TABLA DE CONTENIDO

[1 INTRODUCCIÓN 3](#_Toc70867063)

[2 OBJETIVO GENERAL 4](#_Toc70867064)

[2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 4](#_Toc70867065)

[3 DISEÑO DE LA CAPTACIÓN 5](#_Toc70867066)

[3.1 CAUDAL REQUERIDO DE LA QUEBRADA SIN NOMBRE N° 7. 5](#_Toc70867067)

[3.2 CAPTACIÓN LATERAL TIPO REJILLA 6](#_Toc70867068)

[3.2.1 Reja de captación. 7](#_Toc70867069)

[3.3 VERTEDEROS DE CONTROL 9](#_Toc70867070)

[3.3.1 Vertedero de control Etapa de construcción 9](#_Toc70867071)

[3.3.2 Vertedero de control Etapa de operación 11](#_Toc70867072)

[4 DISEÑO DEL DESARENADOR 13](#_Toc70867073)

[5 TANQUES DE ALMACENAMIENTO 20](#_Toc70867074)

[6 CONCLUSIONES 22](#_Toc70867075)

[7 REFERENCIAS 23](#_Toc70867076)

LISTA DE TABLAS

[**Tabla 3.1.** Demanda de agua requerida para la etapa de construcción 5](#_Toc70867077)

[**Tabla 3‑2.** Concesiones requeridas para la etapa de operación. 5](#_Toc70867078)

[**Tabla 3.3.** Localización del punto de captación 6](#_Toc70867079)

[**Tabla 3.4.** Caudal de diseño para la estructura de captación 6](#_Toc70867080)

[**Tabla 3.5.** Parámetros de entrada para el cálculo de las pérdidas en la rejilla 7](#_Toc70867081)

[**Tabla 3.6.** Cálculo de la longitud efectiva del vertedero 8](#_Toc70867082)

[**Tabla 3.7.** Valores de μ para diferentes ángulos de escotadura. 10](#_Toc70867083)

[**Tabla 3.8.** Valores de entrada para hallar la altura de la lámina vertiente. 11](#_Toc70867084)

[**Tabla 3.9.** Valores de salida para el vertedero triangular. 11](#_Toc70867085)

[**Tabla 3.10.** Valores de entrada para el vertedero rectangular 12](#_Toc70867086)

[**Tabla 4.1.** Valores de entrada para el desarenador a implementar 13](#_Toc70867087)

[**Tabla 4.2** Valores de a/t. 15](#_Toc70867088)

[**Tabla 4.3** Dimensionamiento de la pantalla deflectora. 17](#_Toc70867089)

[**Tabla 5.1** Datos de entrada para el cálculo del tanque de almacenamiento. 20](#_Toc70867090)

LISTA DE FIGURAS

[**Figura 3.1**. Reja de captación 9](#_Toc70867091)

[**Figura 3.2**. Vertedero Triangular. 10](#_Toc70867092)

[**Figura 3.3.** Vertedero de control para la etapa de construcción 11](#_Toc70867093)

[**Figura 3.3.** Vertedero de control para la etapa de operación 12](#_Toc70867094)

[**Figura 3.4.** Estructura de captación y caja de control y registro 13](#_Toc70867095)

[**Figura 4.1.** Vista en planta del desarenador a implementar. 19](#_Toc70867096)

[**Figura 4.2.** Vista en perfil del desarenador a implementar. 19](#_Toc70867097)

[**Figura 5.1.** Tanque de almacenamiento a implementar, vista en planta. 21](#_Toc70867098)

[**Figura 5.2.** Tanque de almacenamiento a implementar, vista en perfil. 21](#_Toc70867099)

# INTRODUCCIÓN

Dado que se proyecta la construcción de la PCH Cocorná III, en el Municipio de Cocorná (Antioquia), se requiere la captación de agua en etapa de construcción y etapa de operación, para las dos zonas principales de la PCH, zona de captación y casa e máquinas, por lo tanto, para el respectivo suministro de agua requerido en la zona de casa de máquinas, se proyecta la construcción de una estructura de captación en la fuente denominada “Quebrada Sin nombre N° 7 (tributario del río Cocorná).

Para el abastecimiento de agua, adicional a la estructura de captación, se implementará un desarenador y uno tanque de almacenamiento.

El presente informe presenta las memorias de cálculo de las dimensiones requeridas para las estructuras de captación, desarenador y tanque de almacenamiento requerido para el abastecimiento de agua en la zona de casa de máquinas del proyecto para las dos etapas (construcción y operación).

.

# OBJETIVO GENERAL

Realizar el dimensionamiento de la estructura de captación, desarenador y tanque de almacenamiento para el abastecimiento de agua en la zona de casa de máquinas de la PCH Cocorná III, proyecto ubicado en el Municipio de Cocorná.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

* Calcular la estructura de captación tipo dique y toma lateral con rejilla para Q. sin nombre N° 7 (tributario del río Corcorná).
* Determinar la estructura de control con vertedero triangular para aforo del caudal de diseño.
* Establecer el tratamiento del afluente con desarenador convencional y tanque de almacenamiento para el control de la demanda.

# **DISEÑO DE LA CAPTACIÓN**

## CAUDAL REQUERIDO DE LA QUEBRADA SIN NOMBRE N° 7.

A continuación, se presenta los consumos de agua requeridos para el uso doméstico, red contra incendio y refrigeración requeridos durante la etapa operativa y los caudales requeridos durante la etapa constructiva en la zona de casa de máquinas del proyecto.

Las siguientes tablas, presentan los caudales requeridos para la etapa operativa y de construcción del proyecto PCH Cocorná III

**Tabla 3.1.** Demanda de agua requerida para la etapa de construcción

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Zona | Actividad | Caudal (l/s) | Tipo de uso | Fuente |
|
| Casa de Máquinas | Fabricación de concretos | 0,60 | Industrial | Q. Sin nombre N° 7 |
| Lavado y mantenimiento de vehículos y maquinaria | 0,50 |
| Riego de vías | 0,10 |
| **Total** | | **1,20** |  |  |

**Tabla 3‑2.** Concesiones requeridas para la etapa de operación.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Zona | Actividad | Caudal (l/s) | Tipo de uso | Fuente |
|
| Casa de Máquinas | Servicios sanitarios y lavado de manos | 0,021 | Doméstico | Q. Sin nombre N° 7 |
| Red contra incendios | 30,00 | Industrial |
| Sistema aire acondicionado | 0,10 | Industrial |
| **Total** | | **30,121** |  |  |

## CA**PTACIÓN LATERAL TIPO REJILLA**

Para el sitio de bocatoma para el abastecimiento de agua en la zona de casa de máquinas del proyecto, se ha analizado la posibilidad de obtener el agua de la Fuente tributaria del Rio Conorná, denominada Q. sin nombre N° 7. El Punto georreferenciado previsto para la toma se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 3.3.** Localización del punto de captación

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nombre de la fuente | Coordenadas Planas Magna Colombia Bogotá | | Cota (msnm) |
| **Este (m)** | **Norte(m)** |
| Q. sin nombre N° 7 (tributario del río Cocorná). | 877064,826 | 1160357,185 | 1165,00 |

**Fuente**: Elaboración propia

Sobre la Q. sin nombre N° 7 se implementará una bocatoma con rejilla lateral y un dique que garantizará el espejo de agua necesario para la captación; luego, el caudal captado pasará a una caja de control donde se regularán los caudales de diseño y de excesos.

La estructura de captación se diseña con el caudal solicitado para concesión para la etapa de operación del proyecto, ya que este caudal es mayor al requerido durante la etapa de construcción, más un porcentaje más un porcentaje de seguridad (5%), por posible obstrucción en las rejillas (**Ver Tabla 3.4**).

**Tabla 3.4.** Caudal de diseño para la estructura de captación

|  |  |
| --- | --- |
| Caudal etapa de operación (L/s) | 30.121 |
| **% de seguridad** | 5.00 |
| **Caudal de diseño (L/s)** | 31.63 |
| **Caudal de diseño (m3/s)** | **0.032** |

**Fuente**: Elaboración propia

### Reja de captación.

El agua ingresará por una rejilla lateral ubicada hacia la margen izquierda del cauce, la cual tiene como función principal impedir el paso de material indeseable (sedimentos, gravas, maderos, etc.) hacia el sistema de conducción.

Para su diseño se consideró que el caudal captado depende de la carga efectiva sobre ella, la cual por tener barras paralelas es prácticamente igual a la energía específica, debido a que el flujo a través de la reja es de tipo vertical donde el agua fluye sin producir choques bruscos contra los bordes de las aberturas.

* **Pérdidas en la rejilla:** Para el cálculo de las pérdidas en la rejilla se usa la ecuación de Kinhmmer:

h=B(W/b)4/3hvSenө

Donde:

h Pérdida de carga (m)

B= Factor de forma (adi)

W Espesor de la barra (m)

hv Carga de velocidad en m (V2/2g)

V Velocidad de entrada (m/s)

ө Angulo de la varilla con la horizontal (º).

b Profundidad de la varilla (m).

**Tabla 3.5.** Parámetros de entrada para el cálculo de las pérdidas en la rejilla

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parámetro | Valor | Bibliografía |
| Diámetro de barras (m) | 0.0254 |  |
| Espaciamiento entre barras (m) | 0.0254 |  |
| Ángulo de la varilla respecto a la horizontal (º) | 90 | Corcho y Duque, 1997 |
| Factor de forma | 1.79 | Corcho y Duque, 1997 |
| Velocidad de entrada (m/s) | 0.15 | RAS 2000 |

**Fuente**: Elaboración propia

La pérdida de carga a través de la rejilla es de 0.01 m.

* **Vertedero de entrada:** El vertedero se calcula a partir de la expresión de Francis.

Q= 1.84 LeH3/2

Donde:

Q= Caudal a captar en m3/s.

Le= Longitud efectiva del vertedero, en m.

H= Carga sobre la cresta del vertedero, en m.

**Nota:** Se puede asumir que no hay carga de velocidad pues la toma es lateral y la velocidad del agua en la fuente en el sentido lateral se puede considerar prácticamente nula.

**Tabla 3.6.** Cálculo de la longitud efectiva del vertedero

|  |  |
| --- | --- |
| Parámetro | Valor |
| Caudal a captar (m3/s) | 0.0316 |
| Carga sobre la cresta del vertedero (m)\* | 0.15 |
| Longitud efectiva del vertedero (m)\*\* | 0.30 |

\*La longitud efectiva del vertedero se calcula con la ecuación de Francis.

\*\*La carga sobre la cresta de vertedero es asumida

**Fuente:** Elaboración propia

* **Cálculo de la rejilla de captación:** Se determina a partir de la siguiente ecuación:

Según la ecuación anterior, se tiene que el No. de espacios entre las varillas es de 12 y No. de varillas es de 11.

* **Longitud total de la reja:** La ecuación empleada para estimar la longitud teórica de la reja (Lr) y garantizar la captación total del caudal de diseño del sistema es la siguiente:

Donde:

Lr Longitud total de la reja.

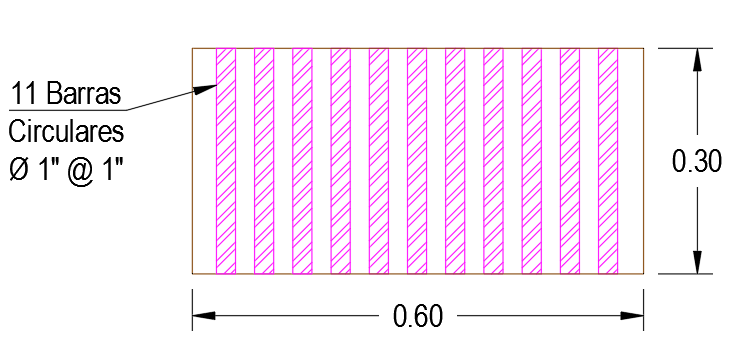
Le Longitud efectiva del vertedero.

Nv Número de varillas.

La longitud total de la reja es de 0.60m.

El agua ingresará por la rejilla lateral ubicada hacia la margen izquierda de la Q. Sin nombre N° 7, la cual está conformada por 1 unidad con 11 barras de sección circular de una pulgada (1”), separadas 1".

La rejilla lateral tiene una altura de 0.30 m y un ancho de 0.60 m (Ver ***Figura 3.1***).



**Figura 3.1**. Reja de captación

**Fuente:** Elaboración propia.

## **VER**TEDEROS DE CONTROL

Con el fin de captar las aguas provenientes de la Q. Sin nombre N°7 y garantizar el caudal solicitado para concesión, se proyectará una caja de control en la que se regulará el caudal requerido mediante dos vertederos, y los excesos se evacuarán mediante una tubería de 6 pulg (6”) de diámetro.

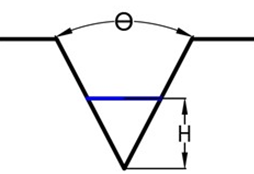
### Vertedero de control Etapa de construcción

Para regular el caudal solicitado para concesión para la etapa de construcción en la zona de casa de máquinas de la PCH Cocorná III (Ver **Tabla 3.1**), se proyecta la implementación de un vertedero triangular por ser un caudal relativamente pequeño.

***Vertedero triangular***

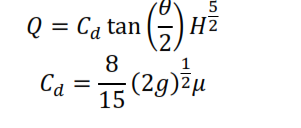
Los vertederos triangulares se recomiendan para gastos inferiores a 30 L/s y cargas hasta 60 cm. Su precisión es mejor que la del rectangular, para gastos pequeños. Para gastos mayores es recomendable el rectangular debido a que el triangular es más sensible a cualquier cambio en la rugosidad de la placa y también, porque requiere mayor exactitud en la medición de las cargas, pues el gasto varía con la potencia 5/2 de la misma.

En la **Figura 3.2** se presenta un esquema del vertedero triangular.



**Figura 3.2**. Vertedero Triangular.

Para este tipo de estructura se utiliza la siguiente ecuación de diseño:



Donde:

𝑄 = 𝐶𝑎𝑢𝑑𝑎𝑙 𝑑𝑒 𝑣𝑒𝑟𝑡𝑖𝑚𝑖𝑒𝑛𝑡𝑜 [𝑚/𝑠].

𝐶𝑑 = 𝐶𝑜𝑒𝑓𝑖𝑐𝑖𝑒𝑛𝑡𝑒 𝑑𝑒 𝑑𝑒𝑠𝑐𝑎𝑟𝑔𝑎 [𝑎𝑑𝑖𝑚].

𝑔 = 𝑉𝑎𝑙𝑜𝑟 𝑑𝑒 𝑙𝑎 𝑔𝑟𝑎𝑣𝑒𝑑𝑎𝑑 [9,8 𝑚/𝑠3].

𝜃 = Á𝑛𝑔𝑢𝑙𝑜 𝑑𝑒 𝑙𝑎 𝑒𝑠𝑐𝑜𝑡𝑎𝑑𝑢𝑟𝑎 𝑜 𝑟𝑎𝑛𝑢𝑟𝑎 𝑒𝑛 𝑉 [𝑔𝑟𝑎𝑑𝑜𝑠].

𝐻 = 𝐴𝑙𝑡𝑢𝑟𝑎 𝑑𝑒 𝑙𝑎 𝑙á𝑚𝑖𝑛𝑎 𝑣𝑒𝑟𝑡𝑖𝑒𝑛𝑡𝑒 [𝑚].

𝜇 = 𝐶𝑜𝑒𝑓𝑖𝑐𝑖𝑒𝑛𝑡𝑒 𝑒𝑥𝑝𝑒𝑟𝑖𝑚𝑒𝑛𝑡𝑎𝑙 [𝑎𝑑𝑖𝑚].

La **Tabla 3.7,** muestra los valores de μ para diferentes ángulos de escotadura de un vertedero triangular.

**Tabla 3.7.** Valores de μ para diferentes ángulos de escotadura.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| θ [grados] | 15 | 30 | 45 | 60 | 90 | 120 |
| **μ** | 0.666 | 0.618 | 0.609 | 0.599 | 0.587 | 0.604 |

**Fuente:** Tomado de <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articuloses/medidores/vertedortriang2/verttriang2.html>

1. ***Valores de entrada para el cálculo del vertedero triangular***

La **Tabla 3.8,** muestra los valores de entrada para el cálculo del vertedero triangular para la captación del agua.

**Tabla 3.8.** Valores de entrada para hallar la altura de la lámina vertiente.

|  |  |
| --- | --- |
| Datos | Valor |
| **Q [m3/s]** | 0.0012 |
| **g [m/s2]** | 9.80 |
| **θ [grados]** | 30 |

**Fuente:** Elaboración propia.

1. ***Valores de salida para el cálculo del vertedero***

La **Tabla 3.9,** muestra los valores de salida para hallar la carga sobre el vertedero de control.

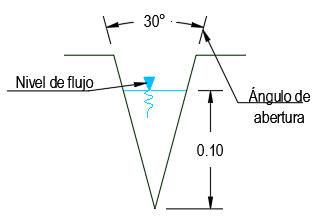
**Tabla 3.9.** Valores de salida para el vertedero triangular.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| θ/2 | Tan θ/2 | μ | Cd | H [m] |
| 15.00 | 0.27 | 0.62 | 1.46 | 0.10 |

**Fuente:** Elaboración propia.

Vertedero de control durante la etapa de construcción tendrá un ángulo de 30º para un caudal de diseño de 1.20 L/s, la altura de la lámina vertiente será de 10 cm.

La siguiente figura, presenta las dimensiones y nivel de flujo en el vertedero de control para garantizar el caudal concesionado en la etapa de construcción del proyecto



**Figura 3.3.** Vertedero de control para la etapa de construcción

**Fuente:** Elaboración propia

### Vertedero de control Etapa de operación

Para regular el caudal solicitado para concesión para la etapa de operación en la zona de casa de máquinas de la PCH Cocorná III (Ver **Tabla 3‑2**), se proyecta la implementación de un vertedero rectangular.

***Vertedero Rectangular:*** El vertedero se calcula a partir de la expresión de Francis.

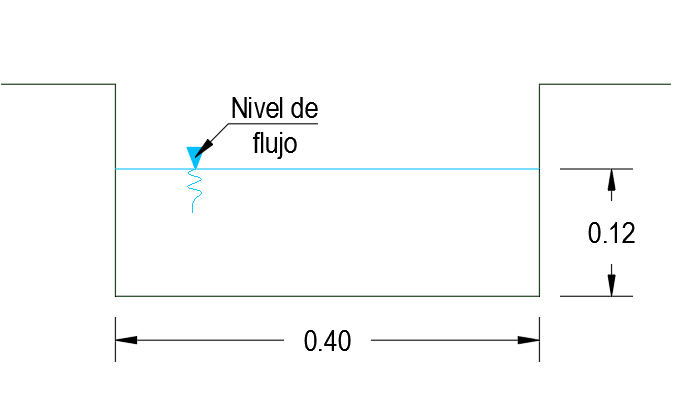
Q= 1.84 LeH3/2

De la ecuación anterior, se despeja la altura del vertedero (H) y se asume la longitud de este.

**Tabla 3.10.** Valores de entrada para el vertedero rectangular

|  |  |
| --- | --- |
| Parámetro | Valor |
| Qdis (m³/s) | **0.030** |
| C (m1/2/s) | 1.84 |
| L (m) | **0.40** |

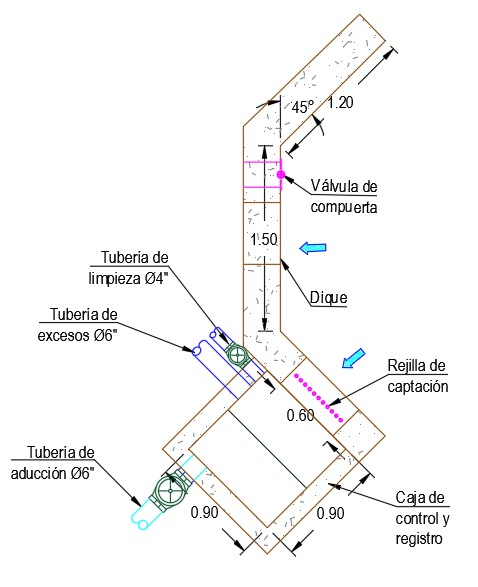
La carga sobre el vertedero de control para la etapa de operación del proyecto será de 0.12m (Ver ***Figura 3.4***).



**Figura 3.4.** Vertedero de control para la etapa de operación

**Fuente:** Elaboración propia

Junto a la reja de captación se ubicará una estructura de control y registro, encargada de garantizar el paso del caudal solicitado para concesión (Vertedero de control) y que los excesos sean devueltos a la fuente hídrica (Ver **Figura 4.2**)



**Figura 3.5.** Estructura de captación y caja de control y registro

**Fuente:** Elaboración propia

# DISEÑO DEL DESARENADOR

Por medio de esta estructura hidráulica se deben sedimentar las partículas en suspensión presentes en el agua por la acción de la fuerza de gravedad, y retenerlas en el fondo para su remoción manual. Estas partículas corresponden al tamaño de gravas y arenas, presentes en el agua.

1. ***Parámetros de diseño:***

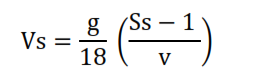
**Tabla 4.1.** Valores de entrada para el desarenador a implementar

| Parámetro | Valor |
| --- | --- |
| Qdis (m³/s) | 0.0301 |
| Diámetro de la partícula a remover - dp (cm) | 0.05 |
| Gravedad específica de la partícula a sedimentar (g/cm3) | 2.65 |
| Porcentaje de partículas a sedimentar (%) | 87.50 |
| Temperatura del agua (°C) | 21 |

**Fuente:** Elaboración propia

1. ***Velocidad de sedimentación (Vs):***

* La velocidad de sedimentación dada por Stokes se determina mediante la siguiente ecuación.



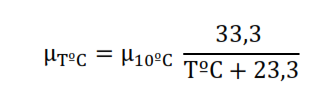
Donde:

𝑉𝑠 = 𝑉𝑒𝑙𝑜𝑐𝑖𝑑𝑎𝑑 𝑑𝑒 𝑠𝑒𝑑𝑖𝑚𝑒𝑛𝑡𝑎𝑐𝑖ó𝑛 [𝑐𝑚/𝑠].

𝑔 = 𝑉𝑎𝑙𝑜𝑟 𝑑𝑒 𝑙𝑎 𝑔𝑟𝑎𝑣𝑒𝑑𝑎𝑑 [980 𝑐𝑚/𝑠2].

𝑆𝑠 = 𝐺𝑟𝑎𝑣𝑒𝑑𝑎𝑑 𝑒𝑠𝑝𝑒𝑐í𝑓𝑖𝑐𝑎 𝑑𝑒 𝑙𝑎 𝑝𝑎𝑟𝑡í𝑐𝑢𝑙𝑎 𝑎 𝑠𝑒𝑑𝑖𝑚𝑒𝑛𝑡𝑎𝑟 [𝑔/𝑐𝑚3].

𝑣 = 𝑉𝑖𝑠𝑐𝑜𝑠𝑖𝑑𝑎𝑑 𝑐𝑖𝑛𝑒𝑚á𝑡𝑖𝑐𝑎 𝑑𝑒𝑙 𝑎𝑔𝑢𝑎 [𝑐𝑚2/𝑠]: se puede calcular con base en la viscosidad del agua a la temperatura de 10ºC mediante la expresión:



Donde:

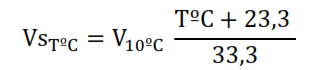
𝜇𝑇º𝐶 = 𝑉𝑖𝑠𝑐𝑜𝑠𝑖𝑑𝑎𝑑 𝑐𝑖𝑛𝑒𝑚á𝑡𝑖𝑐𝑎 𝑎 𝑐𝑢𝑎𝑙𝑞𝑢𝑖𝑒𝑟 𝑡𝑒𝑚𝑝𝑒𝑟𝑎𝑡𝑢𝑟𝑎 [𝑐𝑚2/𝑠].

𝜇10º𝐶 = 𝑉𝑖𝑠𝑐𝑜𝑠𝑖𝑑𝑎𝑑 𝑐𝑖𝑛𝑒𝑚á𝑡𝑖𝑐𝑎 𝑎 10º𝐶 [0,0127 𝑐𝑚2/𝑠].

La temperatura del agua en la zona de estudio es de 21ºC, se tiene que la viscosidad cinemática a esta temperatura es de 0,0072 cm2/s.

se tiene que la velocidad de sedimentación calculada con la ecuación de Stokes es de 31.02 cm/s.

* La ve lo c id ad de sedimentación a cualquier temperatura se halla mediante la ecuación de Hazen:



Donde:

𝑉𝑠𝑇º𝐶= 𝑉𝑒𝑙𝑜𝑐𝑖𝑑𝑎𝑑 𝑑𝑒 𝑠𝑒𝑑𝑖𝑚𝑒𝑛𝑡𝑎𝑐𝑖ó𝑛 𝑑𝑒 𝑙𝑎 𝑝𝑎𝑟𝑡í𝑐𝑢𝑙𝑎 𝑎 𝑐𝑢𝑎𝑙𝑞𝑢𝑖𝑒𝑟 𝑡𝑒𝑚𝑝𝑒𝑟𝑎𝑡𝑢𝑟𝑎 𝑑𝑒𝑙 𝑎𝑔𝑢𝑎 [𝑐𝑚/𝑠].

𝜇10º𝐶 = 𝑉𝑒𝑙𝑜𝑐𝑖𝑑𝑎𝑑 𝑑𝑒 𝑠𝑒𝑑𝑖𝑚𝑒𝑛𝑡𝑎𝑐𝑖ó𝑛 𝑑𝑒 𝑙𝑎 𝑝𝑎𝑟𝑡í𝑐𝑢𝑙𝑎 𝑎 10º𝐶 𝑑𝑒 𝑡𝑒𝑚𝑝𝑒𝑟𝑎𝑡𝑢𝑟𝑎 𝑑𝑒𝑙 𝑎𝑔𝑢𝑎 [𝑐𝑚/𝑠].

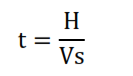
La velocidad de sedimentación de una partícula arena de 0.05cm a una temperatura de 10ºC es de 5.30cm/s.

Con una temperatura de agua de 21ºC y aplicando la ecuación anterior se tiene que la velocidad de sedimentación es **7.05 cm/s**

Se tomará un promedio para la velocidad de sedimentación de **19.04 cm/s.**

* De acuerdo al RAS la profundidad útil del desarenador debe estar comprendida entre 0.75m y 1.50m, para el presente diseño se asume una profundidad útil de H = 1.50m.

El tiempo de caída de la partícula está dado por:



El tiempo de sedimentación de la partícula es de 0.13 minutos

1. ***Cálculo del tiempo de retención hidráulico:***

El tiempo de retención se determina a partir de la relación de a/t, según la eficiencia del desarenador. La siguiente tabla muestra estos valores propuestos.

**Tabla 4.2** Valores de a/t.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Valores de a/t | | | |
| **Condiciones** | **Remoción** | | |
| **50.00%** | **75.00%** | **87.50%** |
| Máximo teórico | 0.50 | 0.75 | 0.875 |
| Depósitos con muy buenos deflectores | 0.73 | 1.52 | 2.37 |
| Depósitos con buenos deflectores | 0.76 | 1.66 | 2.75 |
| Depósitos con deficientes deflectores o sin ellos | 1.00 | 3.00 | 7.00 |

**Fuente:** Tomado de CORCHO y DUQUE (1997).

Para un porcentaje de remoción del 87.50% se tiene, a/t = 2.37

a= 2.37t

a= 2.37x7.88s= 18.68 s

El tiempo de retención hidráulico (a) es de 0.31 minutos.

1. ***Dimensiones del desarenador:***

* La capacidad del desarenador está dada por la siguiente ecuación:

C = Q . a

C = 0.0301 m3/s x 18.68 s = 0.56m3

* La superficie de la zona de sedimentación del desarenador está dada por:

A = C/H

**A** = 0.56 m3 / 1.5m = 0.38 m2

Se compara la superficie disponible con la requerida.

El área superficial requerida se determina por la siguiente ecuación:

Ar = Q/Vsc

Donde:

𝐴𝑟 = 𝑆𝑢𝑝𝑒𝑟𝑓𝑖𝑐𝑖𝑒 𝑟𝑒𝑞𝑢𝑒𝑟𝑖𝑑𝑎 𝑑𝑒𝑙 𝑑𝑒𝑠𝑎𝑟𝑒𝑛𝑎𝑑𝑜𝑟 [𝑚2].

𝑉𝑠𝑐 = 𝑉𝑒𝑙𝑜𝑐𝑖𝑑𝑎𝑑 𝑑𝑒 𝑠𝑒𝑑𝑖𝑚𝑒𝑛𝑡𝑎𝑐𝑖ó𝑛 𝑐𝑟í𝑡𝑖𝑐𝑎 [𝑙/(𝑠 \* 𝑚2)].

𝑄 = 𝐶𝑎𝑢𝑑𝑎𝑙 𝑑𝑒𝑙 𝑑𝑒𝑠𝑎𝑟𝑒𝑛𝑎𝑑𝑜𝑟 [𝑚3/𝑠].

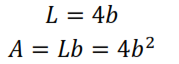
Para el caudal de diseño Q= 30.121 L/s y Vsc= 190.36 L/s\*m2, el área requerida (Ar) es de 0.16 m2.

Como **A** es mayor que **Ar** calculada, el diseño cumple para el desarenador.

1. ***Dimensionamiento de la zona de sedimentación:***

Es una zona donde sus características de régimen de flujo permiten la remoción de sólidos del agua, donde se debe garantizar un flujo laminar y estable para que no haya resuspensión de partículas y la línea de flujo no debe encontrarse con ningún tipo de obstrucción.

Las dimensiones el desarenador se pueden obtener así:



De acuerdo con estas expresiones se tiene que el ancho mínimo de la zona de sedimentación es de 0.10 m y el largo 0.40 m.

Por cuestiones de construcción se establece que la zona de sedimentación del desarenador debe tener 0.60 metros de ancho y 2.40 metros de largo.

Ancho (b) = 0.60 m

Largo (L) = 2.40 m

Profundidad lámina de agua = 1.50 m

1. ***Diseño de la zona de entrada:***

Se sugiere que el ancho de la zona de entrada esté entre b/2 y b/3, y la profundidad sea aproximadamente igual a H/3 más la sobre altura de los muros para controlar el desbordamiento por oleaje.

Por lo cual se define:

Ancho en la zona de entrada = 0.20 m

Profundidad de la zona de entrada = 0.70 m incluyendo el borde libre.

1. ***Pantalla deflectora:***

Consiste en una pantalla de fibra de vidrio, con perforaciones, que se ubica en el fondo del canal de entrada con el fin de aquietar el agua, distribuir el flujo y evitar que se transmita la turbulencia a la zona de sedimentación.

Para el dimensionamiento de la pantalla, se asumió el diámetro y número de orificios, se calculó el caudal por orificio dividiendo el caudal total por el número de orificios, y se calculó el área de cada orificio para chequear que la velocidad de entrada exceda los 0.25 m/s, tal como lo recomienda la Resolución 0330 del 2017.

**Tabla 4.3** Dimensionamiento de la pantalla deflectora.

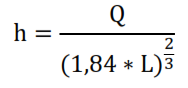
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parámetro | Valor | Unidades |
| Diámetro del orificio (Do) | 3.00 | Pul |
| Número de orificios (N) | 30 | u |
| Caudal por cada orificio (qo) | 0.001 | m3/s |
| Área de cada orificio (Ao) | 0.0046 | m2 |
| Velocidad por cada orificio (Vo) | 0.22 | m/s |

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo al diámetro asumido y el número de orificios obtenidos del dimensionamiento mostrado en la **Tabla 4.3**, se requiere una pantalla deflectora horizontal de 0.35 m de ancho, 0.60 m de largo y vertical de 0.35 m por 0.60m.

1. ***Zona de salida:***

Zona que recoge el agua clarificada desde un vertedero de salida. Considerando que el ancho del canal de salida, es igual a 0.60 m, se verifica la lámina de agua sobre el vertedero de salida mediante la ecuación de Francis:



Para un caudal de salida de 0.03012 m3/s y 0.60m de ancho del vertedero la carga sobre este será de 0.090m.

La profundidad del vertedero de salida se encuentra definida en función de esta altura, y tendrá la posición relativa respecto a la profundidad total útil (H=1.5 m).

1. ***Zona de lodos:***

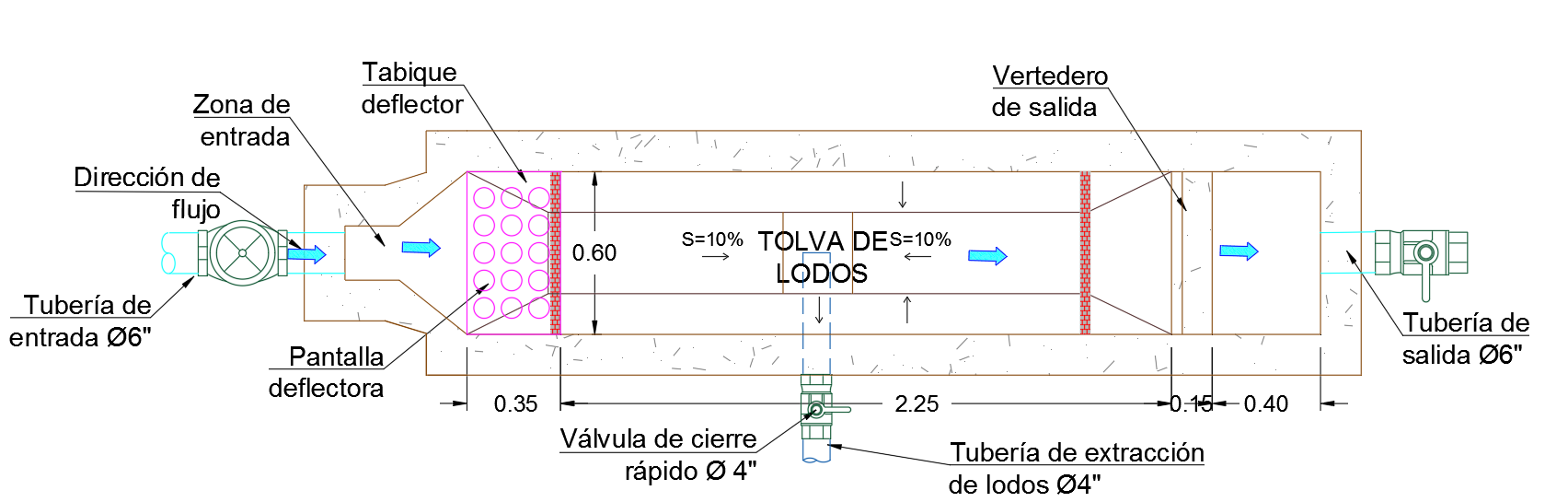
Zona que recibe y almacena los lodos sedimentados que se depositan en el fondo del desarenador.

Pendiente longitudinal del fondo: 10%

Pendiente de la tubería de desagüe: 25%

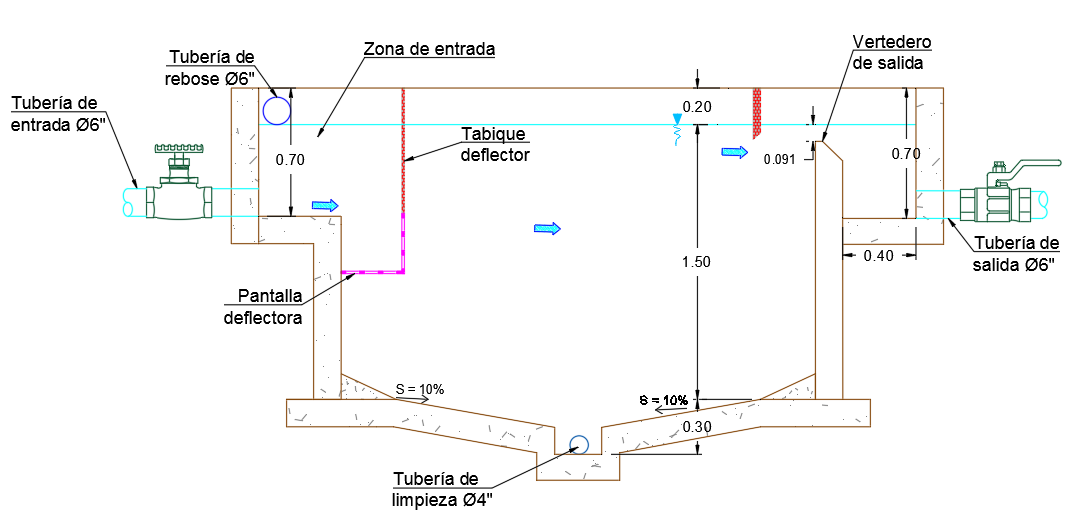
Tolva de lodos con profundidad útil: 0.45 m respecto a la profundidad total útil (H=1.5 m).

Las siguientes figuras, presenta una vista en planta y en perfil del desarenador a implementar



**Figura 4.1.** Vista en planta del desarenador a implementar.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 4.2.** Vista en perfil del desarenador a implementar.

**Fuente:** Elaboración propia.

# TANQUESDE ALMACENAMIENTO

El agua a captar y a concesionar de la Q. sin nombre N° 7, a través de una obra de captación lateral ubicada en la margen derecha del cauce con relación al flujo, se transportarán hasta un tanque de almacenamiento.

El tanque estará diseñado para el caudal máximo a concesionar, para este caso será el de 30.121 L/s, para uso operativo del proyecto.

El volumen del tanque está dado por la expresión:

Donde:

𝑉𝑜𝑙 = 𝑉𝑜𝑙𝑢𝑚𝑒𝑛 total del tanque [𝑚3].

𝑄 = 𝐶𝑎𝑢𝑑𝑎𝑙 𝑑𝑒 𝑑𝑖𝑠𝑒ñ𝑜 [𝑚3/𝑠].

𝑡 = 𝑇𝑖𝑒𝑚𝑝𝑜 𝑑𝑒 𝑎𝑙𝑚𝑎𝑐𝑒𝑛𝑎𝑚𝑖𝑒𝑛𝑡𝑜 (s).

Según la **Tabla 3‑2**, se considera un caudal que es para la red contra incendio y otro para uso doméstico, se determina el cálculo del volumen de cada uno, según las recomendaciones de la norma para el tiempo de almacenamiento.

En la **Tabla 5.1** se muestran los parámetros de diseño para los tanques de almacenamiento a implementar.

**Tabla 5.1** Datos de entrada para el cálculo del tanque de almacenamiento.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| USO | Doméstico | RCI y refrigeración |
| Caudal (m3/s) | 0.021 | 30.10 |
| Tiempo de almacenamiento (h) | 8.00\* | 2.00\*\* |
| Volumen del tanque de almacenamiento (m3) | **0.61** | **216.72** |

**Fuente:** Elaboración propia.

\*De acuerdo a la resolución 0330 del 2017, la capacidad de almacenamiento debe ser igual a 1/3 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día de máximo consumo.

\*\*Según el Ras 200, la duración de incendios es 2 horas.

Como se va a implementar un solo tanque, el volumen total será de 217.32 m3.

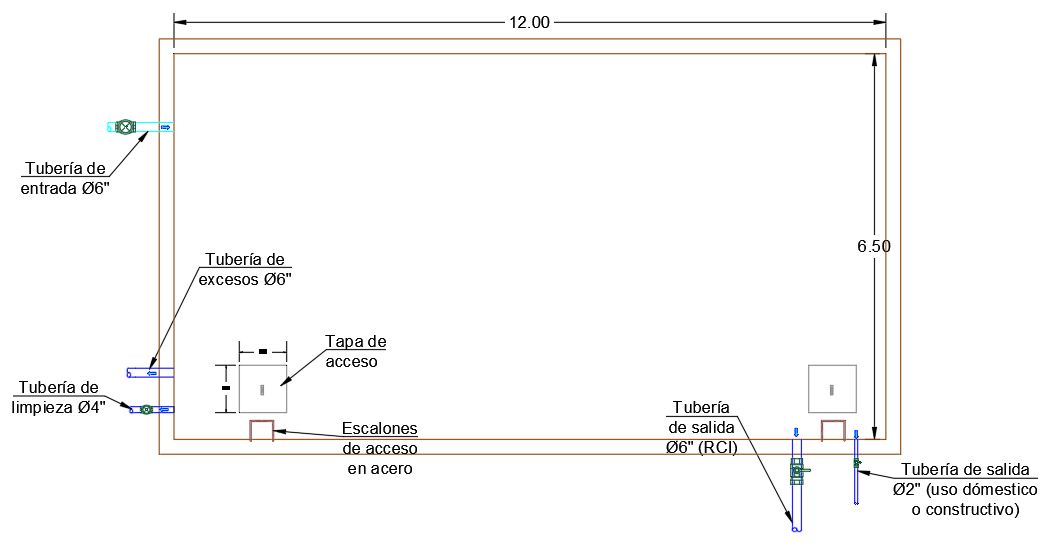
El Tanque de almacenamiento para el proyecto tendrá las siguientes dimensiones:

Ancho: 6.50 m

Largo: 12.00 m

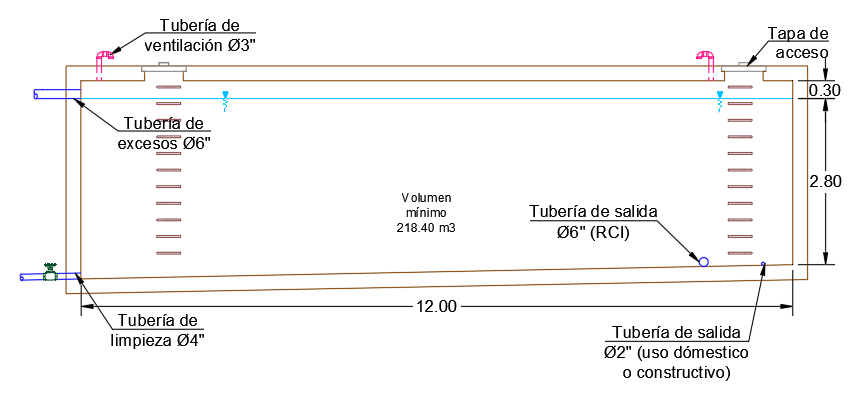
Altura útil: 2.80 m

Volumen útil= 218.40 m3



**Figura 5.1.** Tanque de almacenamiento a implementar, vista en planta.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 5.2.** Tanque de almacenamiento a implementar, vista en perfil.

**Fuente:** Elaboración propia.

# CONCLUSIONES

El caudal requerido solicitado para concesión es de 0.021 L/s para uso doméstico y 30.10L/s para uso industrial durante la etapa de operación del proyecto y 1.20L/s para uso constructivo en la zona de casa de máquinas del proyecto PCH Cocorná III.

De los cálculos realizados, se obtuvieron las siguientes dimensiones para las estructuras hidráulicas a implementar sobre el Caño Sin nombre:

* Se realizará la toma lateral mediante una rejilla de 0.30 m de alto y 0.60 m de ancho, con 11 barras de sección circular de 1” cada 1".
* Durante la etapa de construcción se implementará un vertedero de control triangular de 30º de abertura con una altura de la lámina de vertiente de 0.10 m para un caudal de 1.20 L/s.
* Durante la etapa de operación se implementará un vertedero de control rectangular de 0.40m de ancho con una altura de la lámina de vertiente de 0.12 m para un caudal de 30.121 L/s.
* El desarenador tendrá 0.60 m de ancho, 3.60 m de longitud total y 1.50m de profundidad útil.
* El tanque de almacenamiento tendrá capacidad para un volumen útil de 218.40m3, con unas dimensiones de 12.00m de largo, 6.50m de ancho y 3.10m de profundidad.

# REFERENCIAS

1. CHOW, Ven Te; MAIDMENT, David R.; MAYS, Larry W. Hidrología Aplicada. Santafé deBogotá: McGraw - Hill, 1994. ISBN: 958-600-171-7.

2. CHOW, Ven Te. Hidráulica de los canales abiertos. México: Editorial Diana, 1983. ISBN: 968- 13-1327-5.

3. CORCHO ROMERO, Freddy Hernán y DUQUE SERNA, José Ignacio. Acueductos Teoría y Diseño. 2 ed. Medellín: Departamento de Publicaciones, Universidad de Medellín, 1997.

4. EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN. Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de EPM. Medellín: EPM, 2009.

5. FRENCH, Richard H. Hidráulica de canales abiertos. México: McGraw - Hill, 1988.

6. MEJÍA GARCÉS, Francisco Jaime y BARROS MARTÍNEZ, Juan Fernando. Curso de Mecánica de fluidos de la Escuela de Ingenieros de Antioquia – EIA. Disponible en:<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articuloses/medidores/vertedortriang/verttriang.html> Recuperado: Junio de 2017.

7. COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS - 2000. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Económico, 2000.

8. COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Resolución 0330. (8, junio, 2017). Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y se derogan las Resoluciones números 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009. Bogotá: El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio 2017. [Consultado: 10 de Junio de 2019]. Disponible en:<http://www.minvivienda.gov.co/viceministerios/viceministerio-de-agua/reglamento-tecnico-del-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable>

9. ROCHA FELICES, Arturo. Hidráulica de tuberías y canales. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2007.

10. SOTELO ÁVILA, Gilberto. Hidráulica General. México: Editorial Limusa, 1982. ISBN: 968-

11. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - UNAL. Estudio de prefactibilidad de una microcentral Hidroeléctrica en el corregimiento de Santiago del municipio de Santo Domingo Antioquia. Medellín: Universidad Nacional de Colom