalmente abierta. (gpm= galones por minuto).

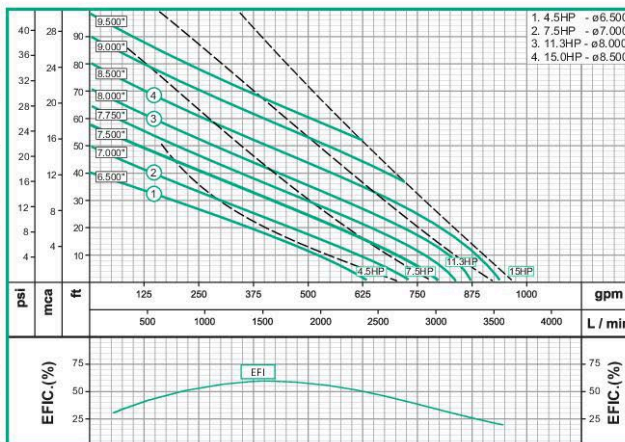
Materiales	
Cuerpo	Hierro fundido ASTM A-48, Clase 30
Carcasa	Hierro fundido ASTM A-48, Clase 30
Impulsor	Hierro fundido ASTM A-48, Clase 30
Sello mecánico	Silicio/Silicio/Vitón
Acople intermedio	Hierro fundido ASTM A-48, Clase 30
Empaques	Buna Nitrilo

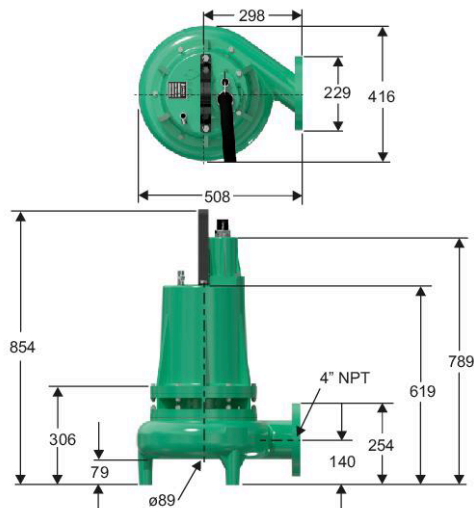
Características de la bomba	
Tipo de bomba	Centrífuga
Tipo de acoplamiento	Monobloque
Descarga	4" Brida 125lb
Tipo de impulsor	Cerrado de 2 alabes Balanceado dinámicamente según ISO G6.3
Sólidos en suspensión	ø3"(76.2mm) max.
Tipo de sello	Doble sello mecánico 1-17/8" tipo 21
Temperatura Max. Líquido	104° F (40 ° C) Continua
Conexión eléctrica	conjunto de cable 9 metros

Características del Motor	
Tipo	Eléctrico
Potencia	4.5/7.5/10/15Hp Segun modelo
Diseño	NEMA B, Lleno de aceite, inducción jaula de ardilla
Velocidad	1.750 RPM (nominal)
Aislamiento	Clase F
Refrigeración	Aceite dieléctrico Diala AX
Voltaje	220/440
Factor de servicio	1,15
Frecuencia	60Hz
Fases	3



Aplicaciones	
•	Bombeo de agua con sólidos en suspensión hasta ø3"
•	Manejo de aguas residuales o negras
•	Desagüe zonas inundadas
•	Pozos sépticos
•	Riego de estiércol
•	Manejo de agua en beneficiadores de café
•	Control de niveles freáticos





dimensiones en milímetros

No	DESCRIPCION	REF	CANTIDAD			
			45	75	113	150
1	CUERPO EN HIERRO	61575	1	1	1	1
2	ACOPLE EN HIERRO	62485	1	1	1	1
3	ACOPLE DOBLE SELLO	62484	1	1	1	1
4	IMPULSOR ø6.500"	53285	1			
4	IMPULSOR ø7.000"	53270		1		
4	IMPULSOR ø8.000"	53282			1	
4	IMPULSOR ø6.500"	53278				1
5	MOTOR 4.5 HP	62310	1			
5	MOTOR 7.5 HP	62311		1		
5	MOTOR 11.3 HP	62312			1	
5	MOTOR 15.0 HP	62313				1
6	SELLO MECANICO 1-1/4" MIXTO	00052	1	1	1	1
7	EMPAQUE DEL CUERPO	27346	1	1	1	1
8	ESPARRAGO 3/8"x 2" NC INOX	02243	6	6	6	6
9	TORNILLO SOCKET 1/4"x3/4" INOX	16673	2	2	2	2
10	DIAFRAGMA 4SEH	00194	1	1	1	1
11	ANILLO PISADOR DIFRAGMA	22756	1	1	1	1
12	TORNILLO 1/4"x3/4" NC INOX	16670	4	4	4	4
13	TUERCA 3/8"NC INOXIDABLE	02521	12	12	12	12
14	RODAMIENTO 5307	39495	1	1	1	1
15	RODAMIENTO 6205 ZZ	17807	1	1	1	1
16	CARCASA	62050	1	1	1	1
17	TORNILLO 3/8"x 2" NC INOX	02237	6	6	6	6
18	ANILLO CUADRO	27347	1	1	1	1
19	TORNILLO 3/8"x1" NC INOX	02218	4	4	4	4
20	CONJUNTO DE CABLES	61282	1	1	1	
20	CONJUNTO DE CABLES	61283				1
21	MANIJA DE ELEVACION	52214	1	1	1	1
22	VALVULA DE ALIVIO 1/2"	70426	1	1	1	1
23	ANILLO CUADRO	27348	1	1	1	1
24	ELECTRODO PARA SENSOR	39383	2	2	2	2
25	CABLE DEL SENSOR	90085	1	1	1	1
26	ARANDELA ESP. 0.010"	01348	1	1	1	1
27	ARANDELA DE RETENCION	30657	1	1	1	1
28	TORNILLO 1/2"x-1"NC INOX	02231	2	2	2	2
29	TORNILLO #6-32NC x5/16 T.F	21765	2	2	2	2
30	TORNILLO 3/16"x1/2NC BR.	16955	1	1	1	1
31	TAPON 1/4" NPT	03201	1	1	1	1
32	ARANDELA PRESION 1" INOX	02609	1	1	1	1
33	TORNILLO 1/2"x1-1/2"NC INOX	02230	1	1	1	1

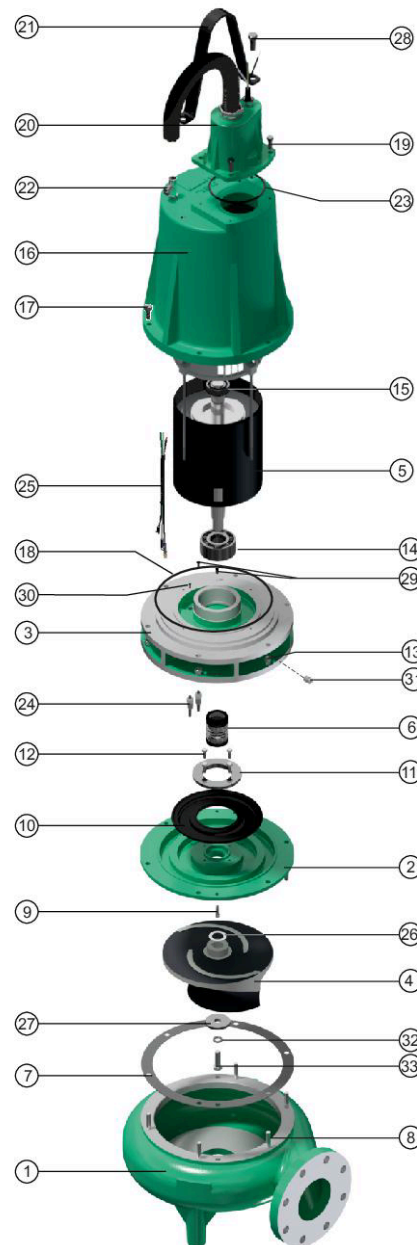


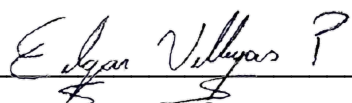
Figura 41. Características del Sistema de Bombeo aguas Lluvias.

10 CONCLUSIONES

- ❖ El proyecto cumple con la normativa colombiana NTC1500, la resolución 0330 del 08 de junio del 2017 y la resolución 0799 del 09 de diciembre de 2021.
- ❖ Para el sistema de bombeo dio como resultado que para abastecer el sistema de la red hidráulica se necesitara una bomba de 7.5HP y un hidroneumático de 750L y se recomienda otra igual para ser utilizada en un daño de la primera o para ser utilizada por ciclos.
- ❖ Para el sistema de bombeo dio como resultado que para abastecer el sistema de la red contraincendios se necesitara una bomba de 20HP y una bomba sostenedora de presión JOCKEY de 2.0HP.
- ❖ Para sistema de bombeo de evacuación de aguas residuales se necesitará una bomba Sumergibles Para Aguas Residuales de 3.0HP.
- ❖ Para sistema de bombeo de evacuación de aguas lluvias se necesitará una bomba Sumergibles Para Aguas Residuales de 7.5HP.
- ❖ Para realizar el análisis de precipitaciones de la zona se emplearon los datos de las estaciones meteorológica APTO ARAUCA (ARAUCA) con código No. [3705501] del IDEAM ubicada en zona cercana al sitio en estudio, esto hace que los datos de estas estaciones ofrezcan la suficiente confianza.
- ❖ Cualquier cambio en los diseños presentados deberán ser informados al diseñador para su respectiva aprobación.

11 BIBLIOGRAFÍA

- NTC 1500: Código Colombiano de Fontanería.
- Ministerio de vivienda, ciudad y territorio Resolución 0330 de 2017.
- Ministerio de vivienda, ciudad y territorio Resolución 0799 de 2021.
- NSR-10: Reglamento Colombiano de Normas Sismo Resistentes. Títulos J y K.
- NTC 1669: Norma técnica colombiana sobre sistemas de protección contra incendio.
- NFPA (National Fire Protection Association), y en particular las siguientes:
 - ✓ NFPA 10 Portable Fire Extinguishers.
 - ✓ NFPA 13 Sistemas de Rociadores Sprinklers.
 - ✓ NFPA 14 Installation of Standpipe and Hose Systems
 - ✓ NFPA 20 Centrifugal Fire Pumps
- JUAN G SALDARRIAGA V. Hidráulica de tuberías.
- GILBERTO SOTELO ÁVILA. Hidráulica general, volumen 1
- ARTURO ROCHA FELICES. Hidráulica de tuberías y canales.
- RICARDO ALFREDO LÓPEZ CUALLA. Elementos de diseño de acueducto y alcantarillado.
- CAPITULO_10_SISTEMA_SUBDRENAJE_GEODREN.



EDGAR VILLEGAS PALLARES

Ingeniero Civil

Especialista en Agua y Saneamiento Ambiental

M.P. No 54202136467 NTS