



ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA OPTIMIZACION
DEL SISTEMA DESARENADOR Y LA LINEA DE
CONDUCCION UBICADO EN LA QUEBRADA LAS
BLANCAS DEL MUNICIPIO DE ACACIAS META



DISEÑO HIDRÁULICO DE ESTRUCTURAS



DISEÑO HIDRÁULICO DESARENADOR Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO



EMPRESA DE SERVICIOS
PÚBLICOS DE ACACIAS E.S.P

NIT: 822.001.833-5



RÁSTER INGENIERÍA S.A.S

NIT: 901.372.366-4

R/L: ASLEY FERNANDO
ESPEJO

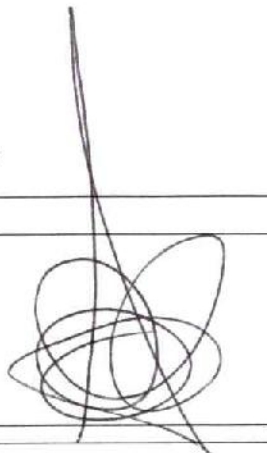
CONSULTORÍA 088 DE 2022

**“ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA
DESARENADOR Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN UBICADO EN LA
QUEBRADA LAS BLANCAS DEL MUNICIPIO DE ACACIAS META”**



VILLAVICENCIO – META, OCTUBRE DE 2022

REVISIÓN DE DOCUMENTO

ELABORÓ	
ASLEY FERNANDO ESPEJO DÍAZ MP. 25202-168297 CND	Firma: 
FECHA: 10/2022	

CONTROL DE VERSIÓN

VERSIÓN No.	FECHA	ELABORÓ	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN
V0	10/2022	AFED	EMISION



Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	4
2	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	5
3	ESTUDIO DE POBLACIÓN.....	6
3.1	INFORMACIÓN DE CENSOS DE POBLACIÓN.....	6
3.2	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	7
3.3	DATOS COMPLEMENTARIOS	10
3.3.1	PERIODO DE DISEÑO	10
3.3.2	DOTACIÓN NETA MÁXIMA	10
3.3.3	DEMANDA	10
3.3.4	PÉRDIDAS TÉCNICAS EN EL SISTEMA.....	10
3.3.5	DOTACIÓN BRUTA	11
3.3.6	CAUDAL MEDIO DIARIO.....	11
3.3.7	CAUDAL MÁXIMO DIARIO	11
3.3.8	EL CAUDAL MÁXIMO HORARIO.....	12
3.4	RESULTADOS	12
4	MEMORIA DE CÁLCULO DISEÑO HIDRÁULICO DESARENADOR	13
4.1	DATOS INICIALES	13
4.2	CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE SEDIMENTACIÓN.....	13
4.3	TIEMPO DE RETENCIÓN.....	14
4.4	CAPACIDAD DEL DESARENADOR.....	14
4.5	COMPROBACIONES	15
4.6	CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DEL DESARENADOR.....	15
4.6.1	Vertedero de salida:.....	15
4.6.2	Pantalla de salida.....	16
4.6.3	Pantalla de entrada:.....	16
4.6.4	Almacenamiento de lodos.....	16
4.6.5	Cámara de quietamiento.....	16
4.6.6	Tubería de excesos y lavado:.....	17
4.6.7	Numero de orificios #O Pantalla Deflectora	17
5	DISEÑO.....	18



6	DISEÑO HIDRÁULICO TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN DE CAUDAL	19
6.1	PERÍODO Y CAUDALES DE DISEÑO:	19
6.2	TIPO DE TANQUE:	19
6.3	CAPACIDAD Y DIMENSIONAMIENTO:	19
6.4	ELEMENTOS DEL TANQUE	20
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Distribución espacial y sexo de población del municipio de Acacias - Meta.....	6
Tabla 2. Datos iniciales	7
Tabla 3. Proyección.....	7
Tabla 4. Porcentaje de crecimiento de la población.	9
Tabla 5. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida	10
Tabla 6. Parámetros de cálculo de la demanda.....	12
Tabla 7. Resultados demanda de los centros poblados	12
Tabla 8 Caudal medio diario y caudal máximo diario al periodo de diseño.....	13
Tabla 9 Datos iniciales para el calculo	13
Tabla 10 Número de Hazen	14
Tabla 11 Caudal medio diario y caudal máximo diario al periodo de diseño	19

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Localización municipio	5
Ilustración 2 Localización zona de estudio	6
Ilustración 3 Diseño de desarenador	18
Ilustración 4 Sistema de desarenadores.....	18

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Proyección de la población del área urbana en los próximos 25 años con diferentes modelos matemáticos.....	8
Gráfica 2 Proyección de la población del área rural en los próximos 25 años con diferentes modelos matemáticos.....	8
Gráfica 3 Proyección de la población total del municipio de acacias en los próximos 25 años con diferentes modelos matemáticos.....	9



1 INTRODUCCIÓN

El proyecto contiene la elaboración de estudios y diseños para la optimización del sistema desarenador, la línea de conducción y Tanque de almacenamiento ubicado en la quebrada las blancas del municipio de Acacias, Meta. Actualmente se encuentra una estructura de desarenador, sin embargo, necesita ser reemplaza por diferentes problemáticas. Por lo tanto, el presente informe tiene como finalidad describir el diseño hidráulico de un sistema de dos desarenadores para reemplazar el actual.

Un desarenador es un dispositivo que permite extraer sedimento como arena, barro, limo u otros materiales, en este caso partículas de tamaño mínimo de 0.1 mm, que se hayan depuesto al fondo de un cuerpo de agua, por medio de un proceso de decantación o sedimentación. El funcionamiento de un desarenador se basa en la fuerza de gravedad, que hace que los sedimentos se depositen en el fondo del cuerpo de agua. El agua limpia se levanta a través del dispositivo y fluye hacia arriba, mientras que los sedimentos se quedan en el fondo.

En este documento primero se presentan las generalidades del proyecto y el estudio de población para conocer el caudal de diseño del desarenador y del tanque de almacenamiento, luego se presenta los cálculos para el dimensionamiento y por ultimo la propuesta de diseño.



2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El municipio de Acacias está situado en el Departamento del Meta, en la región centro-oriental del país. Su economía se basa en el sector agropecuario, la explotación petrolera y la prestación de servicios.

El vínculo territorial, social y económico del municipio de Acacias (Meta) está directamente relacionado con la capital del departamento, Villavicencio, de quien lo separa una distancia de 28 Km. Asimismo, el municipio con esta conexión se permite tener otro sin número de relaciones económicas y sociales con Bogotá D.C. y los demás municipios que se conectan a través de la vía nacional. Límites del municipio:

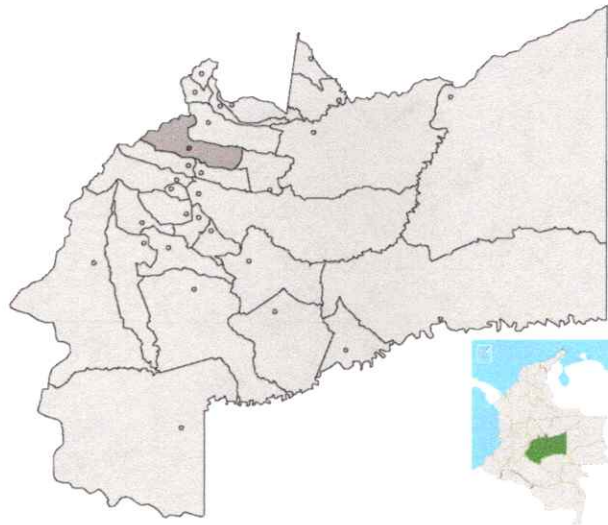
- Norte: Dpt. Cundinamarca
- Sur: Mps. de Castilla la Nueva y Guamal
- Oriente: Mpio. San Carlos de Guaroa
- Occidente: Mpio. de Guamal

Extensión total: 1.169 Km²

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 498 s.n.m

Temperatura media: 24 C° C.

Ilustración 1 Localización municipio



La desarenador existente geográficamente se ubica en las coordenadas (Latitud: 4° 0'31.74"N longitud: 73°48'24.16"O) sobre la corriente de la Quebrada Las Blancas, a 7 kilómetros aproximadamente de la carrera 23, vía principal que conduce de Acacias a Villavicencio.

La planta de tratamiento de agua potable se localiza en las coordenadas 4° 0'33.83"N y 73°47'30.90"O.



Ilustración 2 Localización zona de estudio



Fuente: Google Earth

3 ESTUDIO DE POBLACIÓN

3.1 INFORMACIÓN DE CENSOS DE POBLACIÓN

De acuerdo con el Plan básico de ordenamiento territorial del municipio; Acacias (Meta) se divide en una cabecera municipal que comprende cuatro (04) Unidades de Planificación Zonal y cuarenta y ocho (48) veredas grupadas en seis (06) Unidades de Planificación Rural y su Cabecera Municipal, zonificada en cuatro Unidades de Planificación Zonal con ciento cuarenta y dos (142) barrios - representados algunos en juntas de acción comunal.

De acuerdo con el Censo Nacional de Población y Vivienda 2018- DANE, la población estimada en el municipio para el año 2021 es de 92.607 habitantes, de los cuales el 51.9% son hombres y el 48,1% mujeres.

Tabla 1 Distribución espacial y sexo de población del municipio de Acacias - Meta.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y SEXO	Hombres	Mujeres
Cabecera	34.046	36.180
Centros poblados y rural dispersa	14.010	8.371
Total	48.056	44.551

Fuente: censo 2018 DANE – Proyecciones de 2018 - 2026

La mayor concentración de población en el municipio de Acacias se encuentra ubicada en la zona urbana con 70.226 habitantes que representan un 76% del total; en centros poblados y zona rural 22.381 habitantes con una participación del 24%.



3.2 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

Con base en los censos realizados por el DANE se realizó el cálculo mediante el método lineal, aritmético, geométrico, exponencial y wappaus con el fin de determinar el porcentaje de crecimiento de la población en la zona; El reglamento técnico indica que para el sector agua potable y saneamiento básico (Resolución 0330 de 2017) para el sistema de acueducto y alcantarillado la proyección debe ser de 25 años.

Tabla 2. Datos iniciales

	AÑO	CABECERA MUNICIPAL	CENTROS POBLADOS Y RURAL DISPERSO	TOTAL
DANE	2018	67.906	20.117	88.023
	2019	68.872	21.252	90.124
	2020	69.715	22.114	91.829
	2021	70.226	22.381	92.607
	2022	70.694	22.629	93.323
	2023	71.158	22.859	94.017
	2024	71.609	23.083	94.692
	2025	72.055	23.285	95.340
	2026	72.488	23.487	95.975
	2027	72.916	23.671	96.587
	2028	73.312	23.874	97.186
	2029	73.704	24.052	97.756
	2030	74.092	24.262	98.354
	2031	74.442	24.439	98.881
	2032	74.773	24.615	99.388
	2033	75.085	24.782	99.867
	2034	75.347	24.955	100.302
2035	75.613	25.106	100.719	

Fuente: censo 2018 DANE – Proyecciones de 2018 – 2026.

Tabla 3. Proyección

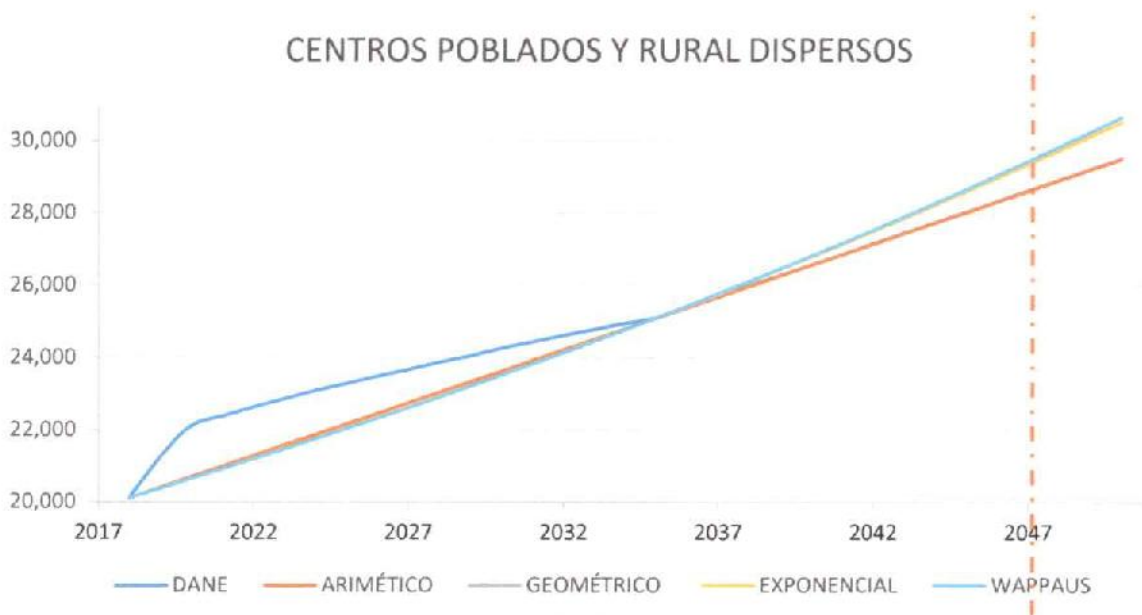
PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN 25 AÑOS						
ZONA	AÑO	MÉTODO				
		DANE (LINEAL)	ARIMÉTICO	GEOMÉTRICO	EXPONENCIAL	WAPPAUS
CABECERA MUNICIPAL	2047	81.053	80.760	81.574	81.574	81.602
CENTROS POBLADOS Y RURAL DISPERSO		28.628	28.617	29.356	29.356	29.444
TOTAL		109.681	109.377	110.930	110.930	111.046



Gráfica 1 Proyección de la población del área urbana en los próximos 25 años con diferentes modelos matemáticos.

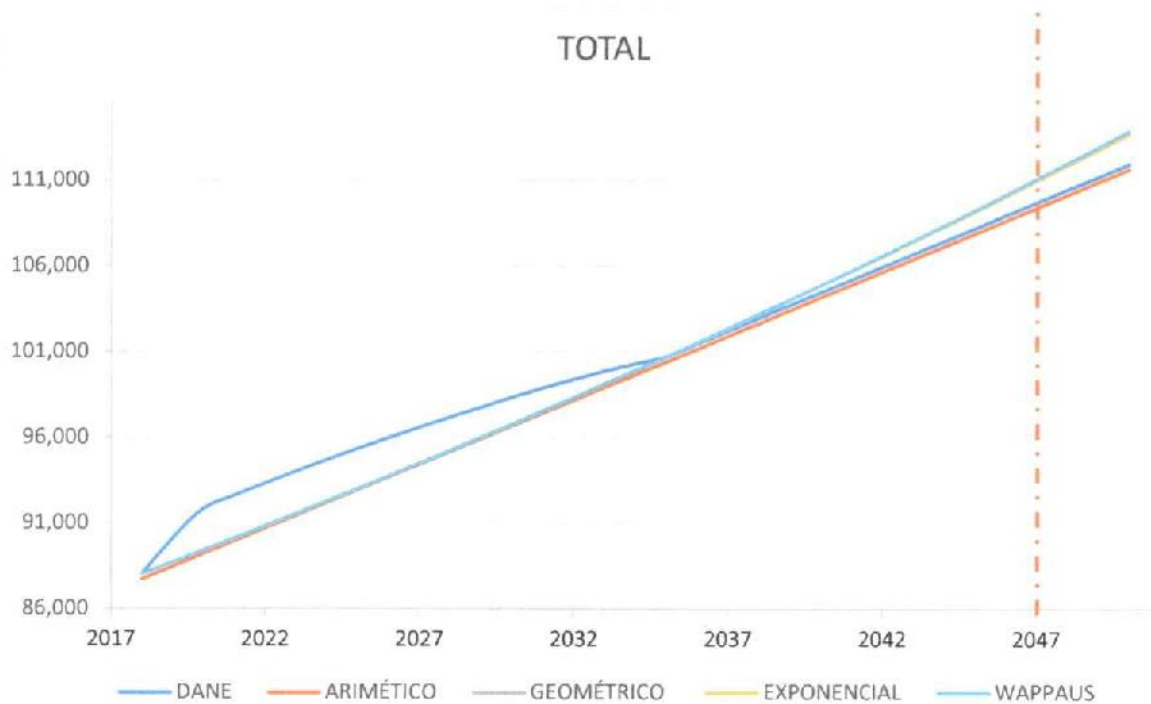


Gráfica 2 Proyección de la población del área rural en los próximos 25 años con diferentes modelos matemáticos.





Gráfica 3 Proyección de la población total del municipio de acacias en los próximos 25 años con diferentes modelos matemáticos.



En este último grafico se refleja el crecimiento constante de la población tanto en la cabecera municipal, como en los centros poblados y rurales dispersos del municipio de Acacias; La tasa de crecimiento será en promedio de un 20% aproximadamente para el año 2047.

Tabla 4. Porcentaje de crecimiento de la población.

METODO	POBLACIÓN AÑO 2047	% DE CRECIMIENTO
LINEAL	109.681	18%
ARIMÉTICO	109.377	18%
GEOMÉTRICO	110.930	20%
EXPONENCIAL	110.930	20%
WAPPAUS	111.046	20%

Fuente: Propia.

La proyección estimada para el año 2047 es de 81.574 habitantes en la zona urbana del municipio de Acacias – Meta; El aumento significativo de la población está relacionado directamente con el aumento en la demanda en el consumo del agua potable.



3.3 DATOS COMPLEMENTARIOS

3.3.1 PERIODO DE DISEÑO

De acuerdo con lo estipulado en el reglamento técnico para el sector agua potable y saneamiento básico (Resolución 0330 de 2017) el periodo de diseño para todos los componentes de los sistemas de acueducto es de 25 años.

3.3.2 DOTACIÓN NETA MÁXIMA

La Dotación Neta Máxima fue establecida según lo indica el artículo 43 de la Resolución 0330 de 2017. “ARTÍCULO 43. Dotación neta máxima. La dotación neta debe determinarse haciendo uso de información histórica de los consumos de agua potable de los suscriptores, disponible por parte de la persona prestadora del servicio de acueducto o, en su defecto, recopilada en el Sistema Único de Información (SUI) de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), siempre y cuando los datos sean consistentes. En todos los casos, se deberá utilizar un valor de dotación que no supere los máximos establecidos en la Tabla.”

Tabla 5. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Fuente: Resolución 0330 de 2017 - RAS

No se cuenta con información histórica o estudios de la población del municipio de Acacias – Meta, por tanto, se toma la dotación neta máxima como valor para cálculos de la dotación bruta. El proyecto se localiza a menos de 1000 m.s.n.m. por lo que el valor es de 140 L/Hab-día.

3.3.3 DEMANDA

Utilizando los valores anteriores de población y dotación neta máxima y perdidas se calcula el valor de dotación bruta y así la demanda en Qmd (Caudal medio diario), QMD (Caudal Máximo Diario) y QMH (Caudal Máximo Horario) los cuales se utilizan como parámetros de diseño.

3.3.4 PÉRDIDAS TÉCNICAS EN EL SISTEMA

El artículo 44 de la Resolución 0330 de 2017, plantea como *“El porcentaje de pérdidas técnicas máximas en la ecuación anterior engloba el total de pérdidas esperadas en todos los componentes del sistema (como conducciones, aducciones y redes), así como las necesidades de la planta de tratamiento de agua potable, y no deberá superar el 25%”*.



3.3.5 DOTACIÓN BRUTA

La dotación bruta debe establecerse según la siguiente ecuación:

$$D_{bruta} = \frac{D_{neta}}{1 - \%p}$$

Dónde:

D bruta: Caudal de dotación Bruta (l/s)
D neta : Caudal de dotación Neta (l/s)
%p : Porcentaje de pérdidas

Entonces,

$$D_{bruta} = \frac{140}{1 - 25\%} = 186,67 \text{ L/s}$$

3.3.6 CAUDAL MEDIO DIARIO

El caudal medio calculado para la población, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada.

$$Q_{md} = \frac{(p \times d_{bruta})}{86.400}$$

Dónde:

Qmd : Caudal medio diario en l/s
p : Población proyectada en Número de habitantes
d bruta: Dotación Bruta en l/hab.-día

entonces,

$$Q_{md} = \frac{(81.574 \times 186,67)}{86.400} = 176,24 \text{ L/s}$$

3.3.7 CAUDAL MÁXIMO DIARIO

Según la Resolución 0330 de 2017 para poblaciones mayores de 12.500 habitantes, al periodo de diseño, el factor k1 no debe superar el valor de 1.2 y el k2 el valor de 1.5.

EL caudal medio diario es afectado por el coeficiente de consumo máximo k1 con valor de 1.20, el caudal máximo diario se calculó con la siguiente la ecuación:

$$QMD = Qmd \times K_1$$

Dónde:

QMD Caudal máximo diario el l/s



Qmd Caudal medio diario en l/s
k₁ Coeficiente de consumo máximo diario

entonces,

$$QMD = 176,24 \text{ L/s} \times 1.20 = 229,11 \text{ L/s}$$

3.3.8 EL CAUDAL MÁXIMO HORARIO

QMH corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año. Se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario, (k₂), previendo el seguro suministro del caudal en la red de distribución se tomará este k₂ de 1.50.

$$QMH = QMD \times k_2$$

Dónde:

QMH Caudal máximo horario en l/s
QMD Caudal máximo diario el l/s
k₂ Coeficiente de consumo máximo horario

entonces,

$$QMH = 229,11 \text{ L/s} \times 1.50 = 343,67 \text{ L/s}$$

3.4 RESULTADOS

Los parámetros de cálculo son:

Tabla 6. Parámetros de cálculo de la demanda

Factor	Unidad	Valor
Dotación Neta	Litros/día	140
Perdidas	%	0.25
Dotación Bruta	Litros/día	186,67

Fuente: Propia

Los resultados para la demanda para la cabecera municipal de Acacias – Meta:

Tabla 7. Resultados demanda de los centros poblados

Parámetro	Resultado	Unidad
Qmd	176,24	L/s
QMD	229,11	L/s
QMH	343,67	L/s

Fuente: Propia



4 MEMORIA DE CÁLCULO DISEÑO HIDRÁULICO DESARENADOR

4.1 DATOS INICIALES

Del análisis estadístico de la población para el periodo de diseño del municipio de Acacias se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 8 Caudal medio diario y caudal máximo diario al periodo de diseño

Parámetro	Resultado	Aproximación	Unidad
Qmd	176,24	180	L/s
QMD	229.11	230	L/s

Fuente: propia.

De acuerdo con Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Resolución 330 de 2017) el desarenador se diseña con el QMD (Caudal máximo diario) y se tienen las siguientes restricciones:

- Velocidad horizontal máxima 0.25 m/S
- Partículas para remover mayores de 0.1 mm
- Eficiencia de remoción mayor o igual al 80%
- Tiempo de retención hidráulica mínimo 20 min
- Densidad de partícula de arena (ρ_s) 2.65 g/cm³

Datos del desarenador

Tabla 9 Datos iniciales para el calculo

Parámetro	Valor	Unidades
Caudal de diseño Q	230	l/s
	0,23	m ³ /s
Diámetro entrada	16	in
	0,4064	m
Temperatura	15	°C
Viscosidad cinemática	0,01146	cm ² /s
Relación longitud - ancho	4 a 1	
Diámetro de la partícula (ds)	0,1	mm
Altura del tanque H	1,5	m

Fuente: propia.

4.2 CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE SEDIMENTACIÓN

Velocidad de sedimentación V_s :

$$V_s = \frac{g}{18} \frac{(\rho_s - \rho)}{\mu} d_s^2 = \frac{918}{18} \frac{(2.65 - 1)}{0,01146} 0.01^2 = 0.785 \text{ cm/s}$$



Tiempo de sedimentación t :

$$t = \frac{H}{V_s} = \frac{150}{0.785} = 191.2 \text{ seg}$$

4.3 TIEMPO DE RETENCIÓN

Para número de Hazen (V_s/V_0):

- $n = 1$ Deflectores deficientes o sin ellos
- $n = 2$ Deflectores Regulares
- $n = 3$ Deflectores buenos
- $n = 5$ a 8 Deflectores muy buenos
- $n \rightarrow \infty$ Caso teórico

Tabla 10 Número de Hazen

Condiciones	Remoción %							
	87,5	80	75	70	65	60	55	50
$n=1$	7	4	3	2,3	1,8	1,5	1,3	14
$n=3$	2,75		1,66					0,76
$n=4$	2,37		1,52					0,73
máx. teórico	0,88		0,75					0,5

Fuente: propia.

El número de Hazen tomado es de 2.75

El tiempo de retención hidráulico θ será de:

$$\theta = t \times 2.75 = 526 \text{ seg} = 8.76 \text{ min}$$

El tiempo de retención θ mínimo es de 20 min por lo que se asume este valor.

4.4 CAPACIDAD DEL DESARENADOR

El volumen del tanque V es:

$$V = Q \times \theta = 0.23 \times (20 \times 60) = 276 \text{ m}^3$$

El área superficial del tanque es:

$$A_s = \frac{V}{H} = \frac{276}{1.5} = 184 \text{ m}^2$$

De donde las dimensiones del tanque son para la relación largo(L) – Ancho (B) = 4-1:

$$B = \sqrt{\frac{A_s}{4}} = \sqrt{\frac{184}{4}} = 6.78 \text{ m}$$

$$L = 4 \times B = 27.13 \text{ m}$$

La carga hidráulica superficial q_s para el tanque es:



$$q_s = \frac{Q}{A_s} = \frac{0.23}{184} = 0.001250 \frac{m^3}{m^2 \text{seg}} = 108 \frac{m^3}{m^2 \text{día}}$$

Las recomendaciones para el diseño indican que la carga hidráulica superficial q_s debe estar entre 15 a 80 m^3/m^2 día, se asume el valor de 80 m^3/m^2 día y se calcula el área superficial A_s' y el volumen del tanque V' .

$$A_s' = \frac{Q}{q_s'} = \frac{0.23}{80 \times 86400} = 248.4 \text{ m}^2$$

$$B' = \sqrt{\frac{A_s}{4}} = \sqrt{\frac{248.4}{4}} = 7.9 \text{ m} \cong 8 \text{ m}$$

$$L' = 4 \times B = 32 \text{ m}$$

$$V' = L' \times B' \times H = 384 \text{ m}^3$$

4.5 COMPROBACIONES

Con el ánimo de que el desarenador opere adecuadamente se recomienda que velocidad horizontal V_h debe ser menor que los siguientes valores: 0.25 m/s, 20 V_s y velocidad de arrastre V_r .

$$V_h = \frac{Q}{B' \times H} = \frac{0.23}{8 \times 1.5} = 0.019 \frac{m}{s} = 1.94 \frac{cm}{s}$$

$$V_{h-max} = 20 \times V_s = 20 \times 0.785 = 15.7 \frac{cm}{s}$$

Dónde para arenas $k = 0.04$ y $f = 0.03$

$$V_r = \sqrt{\frac{8 \times k}{f} \times g(\rho_s - \rho) \times ds} = \sqrt{\frac{8 \times 0.04}{0.03} \times 981(2.65 - 1) \times 0.01} = 13.14 \frac{cm}{s}$$

La velocidad horizontal V_h cumple para las tres condiciones.

4.6 CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DEL DESARENADOR

4.6.1 Vertedero de salida:

$$H_v = \left(\frac{Q}{1.84B} \right)^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{0.23}{1.84 \times 8} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.06 \text{ m}$$

$$V_v = \frac{Q}{H_v B} = \frac{0.23}{0.06 \times 8} = 0.46 \frac{m}{s}$$

$$X_s = 0.36(V_v)^{\frac{2}{3}} + 0.36(H_v)^{\frac{4}{7}} = 0.34 \text{ m}$$

$$L_v = X_s + 0.3 = 0.34 + 0.3 = 0.64 \text{ m}$$



4.6.2 Pantalla de salida
Profundidad

$$H/2 = 0.75 \text{ m}$$

Distancia del vertedero de salida

$$15H_v = 0.95 \text{ m} \cong 1 \text{ m}$$

4.6.3 Pantalla de entrada:
Profundidad

$$H/2 = 0.75 \text{ m}$$

Distancia a la cámara de aquietamiento

$$L/4 = 8 \text{ m}$$

4.6.4 Almacenamiento de lodos
Profundidad máxima

$$= 1.7 \text{ m}$$

Distancia punto de salida a la cámara de aquietamiento A

$$L/3 = 10.7 \text{ m}$$

Distancia punto de salida al vertedero salida B

$$2L/3 = 21.3 \text{ m}$$

Pendiente transversal

$$1.7/B = 21.2\%$$

Pendiente longitudinal A

$$1.7/L/3 = 16.0 \%$$

Pendiente longitudinal B

$$1.7/2L/3 = 8.0\%$$

4.6.5 Cámara de aquietamiento
Profundidad

$$H/3 = 0.5 \text{ m}$$

Ancho

$$B/3 \cong 3 \text{ m}$$



Largo (Adoptado)

$$= 1.5 \text{ m}$$

Rebose de la cámara de quietamiento:

$$Q_{excesos} = 0.25Q = 0.0575 \frac{m^3}{s}$$

$$H_e = \left(\frac{Q_{excesos}}{1.84L_e} \right)^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{0.0575}{1.84 \times 1.5} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.075 \text{ m}$$

$$V_e = \frac{Q_{excesos}}{H_e L_e} = \frac{0.0575}{0.075 \times 1.5} = 0.51 \frac{m}{s}$$

$$X_e = 0.36(V_e)^{\frac{2}{3}} + 0.36(H_e)^{\frac{4}{7}} = 0.36 \text{ m}$$

$$L_e = X_s + 0.3 = 0.34 + 0.3 \cong 0.7 \text{ m}$$

4.6.6 Tubería de excesos y lavado:

Debido a la magnitud de los caudales, la tubería resulta de un diámetro mínimo, igual a 6 in y la de lavado de 10 in.

4.6.7 Numero de orificios #O Pantalla Deflectora

Orificios cada 0.25 m

$$Columnas = \frac{B}{0.25} \cong 32$$

$$Filas = \frac{H}{0.25} \cong 3$$

$$\#O = 32(3) = 96$$

La velocidad de paso debe estar entre 0.06 cm/s y 10 cm/S, se asume un diámetro comercial de orificios de 7 in = 0.178m

$$V_p = \frac{Q}{\#O \left(\frac{\pi d^2}{4} \right)} = \frac{0.23}{96 \left(\frac{\pi 0.178^2}{4} \right)} = 0.096 \frac{m}{s} = 9.6 \frac{cm}{s}$$



6 DISEÑO HIDRÁULICO TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN DE CAUDAL

Al final de la conducción se propone la construcción de un tanque de almacenamiento y regulación de caudal del agua antes del tratamiento, de una primera fase de 1200 m³. Lo cual tendrá las siguientes ventajas:

- Si es necesario algún cambio o mantenimiento en la línea de conducción o al sistema de captación, la planta continuará con la disponibilidad de agua por un tiempo definido y no será necesario un corte del suministro.
- Ocasionalmente se observa que cuando hay crecientes del río el agua empieza a llegar con niveles de turbidez muy altas difícil de tratar debido al sistema convencional de la planta, por lo cual se podría utilizar el volumen almacenado mientras se estabilizan las propiedades del agua.
- Regular el caudal que entra a la planta, ya que la conducción y el sistema de captación y desarenador se encuentran a una larga distancia y pueden presentar variación de flujo.

6.1 PERÍODO Y CAUDALES DE DISEÑO:

El periodo de diseño para todos los elementos del acueducto es 25 años (Resolución 330 de 2017)

El caudal de diseño es el QMD calculado en el estudio de población igual a 230 L/s

Tabla 11 Caudal medio diario y caudal máximo diario al periodo de diseño

Parámetro	Resultado	Aproximación	Unidad
Qmd	176,24	180	L/s
QMD	229.11	230	L/s

6.2 TIPO DE TANQUE:

Debido a la disponibilidad de espacio y ubicación, se establece un tipo de tanque apoyado rectangular.

6.3 CAPACIDAD Y DIMENSIONAMIENTO:

Se establece 1/3 del QMD para un día de abastecimiento.

$$Volumen = \left(\frac{1}{3}\right) \times 230 \frac{L}{s} \times \frac{84600 s}{1} \times \frac{m^3}{1000 L} = 6624 m^3$$

Por disponibilidad de ubicación se propone un primer módulo rectangular de capacidad de 1200 m³ de 20 m Largo x 20m Ancho x 3 metros de largo.



6.4 ELEMENTOS DEL TANQUE

Línea de Entrada

- La línea de conducción es de 16 pulgadas

Línea de Salida

- 16 pulgadas

El tiempo de residencia hidráulico Δt del fluido se da por la ecuación

$$\Delta t = \frac{2A_{Tanque}}{A_{Salida} \times \sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2})$$

Para este caso con altura del fluido en el tanque $H_2 = 0$ se da

$$\Delta t = \frac{A_{Tanque}}{A_{Salida}} \left(\sqrt{\frac{2H}{g}} \right) = \frac{400 \text{ m}}{0.126 \text{ m}} \left(\sqrt{\frac{2(3 \text{ m})}{9.8 \text{ m/s}^2}} \right) = 782.5 \text{ s} = 13.1 \text{ Minutos}$$

Línea de Rebose

- 8 pulgadas

Línea de Limpado

- 8 pulgadas

Utilizando la ecuación anterior el vaciado del tanque se daría en:

$$\Delta t = \frac{A_{Tanque}}{A_{Salida}} \left(\sqrt{\frac{2H}{g}} \right) = \frac{400 \text{ m}}{0.0314 \text{ m}} \left(\sqrt{\frac{2(3 \text{ m})}{9.8 \text{ m/s}^2}} \right) = 1565 \text{ s} = 26 \text{ Minutos}$$

Línea de Bypass

- Al igual que la línea de conducción y de entrada de 16 pulgadas

Caja de Válvulas

- Para la línea de entrada y el bypass, y para salida del tanque.



7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se diseña un sistema de desarenadores para tratar cada uno un flujo de 230 LPS y un volumen en el área de sedimentación de 384 m³, cumpliendo con lo determinado en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Resolución 330 de 2017).
- Se propone la construcción de un tanque de almacenamiento y regulación de caudal del agua de capacidad 1200 m³, antes de la entrada de agua a la planta de tratamiento.
- Según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Resolución 330 de 2017) se debe contemplar sitios de salida para medición de caudal y presión en la entrada y salida de la conducción y para este caso en la mitad del tramo.
- Se recomienda revisar el caudal concesionado, porque según el PBOT habría un déficit de caudal para el año 2044.



8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DANE. Demografía y población. (s. f.). <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion>

Documento diagnóstico, revisión y ajuste del plan básico de ordenamiento territorial 2020, Secretaría de Planeación y Vivienda Acacias –Meta. <https://www.acacias.gov.co/documentos/1267/pbot/>

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS | Minvivienda. (s. f.). <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras>

R. A. López Cualla, Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado, Bogotá: Escuela colombiana de ingenieros, 2003.

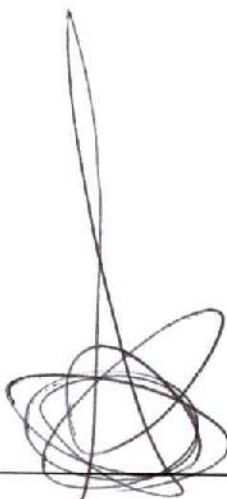
Villavicencio, octubre de 2022

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **ASLEY FERNANDO ESPEJO DIAZ**, ingeniero civil especialista en recursos hídricos; con matrícula profesional vigente 25202-168297 CND, e identificado con C.C. N° 80882602 de Bogotá, hago constar que el DISEÑO HIDRAULICO, fue elaborado en cumplimiento a los requisitos y normas aplicados a este tipo de actividades, para el proyecto **“ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DESARENADOR Y LA LINEA DE CONDUCCION UBICADO EN LA QUEBRADA LAS BLANCAS DEL MUNICIPIO DE ACACIAS META”**

En consecuencia, asumo la responsabilidad del presente estudio, en cualquier tipo de caso, situación o eventualidad que pudiera presentarse, en que la obra a que hace referencia el proyecto no se ejecute conforme a lo estipulado por el estudio, no asumiré responsabilidad civil ni penal alguna.

Atentamente,



ASLEY FERNANDO ESPEJO DÍAZ
ING. CIVIL ESP. EN RECURSOS HÍDRICOS
M.P 25202-168297 CND

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
80.882.602

NUMERO
ESPEJO CIAZ

APELLIDOS
ASLEY FERNANDO

NOMBRES
Asley Fernando Espejo Ciaz



FECHA DE NACIMIENTO 24-OCT-1985
TUNJA
(BOYACA)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.75 O+ M
ESTATURA G.S. RH SEXO
19-DIC-2003 BOGOTA D.C.
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

INDICE DERECHO

REGISTRACION TAC (CUMPLIENDO
CON LA LEY DE IDENTIFICACION)



A-1500113-45154652-M-008082602-20070102 07959-0033A 02 215018044

REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA



MATRÍCULA PROFESIONAL No.
25202168297CND
INGENIERO CIVIL

DE FECHA 23/04/2009
ASLEY FERNANDO
ESPEJO DIAZ
C.C. 80882602
UNIVERSIDAD NACIONAL DE
COLOMBIA



PRESIDENTE DEL CONSEJO

Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza a su titular para ejercer como Ingeniero en todo el Territorio Nacional.

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA

Calle 78 No. 9 - 57 Oficina 1301 Tel. 3220102 Bogotá D.C.

**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que ASLEY FERNANDO ESPEJO DIAZ, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 80882602, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-168297 desde el 23 de Abril de 2009, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 449.
2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**
4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veinticuatro (24) días del mes de Febrero del año dos mil veintitres (2023).



Rubén Darío Ochoa Arbeláez



Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



CONFIERE EL TÍTULO DE

Ingeniero Civil

A

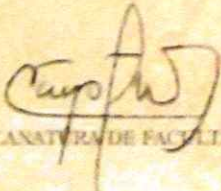
Asley Hernando Espejo Díaz


C.C. No. 80882602 Expedida en Bogotá

QUIEN CUMPLIÓ SATISFACTORIAMENTE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS EXIGIDOS.
EN TESTIMONIO DE ELLO, Y PREVIO AL JURAMENTO DE RIGOR, OTORGA EL PRESENTE

DIPLOMA

EN LA CIUDAD DE Bogotá D.C., a los 25 días del mes de Marzo de 2009

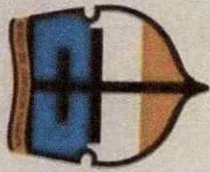

DECANATO DE FACULTAD


RECTORÍA


SECRETARÍA GENERAL

REGISTRO No. 8354 del Libro de Diplomas No. 89
DE LA SEDE DE Bogotá FACULTAD DE Ingeniería

0112658



Universidad Católica de Colombia

Procesos Académicos No. 2271 de Julio 7 de 1979 - Ministerio de Justicia

Considerando que:

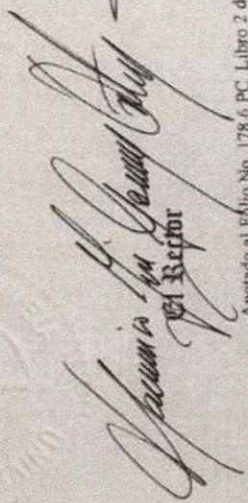
Asley Fernando Espejo Díaz

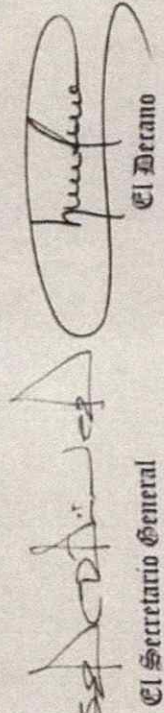
C.C. 80882602 Bogotá D.C.

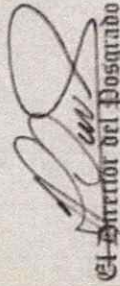
Aprobó los estudios de posgrado programados por la Universidad y cumplió con los requisitos exigidos por la Ley y los reglamentos, le confiere el título de

Especialista en Recursos Hídricos

En testimonio de lo expuesto se expide el presente diploma, en Bogotá, D.C.
a los 10 días del mes de abril del año dos mil quince (2015)


El Rector


El Secretario General


El Director del Posgrado



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia

ACTA DE POSTGRADO No. 120-CHR-2015

En la ciudad de Bogotá D.C., a los Diez (10) días del mes de Abril del año Dos Mil Quince (2015), presidida por el Señor RECTOR se realizó la ceremonia de grado del alumno ASLEY FERNANDO ESPEJO DÍAZ con cédula de ciudadanía No. 80882602 de BOGOTÁ D.C, conforme a los Estatutos y al registro SNIES No. 8697, se le hizo entrega del diploma 16690 confiriéndole el título de:

**ESPECIALISTA
EN:
RECURSOS HIDRICOS**

En fe de lo anterior, se firma la presente acta.

(FDO.) Rector, FRANCISCO JOSÉ GÓMEZ ORTIZ
(FDO.) Secretario General, SERGIO ALBERTO MARTÍNEZ LONDOÑO
(FDO.) Decano, CARLOS ALBERTO GONZÁLEZ CAMARGO
(FDO.) Director del Posgrado, JORGE ALBERTO VALERO FANDIÑO

*Es fiel copia tomada de su original
Bogotá D.C., 10 de Abril de 2015*

SERGIO ALBERTO MARTÍNEZ LONDOÑO
SECRETARIO GENERAL