

# PROYECTO

## Edificio Itchimbia

### MEMORIA TÉCNICA DEL ANÁLISIS Y DISEÑO HIDROSANITARIO

- DESCRIPCIÓN.** - El proyecto "Edificio Itchimbia" se ubica en la ciudad de Quito, parroquia centro histórico, calle Valparaíso; el proyecto es un edificio de 2 pisos altos, planta baja y 3 subsuelos, destinado a vivienda, el cual se conforma de 6 departamentos, parqueaderos y áreas verdes.
- SISTEMA DE AGUA POTABLE.** - Las instalaciones de la red de agua potable son el conjunto de tuberías, equipo de bombeo y reserva de agua potable, que están diseñadas para cubrir todas las necesidades del proyecto y garantizar el suministro en óptimas condiciones; es decir que todas las líneas se han calculado para la utilización del caudal de simultaneidad en las horas pico (de máximo consumo). Para el cálculo de caudales y diámetros en cada una de las tuberías se ha comparado con cuatro métodos, "Método de los pesos", "Publicaciones de la NEC-11", "Método de Hunter original" y "Método de Hunter modificado"; considerando el uso simultáneo de aparatos sanitarios. Los caudales utilizados para determinar la simultaneidad de servicio se los expresa de acuerdo a las siguientes tablas:

#### 2.1. Método de los Pesos:

La utilización de este método está proyectado para funcionar mediante cierto caudal, el cual no deberá ser inferior a los valores del siguiente cuadro, el mismo que realiza una relación de los caudales por el método de Hunter para obtener un consumo máximo probable.

ARTEFACTO	Q instantáneo lt/s	PESO
Inodoro de tanque	0.15	0.3
Inodoro de fluxómetro	1.9	40
Lavamanos	0.2	0.5
Llaves de manguera	0.09	0.1
Ducha	0.2	0.5
Fregadero	0.25	0.7
Lavadora de ropa	0.25	0.7

El cálculo se basa en la premisa, de que la velocidad en las tuberías no exceda de 2 m/s para diámetros pequeños, con la finalidad de evitar ruidos y golpe de ariete en los conductos. El cálculo de caudales de distribuidores, columnas y ramificaciones se ha efectuado en base a la fórmula, que determina el caudal simultáneo.

$$Q_{mp} = 0.3\sqrt{\sum P}$$

## 2.2. Método de la ecuación empírica indicada en la norma NEC-11:

Este método se basa en los caudales instantáneos mínimos necesarios para una simultaneidad de consumo propuesto por la Norma Ecuatoriana de la Construcción para la obtención del caudal máximo probable.

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

**2.3. Método de Hunter Original.** - El cálculo del caudal máximo probable mediante este método se fundamenta en las unidades de consumo, dichas unidades son los caudales demandados por aparato sanitario. Las ecuaciones para el cálculo del caudal máximo probable según el *Manual de Instalaciones Hidrosanitarias – Ing. Gustavo Ruiz* se especifican a continuación:

Para valores de unidades de consumo desde cero a < 1200

$$\text{Con fluxómetro } Q_{mp} = 0.52117 \times UC^{0.4585}$$

Para valores con unidades de consumo desde cero a < 1200

$$\text{Con tanque o llaves: } Q_{mp} = 0.113207 \times UC^{0.6838}$$

Para valores con unidades de consumo iguales o mayores a 1200

$$\text{Con fluxómetro, tanque o llaves } Q_{mp} = 0.114802 \times UC^{0.6841}$$

**2.4. Método de Hunter Modificado:** El cálculo del caudal máximo probable mediante este método se fundamenta en las unidades de consumo, al igual que método anteriormente mencionado. Las ecuaciones para el cálculo del caudal sugerido en la norma NTC 1500 se especifican a continuación:

Para aparatos entre  $3 < UC < 240$

$$\text{Para aparatos comunes: } Q_{mp} = 0.1163 \times UC^{0.6875}$$

$$\text{Para aparatos con fluxómetro: } Q_{mp} = 0.7243 \times UC^{0.384}$$

Para aparatos entre  $260 < UC < 1000$

$$\text{Para aparatos comunes: } Q_{mp} = 0.074 \times UC^{0.7504}$$

Para aparatos con fluxómetro:  $Q_{mp} = 0.3356 \times UC^{0.5281}$

Para los métodos mencionados en los acápite 2.3 y 2.4 se tiene la siguiente tabla que indica las Unidades de Consumo:

Aparatos sanitarios	UC Privado	UC Público
Bañera / Tina	2	2
Bidet	2	2
Ducha	2	3
Fregadero de Cocina	2	4
Fuentes para beber	1	1
Grifo de manguera	3	3
Inodoro con deposito	3	5
Inodoro con fluxómetro	6	10
Lavabo	1	2
Máquina para lavar ropa	3	3
Máquina lava vajilla	3	3
Urinario con fluxómetro	5	5
Urinario con llave	2	2

Teniendo en cuenta el factor económico y de óptimo funcionamiento hidráulico, evitar exceso de ruidos, vibraciones y golpe de ariete; se han diseñado los conductos de agua de tal manera que las velocidades se encuentren dentro del rango de 0.6 – 2.5 m/s.

- SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE.** - Para el sistema de agua caliente se plantea utilizar tanques acumuladores puntuales en cada uno de los departamentos, con los cuales se abastecerá a cada uno de los puntos con demanda de agua caliente

#### 4. TABLAS DE CALCULO

DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE PROYECTO: Edificio Itchimbia			
FECHA: 18 de marzo de 2021		REF:	
UBICACIÓN: PARROQUIA CENTRO HISTORICO CAKKE VALPARAISO EE		ÁREA TERRENO: 350.95 m <sup>2</sup>	
ÁREA CONSTRUCCIÓN: 845.12 m <sup>2</sup>			
<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>		<b>NIVEL DE DISEÑO: SALIDA DE IMPULSION / COLUMNAS DE DISTRIBUCION / INGRESO A DEPARTAMENTOS.</b>	
<b>CALCULO DE POBLACION:</b>		<b>VOLUMEN TOTAL CISTERNA = 39.77 m<sup>3</sup></b>	
N° DORMITORIOS: 14.00 und.		<b>VOLUMEN RESERVA AGUA CALIENTE: 370 galons</b>	<b>Volumen S.C.I.: 22.71</b>
ÁREAS VERDES: 64.88 m <sup>2</sup>		DOTACION: 250.0 l/hab/día	
		DOTACION ÁREAS VERDES: 2.0 l/m <sup>2</sup> /día	
N° Hab. Vivienda: 28 hab.		DOTACION A. Caliente: 50.0 l/hab/día	
		VOLUMEN CONSUMO: 7.00 m <sup>3</sup>	DIMENSIONES CISTERNA (liquido libre)
		VOLUMEN ÁREAS VERDES: 0.13 m <sup>3</sup>	h = 2.50 m
		VOLUMEN AGUA CALIENTE: 1.40	b = 4.00 m
<b>TOTAL: 28 hab.</b>		<b>VOLUMEN TOTAL AAPP: 39.77</b>	a = 4.00 m
<b>ACOMETIDA = 1 pulgada</b>	<b>T. D. H. aa pp = 35.07 m</b>	<b>Q s1 = 2.57 l/s</b>	<b>BOMBA AA PP = 3.00 H.P.</b>
TIEMPO DE LLENADO: 24.00 horas	Nivel Superior proyecto = 9.36 m	<b>40.80 gpm</b>	<b>P Calculada = 2.41 H.P.</b>
VELOCIDAD DE AGUA: 1.00 m/s	Nivel Inferior (tapa cisterna) = 0.00 m		
DIAMETRO Ø = 24.21 mm	Altura de agua en cisterna = 2.50 m		
	Altura de aire en cisterna = 0.30 m		
	Espesor tapa de cisterna = 0.25 m		
	Altura al eje de la bomba = 0.45 m		
	Altura de salida de ducha = 2.50 m		
	Carga de agua pto. +desfavorable = 15.00 m		
	hf = 4.71 m		<b>HIDRONEUMATICO = 222 GLN</b>

UBICACIÓN	DEPART	PUNTOS DE AGUA										LINEA AGUA FRIA				LINEA AGUA CALIENTE				DPTO.		PISO				TOTAL			
		Inodr	Lavb	Duch	Calen t.	Lav. Ropa	Freg. Cocin	Uti. Flux	Llave	Pisc O Jac	Refr	P	Q	D	V	P	Q	D	V	Q	D	P	Q	D	V	P	Q	D	V
PLANTA ALTA 2	Depto. 1	2	2	2							2.60	0.48	3/4	0.00	2.00	0.42	3/4	0.00	0.64	1	9.20	0.91	1	1.80	9.20	0.91	1	1.80	
	Depto. 2	2	2	2							2.60	0.48	3/4	0.00	2.00	0.42	3/4	0.00	0.64	1									
PLANTA ALTA 1	Depto. 1	1	1			1	3	2			4.20	0.61	1	1.21	3.30	0.54	3/4	0.00	0.82	1	15.00	1.16	1 1/4	1.47	24.20	1.48	1 1/4	1.86	
	Depto. 2	1	1			1	3	2			4.20	0.61	1	1.21	3.30	0.54	3/4	0.00	0.82	1									
PLANTA BAJA	Depto. 3	3	3	2		1	3	1			6.50	0.76	1	1.51	5.30	0.69	1	1.36	1.03	1	12.10	1.04	1	2.06	36.30	1.81	1 1/2	1.59	
	Comunal										0.30	0.16	1/2	0.00	-	-	-	-	0.16	1/2									
SUBSUELO 1	Depto. 4	3	3	2		1	3	1			6.50	0.76	1	1.51	5.30	0.69	1	1.36	1.03	1	13.10	1.09	1 1/4	1.37	49.40	2.11	1 1/2	1.85	
	Comunal	1	1								0.80	0.27	3/4	0.00	0.50	0.21	3/4	0.00	0.34	3/4									
SUBSUELO 2	Depto. 5	2	2	2							2.60	0.48	3/4	0.00	2.00	0.42	3/4	0.00	0.64	1	9.20	0.91	1	1.80	9.20	0.91	1	1.80	
	Depto. 6	2	2	2							2.60	0.48	3/4	0.00	2.00	0.42	3/4	0.00	0.64	1									
SUBSUELO 3	Depto. 5	1	1			1	3	2			4.20	0.61	1	1.21	3.30	0.54	3/4	0.00	0.82	1	15.00	1.16	1 1/4	1.47	58.60	2.30	1 1/2	2.01	
	Depto. 6	1	1			1	3	2			4.20	0.61	1	1.21	3.30	0.54	3/4	0.00	0.82	1									
<b>TOTALES</b>		19	19	12	0	6	18	0	11	0	41.30	1.928	1 1/2	1.69105	32.30	1.705	1 1/4	2.153501											

## DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE

### Edificio Itchimbia

FECHA: 18 de marzo de 2021

UBICACIÓN: PARROQUIA CENTRO HISTORICO CALLE VALPARAISO E6

#### DISEÑO TANQUE HIDRONEUMATICO SEGÚN NEC-11

$$W_{hin} = \frac{19R_{arc} Q_{med} (P_{OFF} + 10.33)}{N_{bomba} N_{ciclo} (P_{OFF} - P_{ON})} \quad \begin{matrix} P_{max} = 4 \\ P_{min} = 3 \end{matrix}$$

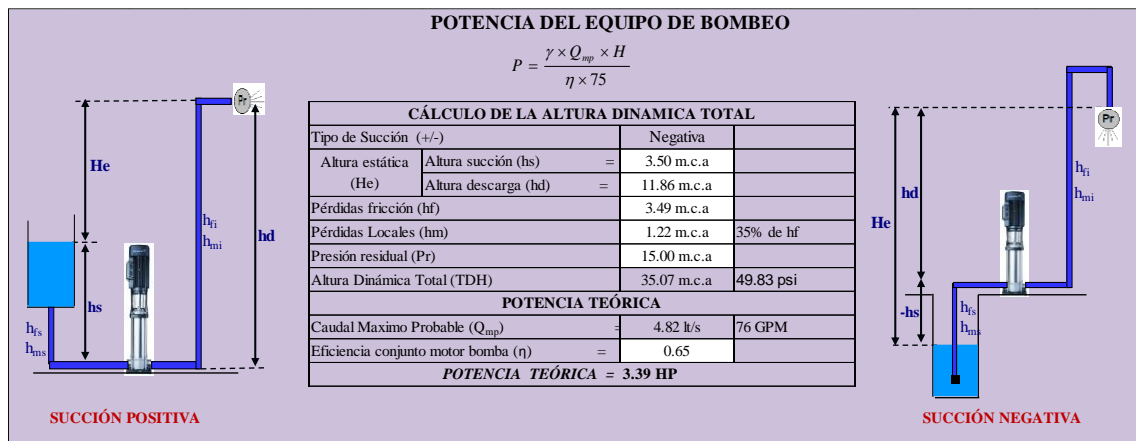


DATOS DEL EQUIPO DE BOMBEO		
Altura Dinámica Total (TDH) =	35.07 m.c.a	
Caudal Máximo Probable (Q <sub>mp</sub> ) =	4.82 lt/s	45% del Q <sub>mp</sub>
Eficiencia conjunto motor bomba (η) =	0.65	
Potencia Teórica =	2 HP	
Numero Bombas en funcionamiento =	1	
Numero de Ciclos Por Hora (N <sub>ciclos</sub> ) =	20	
Coef. tipo de Renovación de aire =	1	Con revisión Periódica
VOLUMEN HIDRONEUMÁTICO		
Caudal de encendido (Q <sub>on</sub> ) =	4.82 lt/s	Q <sub>mp</sub>
Caudal de encendido (Q <sub>of</sub> ) =	1.21 lt/s	25% del Q <sub>on</sub>
Caudal medio (Q <sub>med</sub> ) =	180.8 lt/min	
Presión mínima (P <sub>min</sub> =P <sub>ON</sub> ) =	49.83 psi	TDH
Presión máxima (P <sub>max</sub> =P <sub>OFF</sub> ) =	66.45 psi	
Volumen hidroneumático (V <sub>hc</sub> ) =	838.80 lt	
Volumen hidroneumático (V <sub>hc</sub> ) =	221.61 gal	



**1 Tanque de 222 Galones**





Para el presente proyecto es necesario implementar un equipo de bombeo compuesto por una bomba de 3.5 HP y un tanque hidroneumático de 250 gal, la reserva de agua potable necesaria para una autonomía de consumo de 2 días será de 17,06 m<sup>3</sup>, y para protección contra incendios de 22,71 m<sup>3</sup>; dando de esta manera una reserva total de 39,77 m<sup>3</sup>. Para el sistema de agua caliente se plantea utilizar tanques acumuladores puntuales en cada uno de los departamentos, con los cuales se abastecerá a cada uno de los puntos con demanda de agua caliente.

**5. SISTEMA PARA EL DESALOJO DE AGUAS.** - El sistema de evacuación de aguas del proyecto, tiene por objeto eliminar todas la aguas servidas y lluvias de todo el proyecto.

**5.1. Desalajo de aguas servidas**

Se ha proyectado la instalación del sistema interior de evacuación con descarga en el alcantarillado público de la calle Valparaíso, para lo cual se propone los siguientes sistemas: para la evacuación de las aguas provenientes desde cubiertas hasta planta baja por gravedad y las aguas provenientes del subsuelo 1 al 3 serán bombeadas desde un cárcamo de bombeo hasta una caja en planta baja para desembocar en el alcantarillado público; esta conexión está destinada a drenar y conducir las aguas servidas de la edificación hasta su disposición final. Por instalación de redes internas de alcantarillado, se entenderá al conjunto de operaciones que debe efectuar el constructor para colocar, conectar y probar de manera satisfactoria las tuberías, cajas de revisión y demás dispositivos necesarios que conjuntamente integrarán el sistema de evacuación de aguas servidas. La red del sistema de ventilación, es el conjunto de tuberías que se conectan a la red de alcantarillado sanitario con la finalidad de evitar el desifonamiento de los sumideros y la contaminación de los diferentes ambientes con malos olores; su instalación se conecta desde las tuberías de desagüe hacia el exterior de la edificación; se ha previsto que todos los lavamanos y los inodoros tengan ventilación sanitaria. Para este proyecto, se ha tomado en consideración el uso de PVC desagüe para todas las líneas de descarga; en diámetros de 50 mm hasta 160mm en la descarga final. Para su cálculo se ha tomado como base la UNIDAD DE DESCARGA, equivalente a un caudal de 0.4667 l/s. Los valores de unidad de descarga de los aparatos sanitarios que se mencionan en el siguiente cuadro comprenden a los siguientes usos "Clase 1" privada, "Clase 2" semipública, "Clase 3" pública, y son:

TIPO DE APARATO	UNIDADES DE DESCARGA		
	Clase		
	1ª	2ª	3ª
Lavabo	1	2	2
Retrete	4	5	6
Bidé	2	2	2
Ducha	2	3	3
Urinario	2	2	2
Fregadero	3	4	4
Lavapiés	2	2	6
Fuente de beber	1	1	1

Los valores máximos de unidad de descarga que pueden transportar los diferentes colectores, con pendiente del 1% son:

<b>DIÁMETRO</b>	160mm	110 mm.	75 mm.
<b>MÁXIMO U.D.</b>	510 U.D	114 U.D.	17 U.D.

Se ha fijado que todas las derivaciones provenientes de un inodoro tengan un diámetro de 110mm; todos los demás desagües provenientes de otros muebles o aparatos sanitarios, tendrán diámetros de 75 y 50mm. La instalación de tuberías y demás dispositivos que forman parte de la red de alcantarillado de la obra, se hará dentro de los diámetros y niveles señalados en el proyecto.

Las uniones entre tuberías y accesorios deberán quedar totalmente limpias antes de su instalación, utilizando para ello líquidos garantizados y luego pegamento y sellantes con el fin de evitar fugas en tales uniones; todos los trabajos de albañilería que deba ejecutar el constructor para la correcta instalación de redes de drenaje, se sujetarán a lo estipulado en las especificaciones generales de construcción de edificios.

Toda la red sanitaria y pluvial del edificio será instalada con tubería de PVC REFORZADO, hasta la entrega a la disposición final; la red de ventilación se la realizará con tubería PVC de ventilación. Los ramales horizontales que recogen aguas servidas provenientes de los aparatos sanitarios se realizarán con los empalmes entre tuberías de tal manera que formen 45° en la dirección del flujo.

Toda la tubería debe ser previamente aprobada y seleccionada para colocarse en tramos en una sola operación sin dejar parte de la ejecución sin terminar en esa jornada pues se daría posibilidad al ingreso de materiales extraños al interior de las tuberías, por otra parte se tiende a mover las tuberías ya instaladas ocasionando fisuras. Se cuidará de que las tuberías presenten trazos perfectamente alineados con pendiente uniformes y uniones correctamente ejecutadas.

**POR NINGÚN CONCEPTO, SE PERMITIRÁ CALENTAR LAS TUBERÍAS DE PVC, CON LA FINALIDAD DE REALIZAR ACOPLÉS O CORREGIR DEFECTOS DE MONTAJE.**

Los acoples se los realizará con piezas especiales, proporcionadas por el fabricante. El constructor debe tomar nota de las cotas indicadas en los planos y será responsable de hacer los ajustes necesarios cuando exista alguna diferencia con los niveles reales de la obra. Cuando sea posible y las cotas lo permitan, se deben mejorar las pendientes, a valores mayores al 1,0%, salvo indicación contraria.

Todas las uniones de las tuberías tanto en horizontal como vertical se las realizará mediante codos de 45°. Para los desagües de lavabos, en su tramo vertical superior se instalará una TEE que se conectará con la tubería de ventilación del aparato. Todas las líneas de tuberías deben instalarse por secciones completas incluyendo los ramales; con los respectivos accesorios y con las pendientes indicadas en los planos, sin curvas ni dobleces, evitando de esta manera que la tubería quede sometida a tensiones indebidas; todo con el criterio de evitar el flujo restringido por los choques, curvas forzadas o bolsas de aire.

**TODOS LOS SIFONES EXPUESTOS A SUCCIÓN, DEBEN TENER COMUNICACIÓN CON LA ATMÓSFERA.** La instalación de la red de ventilación sanitaria debe conectarse a la parte superior de las tuberías de desagüe sobre el último y primer piso servido por la columna respectiva y a nivel de cada piso, con el objeto de que las aguas servidas no obstruyan la entrada de aire; por esta razón los empalmes deben realizarse siempre sobre la gradiente hidráulica como se indica y especifica en los planos de detalle. La ventilación sanitaria se conformará de ramales que tendrán una dimensión de 50mm con pendiente mínimas hacia el aparato del 0.5% la misma que se conectará a una columna de ventilación mediante una TEE; emergerá a la parte alta del edificio en donde se colocará un sombrerete para proteger la entrada de agentes extraños, en casos especiales, es decir en aquellos en los cuales no sea posible el acometer a las columnas, esta tubería brotará directamente a la mampostería en las partes altas.

En tramos que los extremos queden libres, se deben taponar inmediatamente para eliminar la posibilidad de que ingresen materiales extraños que afecten el funcionamiento. Todo cambio de dirección y diámetro deberá hacerse con piezas especiales del mismo material. Toda tubería será empotrada con gran seguridad a elementos estructurales o mamposterías para prevenir vibraciones y ruidos. Para tramos verticales, se colocarán soportes anclados a elementos estructurales a distancias no mayores de 3 m. Es importante tener especial cuidado al realizar este trabajo en la base de las bajantes, pues es el sitio de mayor concentración de esfuerzos. Soportes o abrazaderas ajustables serán utilizados para diámetros menores a 110 mm. Toda superficie en contacto con la superficie del tubo se recubrirá con cinta plástica, caucho o teflón, para evitar desplazamientos.

### 5.1.1. Cárcamo de bombeo

Para el dimensionamiento del cárcamo de bombeo es necesario conocer que aparatos sanitarios ingresaran al mismo, los cuales son los siguientes:

APARATO	CANTIDAD
Ducha	6
Inodoro	11
Lavamanos	11
Fregadero	12
Lavadora	4

Una vez contabilizados los aparatos sanitarios, tomamos las unidades de descarga correspondientes a uso privado y obtenemos un total de 101 UDD, con este dato y conociendo que 1UDD equivale a 28 lt/min en cada descarga, bajo estas premisas podemos obtener el volumen que va a ser necesario en el cárcamo de bombeo.

$$Vol_{Car.} = 101 \text{ UDD} \times 28 \frac{\text{lt}}{\text{min} \times \text{UDD}} \times \frac{1\text{m}^3}{1000 \text{ lt}} \times \frac{1 \text{ min}}{1 \text{ Descarga}} = 2.83 \text{ m}^3$$

Para el desalojo de aguas servidas por bombeo es necesario la implementación de un sistema de bombeo compuesto por dos bombas sumergibles de aguas negras con triturador incorporado de 1HP cada una, y las dimensiones del cárcamo serán de 1,50x1,50x1,40m (libres).



## 5.2. Desalojo de Aguas Pluviales

Las aguas lluvias constituyen un importante volumen de líquido que debe ser evacuado de la obra, por lo que la construcción de este sistema debe contemplar todos los puntos de captación reflejados en los planos. Esta red se localiza en forma combinada con la red de aguas servidas, misma que será desfogada en dos lugares, desde las cubiertas hasta la planta baja en la calle Valparaíso, y del subsuelo 1 al 3 serán desfogados en los jardines y volúmenes de retención en forma de pozo para su posterior infiltración en terreno natural. Esta parte del sistema trabaja a gravedad con caudales de tubo parcialmente lleno; su dimensionamiento es función del área de aportación, de la intensidad de lluvia de la zona y de la gradiente de la red; las tuberías utilizadas son de PVC, de iguales características a las empleadas en el sistema de aguas servidas. El sistema está constituido de ramales, bajantes, colectores y cajas de revisión.

**5.2.1. Ecuación de intensidad de lluvia (I).**- Para el dimensionamiento de las tuberías se ha utilizado la ecuación de intensidad correspondiente a la estación de DAC-AEROPUERTO.

DAC – Aeropuerto	$I = \frac{55.6656 \times T^{0.0922}}{t^{1.6567}} [\ln(t + 3)]^{4.1647} \times (\ln T)^{0.0985}$
------------------	--

Dónde:

I = Intensidad de lluvia [mm/h]

t = Duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración [min]

T = Periodo de retorno para el presente proyecto se ha escogido (5 años).

### 5.2.2. Tiempo de concentración (t)

El tiempo de concentración de la cuenca es definido como el tiempo de viaje del agua de lluvia caída en el punto más alejado de la sección de desagüe de una cuenca hasta llegar a dicha sección de desagüe. Comúnmente se puede estimar el tiempo total de viaje como la suma del tiempo del flujo sobre la superficie, más el tiempo de viaje por los canales secundarios, más el tiempo de viaje por el cauce principal hasta el punto de control.

$$t = t_i + t_f$$

Dónde:

t: Tiempo de concentración

t<sub>i</sub>: Tiempo inicial o de entrada al sistema de alcantarillado

t<sub>f</sub>: Tiempo de flujo a lo largo de los conductos del sistema de alcantarillado

El tiempo de concentración t, es el tiempo mínimo para que la escorrentía originada en el extremo más distante de la cuenca llegue al punto en el cual se requiere calcular el caudal. Para la determinación del tiempo de concentración se utilizó la fórmula de Kirprich:

$$t = \frac{0.0195L^{1.155}}{(\text{dif. Nivel})^{0.385}}$$
$$t = \frac{0.0195 \times (85)^{1.155}}{(0.50)^{0.385}} = 4.31 \text{ min}$$

Se adopta un tiempo de concentración inicial de 5min.

La capacidad de transporte de estos conductos responde a la fórmula de Manning que manifiesta:

$$V = \frac{1}{N} Rh^{2/3} J^{1/2} \quad ; \quad Q = 1000 * V * Ah$$

$$Rh = \frac{Ah}{Pm}$$

En donde:

V = Velocidad del fluido en m/s

Q = Caudal en l/s

Rh = Radio hidráulico en m

n = Coeficiente de rugosidad de Manning; para el PVC = 0,009

J = Pendiente de la tubería

Ah = Área hidráulica en m<sup>2</sup>

Pm = Perímetro mojado en m

La sección eficiente, es decir aquella con la máxima capacidad de transporte, es la que corresponde al tirante crítico, no necesariamente relacionada con la velocidad máxima.

Con estos parámetros, las áreas máximas que pueden ser drenadas con los diferentes diámetros con pendientes del 1% son:

DIÁMETRO mm.	50	75	110	160
AREA (m <sup>2</sup> )	25	77	223	605

### 5.2.3. Volúmenes de regulación (Pozo infiltración)

Para garantizar la correcta infiltración de aguas lluvias en las áreas verdes del subsuelo 3 es necesario tener un volumen de regulación que funcione como un pozo de infiltración, para dicho diseño se tomó en cuenta la ecuación IDF DAC Aeropuerto, misma que indica una I=100 mm/hora, que corresponde a 0.033 lt/s.m<sup>2</sup>, el área impermeable que se recolecta es de 39,22 m<sup>2</sup>, por lo cual tenemos caudal de 1,10 lt/s, tomando en cuenta una duración de lluvia de 1 hora dicho caudal corresponde a 3,95m<sup>3</sup>; según estudio de suelos, el suelo presente es de tipo arenoso, lo que significa que tiene una infiltración promedio de 50mm/h, por lo cual podemos tomar un porcentaje de retención de agua del 50%; por lo tanto el volumen que debe ser retenido en el volumen de regulación es de 2,33m<sup>3</sup>, para lo cual se plantea realizar un pozo de 1,0m de diámetro y 3m de profundidad.

- 6. PRUEBAS E INSPECCIONES.** - Ninguna porción del sistema podrá ser sellada, empotrada definitivamente o cubierta, no sin antes haber sido inspeccionada, probada y aceptada por la fiscalización. Estas pruebas serán realizadas por el constructor, quien será el encargado de proporcionar el material adecuado; será responsabilidad del constructor el reparar cualquier tipo de instalación cuyas pruebas demuestren la no confiabilidad del sistema, así como también el de descubrir tuberías que no hayan sido probadas. En las tuberías se realizarán pruebas de estanqueidad, de manera que garanticen la idoneidad del sistema. De igual manera, se deberá realizar una prueba de alineamiento que garantice la colocación de los niveles señalados en los planos respectivos.

- 7. MUEBLES SANITARIOS.** - Todos los aparatos sanitarios se instalarán de acuerdo a las instrucciones que los fabricantes puedan indicar. La distribución de los muebles obedecerá a las especificadas en los planos del proyecto. Los aparatos sanitarios deben quedar siempre nivelados, lo cual se comprobará; para las bañeras, lavabos, fregaderos y lavaderos, por la horizontalidad del borde anterior de la cubeta. La inclinación máxima admisible será del 1%, sin embargo, esta tolerancia puede reducirse al 0.2% cuando se pretenda conseguir una mejor calidad en la instalación. Todos los muebles sanitarios y sumideros de piso sin excepción, dispondrá de sifones para evitar la presencia de olores desagradables en los diferentes ambientes. Los sanitarios que se instalen deberán ser lo suficientemente anclados para evitar movimientos que produzcan roturas en tubería y fugas de agua que puedan hacer perder el sello hidráulico. Para su conexión a los sistemas de agua potable y aguas servidas, se acoplarán los accesorios con empaques y juntas propias de cada fabricante. La ubicación de las salidas debe comprobarse en obra, para que estén de acuerdo a las piezas sanitarias que se instalen. Todas las especificaciones aquí puntualizadas se complementan con los detalles de las instalaciones constantes en los planos.
- 8. NOTAS GENERALES.** - Cuando por alguna razón se crea que los sistemas instalados están defectuosos, deberán ser probados e inspeccionados y los defectos corregidos según necesidades. Los sistemas de agua potable y drenaje deberán mantenerse bajo condiciones sanitarias aceptadas por la autoridad competente y bajo la responsabilidad del propietario. Este requisito es difícil de cumplir a menos que pruebas e inspecciones se realicen con frecuencia. Vale mencionar que la gran mayoría de los problemas que se presentan en los sistemas hidráulicos-sanitarios son producto del mal uso que de ellos hacen los usuarios; por esto es necesario que se conozcan las limitaciones a que deben atenerse, por ejemplo, en el tipo de desperdicios que pueden evacuar por los sistemas de drenaje, el mantenimiento que debe dar a las instalaciones dentro de su propiedad, etc.

**R. D. INGENIERIA**  
**JUAN LUIS DUQUE POVEDA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REGISTRO PROF: EMOP Nº 8947**