INFORME DESAGUES

CASA LA CULTURA

JUAN JAIRO MACÍAS HENAO

JUNIO 2025

Tabla de contenido

MEMORIAS DE CALCULO DESAGUES 2
INTRODUCCION 2
CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE DESAGUES. 3
AGUAS RESIDUALES 3
AGUAS LLUVIAS 11
CALCULO DEL CANAL PARA RECOLECCION DE GUAS LLUVIAS EN CUBIERTA 12
PRUEBAS Y ENSAYOS 15

Calle 49 #65A-15 oficina 202 Teléfono 4798165 Medellín Antioquia. E-mail: diseno@hyfiresas.com

MEMORIAS DE CALCULO DESAGUES

Proyecto: Casa de La Cultura que consta 22 apartamentos repartidos en 6 pisos 2 por piso.

INTRODUCCION

El presente documento constituye las memorias de cálculo del sistema de desagües para el proyecto CASA LA CULTURA, edificio ubicado entre los municipios de MONTEBELLO en el departamento de Antioquia, diseñado para cumplir con los requerimientos funcionales y normativos aplicables a infraestructuras de esta índole. En el marco del desarrollo urbano sostenible y la necesidad de garantizar la salubridad pública y la protección del medio ambiente, el diseño de sistemas de desagües eficientes se ha convertido en un pilar fundamental de la ingeniería civil moderna.

Este informe detalla el proceso seguido para el cálculo de los distintos componentes del sistema de desagües, incluyendo la estimación de caudales, la selección de diámetros para las tuberías, y el análisis de las pendientes necesarias para asegurar un flujo eficiente y continuo, evitando estancamientos y asegurando la evacuación adecuada de las aguas residuales y pluviales.

Basándonos en el marco teórico y las metodologías aceptadas en la práctica ingenieril, como el Método Racional, este documento aborda de manera integral los criterios de diseño, los cálculos realizados y las especificaciones técnicas requeridas para la implementación del sistema de desagües del proyecto. Se ha dado especial atención a los estándares de seguridad, eficiencia y sostenibilidad, con el objetivo de diseñar un sistema que no solo cumpla con las expectativas actuales, sino que también contemple las necesidades futuras.

CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE DESAGUES.

En base al numeral 8.18 de la NTC 1500:2020, el método de cálculo para los desagües será mediante un método que tenga en cuenta las condiciones de simultaneidad de los aparatos, en función a las demandas del fabricante de estos, y permitiendo que las tuberías de desagües no presenten la condición de tubo lleno.

Las pendientes de la tubería horizontal están en función del numeral 8.4.1 con velocidades entre 0.6 y 5m/s o mínimo 0.15 Kg/m² de fuerza tractiva.

AGUAS RESIDUALES

Para el cálculo del diámetro de las tuberías se debe tener en cuenta que todos los aparatos sanitarios no funcionan simultáneamente, por lo que se deben distinguir dos tipos de caudal para el diseño:

Caudal máximo posible. Se presenta cuando todos los aparatos funcionan simultáneamente, como se supone que este caudal nunca se da no se tiene en cuenta para el diseño.

Caudal máximo probable. Es el caudal más alto que probablemente se puede presentar en un tramo de tubería y es el que se utiliza para diseñar el sistema.

METODO RACIONAL

En este método se acumulan los caudales reales promedio para aparatos sanitarios de bajo consumo, este se basa en los caudales unitarios para cada aparato y la sumatoria de estos (ver tabla 1) para el bajante y/o el colector horizontal en función del tipo de ocupación.

Tipo de Ocupación: Vivienda

Aparato	Comercial	Domestico
Duchas	2	1
Concertadora	1	1
Lavaderos	1	1
Lavadoras	2	1
Lava escobas	2	1
Lavamanos	2	1
Lavaplatos	2	1
Sanitarios	2	1
Sanitarios Fluxómetro	2	1
Orinales	1	1
Orinales Fluxómetro	2	1

Tabla 1 Numero de grifos según tipo de ocupación

Los caudales entregados por cada Aparato se listan en la siguiente tabla

Aparatos	Q instantáneo
Lavamanos	0.1
Sanitarios	1.2
Concertadora	0.8
Duchas	0.2
Lavadoras	0.9
Lavaderos	0.2
Lava escobas	0.2
Lavaplatos	0.2
Sanitarios Fluxómetro	1.2
Orinales	0.25
Orinales Fluxómetro	1

Tabla 2 Caudales instantáneos para los aparatos

Para el cálculo se propone el uso del factor de simultaneidad de la norma francesa

$$K_1 = \frac{1}{(n-1)^{0.5}}$$

Donde:

n es el número de aparatos por apartamento

K_1 factor de simultaneidad por apartamento. (oficina o unidad ocupacional)

Para el cálculo del coeficiente K_1 solo se ha hecho intervenir el número de grifos, sin tener en cuenta el caudal respectivo de cada uno. A sabiendas que el uso del grifo de mayor consumo tiene mayor influencita que la de uno pequeño, sería conveniente que un grifo con mayor consumo hiciera decrecer menos a K_1 que un grifo con menor consumo.

Para lograr esto se calcula un factor de importancia relativa a cada grifo (o aparato), el cual llamaremos ni y así obtener un coeficiente de simultaneidad modificado en el cual se llama K_{11}

$$n_i = \frac{1}{q} n$$

Donde:

n_i: Factor de importancia relativa de cada grifo

q: Gasto de cada grifo en función de una unidad básica

n: Número de grifos instalados por cada clase de aparato

Como unidad básica se puede suponer el consumo mínimo de las tabla 2, es decir 0.1 L/s, lo que permite evaluar el caudal *q* de cada grupo de grifos en unidades básicas.

De donde el caudal *q* se evalúa con la siguiente ecuación:

$$q = \frac{Q_{AS}}{0.1}$$

Donde:

q : Gasto de cada grifo en función de una unidad básica

Q_{AS}: Gasto unitario del aparato evaluado

De donde la ecuación del factor de importancia relativa (n_i) se puede escribir así:

$$n_i = \frac{0.1}{Q_{AS}} n$$

De donde el coeficiente de simultaneidad modificado K_{11} se calcularía con la siguiente ecuación:

$$K_{11} = \frac{1}{(n_i - 1)^{0.5}}$$

Donde:

K_{11}: Coeficiente de simultaneidad modificado

n_i : Factor de importancia relativa a cada grifo

Aparato	Unidades	Domestico	Nº Desagues Total	Q. Instantaneo Q_{AS}	Q_{AS} Total	ni	Cdal Total
Duchas	7.33	1	7.33	0.2	11	3.67	1.47
Lavaderos	3.67	1	3.67	0.2	3	1.83	0.73
Lavadoras	3.67	1	3.67	0.9	12	0.41	3.30
Lavaescobas	0.00	1	0.00	0.2	0	0.00	0.00
Lavamanos	7.33	1	7.33	0.1	5	7.33	0.73
Lavaplatos	3.67	1	3.67	0.2	3	1.83	0.73
Sanitarios	7.33	1	7.33	1.2	65	0.61	8.80
TOTAL PISOS	**33.00**		**33**	**6.25**	**98**	**15.69**	**15.77**

Tabla 3 Numero de aparatos corregidos n_i La casa de La Cultura

FACTOR DE SIMULTANEIDAD POR NUMERO DE VIVIENDAS, OFICINAS O NUMERO DE EDIFICIOS EN URBANIZACION K_2

Para el caso de tener múltiples unidades de vivienda, oficinas o edificio en la urbanización es necesario calcular, un factor de simultaneidad adicional K_2, para determinar la simultaneidad de estas unidades adicionales

$$K_2 = \frac{19 + N}{10 \times (N + 1)}$$

Donde:

N: Número de unidades de vivienda, oficinas o edificio en la urbanización

CALCULO DEL CAUDAL PROBABLE

El caudal probable se obtiene al aplicar los factores de simultaneidad al caudal máximo posible, y multiplicarlo por las unidades de vivienda u oficinas en evaluación

$$Q_p = \sum Q_i \times N \times K_{11} \times K_2$$

Donde:

Qp: Caudal probable

ΣQi: Sumatoria de caudales instantáneos

N: Unidades de vivienda, oficinas o Edificios de urbanización

K11: Factor de simultaneidad modificado

K2: Factor de simultaneidad de las unidades de vivienda, oficinas o Edificios de urbanización.

En la siguiente tabla podemos ver los factores de simultaneidad para el La Escuela

K1=	**0.316**
K 1-1=	**0.486**
K2=	**0.550**
No. Torres=	**1**
Q (l/s) posible=	**5.26**

Tabla 4 Factores de simultaneidad calculados

CALCULO DE DIAMETROS EN BAJANTES

En condiciones máximas de diseño el agua fluye en forma de anillo ocupando 7/24 del área total, los 17/24 restantes, son ocupados por el aire en forma de cilindro que es arrastrado a la velocidad del agua. Por lo tanto, este aire debe ser reemplazado a través del extremo superior del bajante en forma tal que no se crean presiones menores que 2.5 centímetros columna de agua por causa de la fricción.

De la fórmula original derivada por (Hunter y Dawson, en Granados, 2002) expresada como:

$$Q = 1.754 \times r^{5/8} \times D^{8/3}$$ (Requena, en Roca y Carratalá, 2002)

Donde:

r: radio del cilindro central que tendrá valores de ¼, 7/24 o 1/33

D: Diámetro del bajante en pulgadas

CALCULO DE VELOCIDAD TERMINAL

$$V_t = 2.79\left(\frac{Q}{D}\right)^{0.4}$$

Donde:

Q= Caudal de diseño en L/s.

D= Diámetro en pulgadas.

CALCULO DE LONGITUD TERMINAL

$$L_t = 0.17 \times {V_t}^2$$

Dónde:

V_t= Velocidad terminal en m/s.

L_t= Longitud terminal en m.

CALCULO DE COLECTORES HORIZONTALES

Para el cálculo de la máxima capacidad del colector a tubo lleno se utilizará la ecuación de Darcy-Weisbach en combinación con la ecuación de Colebrook-White.

$$Q_0 = -2A\sqrt{8g \times R \times S}\, log_{10}\left(\left(\frac{K_s}{14.8 \times R}\right) + \left(\frac{2.51\ \nu}{4R\sqrt{8g \times R \times S}}\right)\right)$$

Dónde:

R= Radio hidráulico.

S= Pendiente en fracción.

g= Gravedad.

Ks= Rugosidad absoluta de la tubería.

ν = Viscosidad cinemática del fluido.

La velocidad a tubo lleno se calcula mediante la ecuación:

$$v = 1.0427 \times \left(\frac{q}{Q_0}\right)^{0.2779} \times V_0$$

Donde:

q/Q_0 = Relación de caudales

V_0 = Velocidad a tubo lleno

Para la relación de tirantes nos basamos en las características del flujo de las tuberías circulares

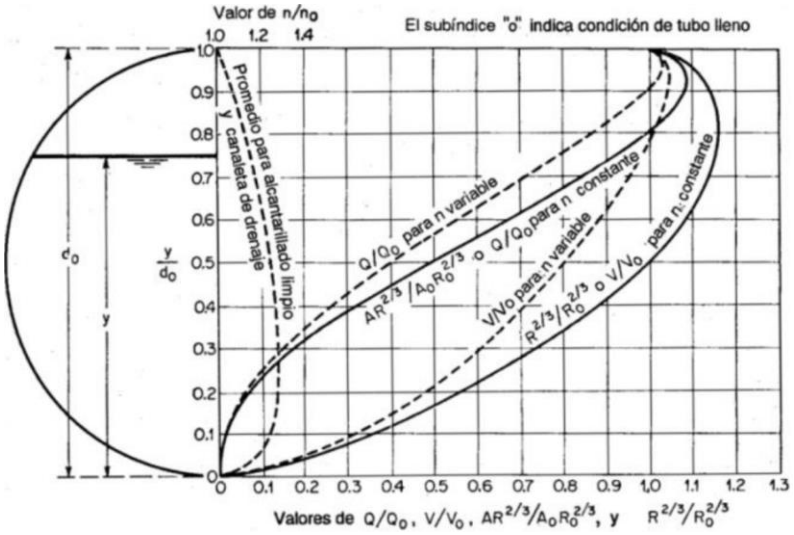


Figura 1Características del flujo para una sección circular con n de Nanning constante y variable (T.R. Camp, s.f.).

En la Figura se observa que para los diseños generados con valores del coeficiente de n de Manning variable, el caudal máximo se encuentra para una profundidad ligeramente superior al 90% del diámetro interno y tiene una magnitud total de 1.07 veces el caudal a tubería llena. Mientras que al utilizar el n de Manning constante el caudal máximo se encuentra a la misma profundidad, pero su magnitud es de 1.18 veces el caudal de la tubería llena.

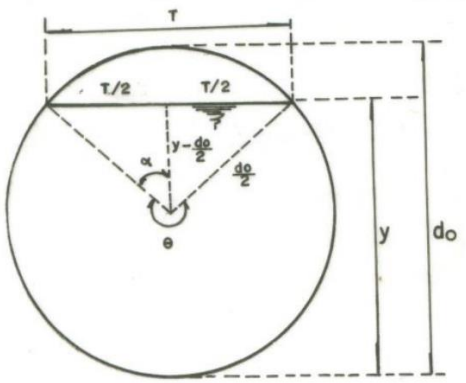


Figura 2 Elementos geométricos del flujo en conductos circulares.

De la figura anterior se obtiene que

$$\frac{y}{d_0} = \frac{1}{2}\left[1 - cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\right]$$

Número de Aparatos Sanitarios y Caudal Instantáneo del Bajante						
0.1	1.2	0.2	0.9	0.2	0.2	Caud. Ints / Piso (Qi)
Lavamanos	Sanitarios	Duchas	Lavadoras	Lavaderos	Lavaplatos	
2	2	2	1	1	1	4.3

APARTAMENTO K1	Apartamentos por nivel Conectados al Bajante #	K2	Caud/Diseño (Qd).
0.48	0.4	0.4	7.339860292

Tabla 5 Caudal de diseño

Material : PVC Sn						
Diam/Tram D (m)	Diam/Tram D (Pul)	Pendiente S [m/m]	Cdal Dño (Qd).	Fuerza Tractiva Ft >= 0.15 Kg/m³	Q Tubo lleno Qo(Ø,S,Ks,ν)	Relac-Cdal
0.145	6	0.01	9.675	1.036493	22.040	0.439

Tabla 6 Fuerza Tractiva y relación de caudales

V Tubo lleno Vo(Ø,S,Ks,ν)	V-Parc-Lleno Vf>=0,5	MANNING θ MANNING(q/Q)	DARCY θ DARCY(Ø,q,S,Ks,ν)	θ Diseño [RAD] DARCY	Relación Tirante Y/do < 0.85
1.335	1.107	2.996	2.996	2.996	0.464

Tabla 7 Relación de tirantes calculado.

AGUAS LLUVIAS

El cálculo de aguas lluvias se hace con la ecuación

$$Q = C \times I \times A$$

Donde:

C: coeficiente de escorrentía (para las zonas duras como los techos este es 1)

I: intensidad de la lluvia en L/s/m²

A: Área de la cubierta a desaguar en m²

Para el proyecto en base al libro de Hidrología de Antioquia, el cual tiene los datos de precipitación del departamento y se determina que para el proyecto la estación hidrológica más cercana es la estación EL BUEY, el cual se calcula con un periodo de retorno de 5 años y un tiempo de concentración de 3 minutos.

$$I = \frac{K \times {T_r}^m}{(c+d)^n}$$

Donde:

I = Intensidad en mm/h

K = 158.839

m = 0.617

n = 0.515

c =0.25

Tr= Tiempo de retorno en años

d = Tiempo de concentración en minutos

Para esta estación con estos parámetros tenemos que la Intensidad para precipitación de diseño será de:

I = 0.065 L/s/m²

Numero Bajante	Área Bajante (m²)	Caud/Diño (Qd).	Relación Áreas (0.25 a 0.33)	Diam/Baj Ø (mm)	Material	Ø Comercial (Pulgadas)	Ø Comercial (mm)
B.A.LL N°1	69.0	4.47801	*0.333333333*	71.73	PVC Sn	3	76.20
B.A.LL N°2	69.0	4.47801	*0.333333333*	71.73	PVC Sn	3	76.20
B.A.LL N°3	71.1	4.61757	*0.333333333*	72.56	PVC Sn	3	76.20
B.A.LL N°4	71.1	4.61757	*0.333333333*	72.56	PVC Sn	3	76.20

Tabla 8 Calculo de bajantes de aguas lluvias

Tramo	Área	Área Total	Material	Diam/Tram	Diam/Tram	Pendiente	Q. Diseño
B.A.LL N°1	68.99	68.99	PVC Sn	0.108	4	0.010	4.478
B.A.LL N°2	68.99	68.99	PVC Sn	0.108	4	0.010	4.478
B.A.LL N°3	71.1	71.14	PVC Sn	0.108	4	0.010	4.618
B.A.LL N°4	71.1	71.14	PVC Sn	0.108	4	0.010	4.618

Tramo	Q Tubo lleno	Relación Caudal	V Tubo lleno	V-Parc-Lleno	θ [RAD]	Relación Tirantes
B.A.LL N°1	9.970	0.4491	1.09	0.91	3.02	0.470
B.A.LL N°2	9.970	0.45	1.09	0.91	3.02	0.47
B.A.LL N°3	0.46	1.09	0.92	3.05	0.48	0.46
B.A.LL N°4	0.46	1.09	0.92	3.05	0.48	0.46

Tabla 9 Relación de Caudales y relación de tirantes tramos horizontales de Aguas lluvias

CALCULO DEL CANAL PARA RECOLECCION DE GUAS LLUVIAS EN CUBIERTA

Para el cálculo de la sección del canal se emplea la formula del caudal para flujo en canales de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times {R_h}^{2/3} \sqrt{S}$$

Donde:

Q: Es el caudal de diseño, el cual para nuestro caso es el generado por un área máxima de techo de 235m², que entregaría un caudal de 15.3 L/s (0.0153 m³/s)

n: Es el factor de Manning, el cual tomamos un valor promedio de 0.012 para canaletas metálicas (Ven Te Chow)

A: Área mojada del canal.

S: Pendiente del canal igual al 1% (0.01)

Rh: Radio hidráulico.

$$R_h = {}^{A}/_{P}$$

Donde:

A : Área mojada del canal

P: Perímetro mojado del canal

Reorganizando la ecuación de Manning se tiene que:

$$\frac{Q \times n}{\sqrt{S}} = A \times {R_h}^{2/3}$$

De la ecuación anterior definimos el factor de sección Z como:

$$Z = A \times {R_h}^{2/3}$$

El cual tendrá un valor igual a

$$Z = \frac{n \times Q}{\sqrt{S}}$$

Entonces

$$Z = \frac{n \times Q}{\sqrt{S}} = \frac{0.012 \times 0.0153\, {}^{m^3}/_{S}}{\sqrt{0.01}} = 0.00183$$

Para encontrar una sección que cumpla esta condición, se aplica un método iterativo, variando las dimensiones del canal rectangular hasta alcanzar un valor de Z que satisfaga la ecuación.

Para un canal rectangular con ancho de 0.2m y alto de 0.1 m, se encontró que una lámina de agua de 0.0751 m produce:

$$Z = A \times {R_h}^{2/3} = 0.01502 \times 0.04289^{2/3} = 0.00184$$

La diferencia entre los Factores de sección obtenida de 0.000004, lo cual se considera aceptable para el cálculo de la altura normal de flujo del canal por lo tanto se adopta este valor.

Dado que el caudal es pequeño y el canal es recto se aplica como medida de seguridad, un borde libre igual a un tercio de la altura normal de flujo:

$$B_L = {}^{Y_n}/_{3} = {}^{0.0751}/_{3} = 0.02503$$

Dimensiones calculadas:

Ancho canal = b = 0.2m

Alto Canal = Yn + BL = 0.0751 + 0.02503 = 0.1001m

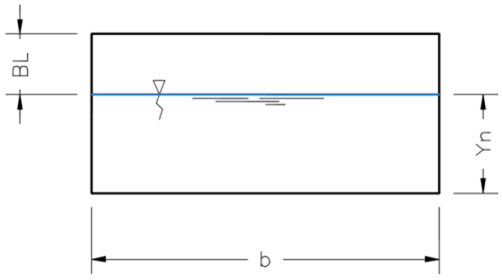


Figura 3 Sección rectangular del canal

Para superficies de cubierta de 72 m², que entregaría un caudal de 4.68 L/s, la sección rectangular metálica de 0.20 m × 0.10 m con pendiente mínima del 1%, resulta adecuada, ya que posee capacidad hidráulica máxima en Yn= 0.1m de 22.5 L/s , el cual tiene la capacidad de transportar el 480% del caudal de diseño.

PRUEBAS Y ENSAYOS

Los sistemas de desagüe y ventilación deben ser ensayados con agua. Después que los aparatos sanitarios hayan sido instalados y sus sifones llenados de agua serán sometidos a una prueba final.

La prueba de estanqueidad debe ser aplicada a los sistemas de desagüe y ventilación, ya sea en su totalidad o por secciones. Si se aplica a todo el sistema, los puntos abiertos de éste deben estar taponados provisionalmente, excepto el punto más alto, y todo el sistema debe ser llenado con agua hasta rebosarlo. Si el sistema se prueba por secciones, cada punto abierto debe estar taponado provisionalmente, excepto el punto abierto más alto de la sección bajo prueba, y la sección debe ser llenada con agua y sometida a una presión mínima de 3 m de columna de agua. Al probar secciones máximas de 3,0 m, se debe purgar la tubería para evitar la sobrepresión, y se mantendrá el agua en el sistema, o en la sección bajo prueba, por no menos de 15 min. El sistema o la sección debe ser hermético.

La prueba de flujo se debe realizar individualmente a cada bajante del sistema de desagüe desde la parte más alta hasta la entrega a la primera caja de inspección, para verificar la capacidad de conducción del sistema.

Esta prueba puede ser realizada vertiendo un volumen de agua en cada una de las bocas de desagües y verificando la continuidad del desagüe en la caja de inspección. Podrá utilizarse cualquier tipo de trazador



ING JUAN JARIO MACIAS HENAO
DIRECTOR TECNICO
T.P 0523766500