



CORBAN
INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nit: 900.963.677-2

DISEÑO HIDRÁULICO

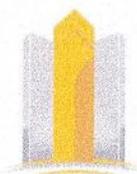


CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LAS PLANTAS OPERADAS POR LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE ACACIAS, DEPARTAMENTO DEL META.

2023

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S

Nit: 900.963.677-2

CONTENIDO

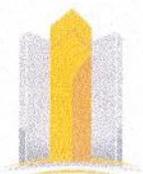
1	GENERALIDADES	6
1.1	INTRODUCCIÓN.....	6
1.2	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	6
1.3	LOCALIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO.....	8
1.4	GEOLOGÍA	8
1.5	GEOMORFOLOGÍA.....	13
1.6	CLIMATOLOGÍA	14
2	DIAGNOSTICO SISTEMA DE ACUEDUCTO EXISTENTE.....	21
2.1	SISTEMA QUEBRADA LAS BLANCAS	23
2.2	SISTEMA QUEBRADA ACACIÍTAS.....	27
2.3	SISTEMA QUEBRADA EI PLAYÓN.....	30
2.4	VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO	31
3	ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DEMANDA	32
3.1	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	33
3.2	DEMANDA	35
3.2.1	DOTACIÓN BRUTA	36
3.2.2	CAUDAL MEDIO DIARIO.....	36
3.2.3	CAUDAL MÁXIMO DIARIO	37
3.2.4	EL CAUDAL MÁXIMO HORARIO	37
3.3	RESULTADOS	38
4	REQUERIMIENTO DE ALMACENAMIENTO.....	39
5	PROYECCIÓN DE TANQUES.....	41
6	DISEÑO DE TANQUES.....	42
6.1	TANQUE DE 1100 PTAP LAS BLANCAS	42
6.2	TANQUE DE 1100 PTAP LAS ACACIÍTAS	44



310 262 3377- 313 203 2915



ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nit: 900.963.677-2

7	DISEÑO DE SEDIMENTADOR.....	46
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
9	REFERENCIAS	54

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización del municipio	7
Ilustración 2. Localización PTAP	8
Ilustración 3. Geología de la zona.....	9
Ilustración 4 Depósitos aluviales recientes (Qal), Río Sardinata, Vereda San Pablo.....	12
Ilustración 5 Depósitos de terraza (Qt), Río Acacias. Municipio Acacías	12
Ilustración 6. Geomorfología de la zona.....	13
Ilustración 7. Zonas climáticas.....	16
Ilustración 8. Cantidad y días de lluvia, zona 8.....	17
Ilustración 9. Tiempo por mes en el municipio de acacias (Weather.S,2022)	17
Ilustración 10. Temperatura máxima y mínima del municipio de acacias, Meta	18
Ilustración 11. Categorías de nubosidad en el municipio de Acacias, Meta	19
Ilustración 12. Niveles de comodidad de la humedad en el municipio de acacias, Meta ...	19
Ilustración 13. Velocidad promedio del viento en Acacias, Meta	20
Ilustración 14 Ubicaciones de las bocatomas y plantas de tratamiento de agua potable...	21
Ilustración 15. Caudal máximo de captación en las bocatomas sobre la quebrada Las Blancas y el río Acaciñas únicamente para beneficio del casco urbano de Acacías	22
Ilustración 16 Estructura de captación lateral Bocatoma Quebrada Las Blancas.....	23
Ilustración 17 Desarenador Sistema Quebrada Las Blancas	23
Ilustración 18 Línea de conducción de 16 pulgadas.....	24

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nit: 900.963.677-2

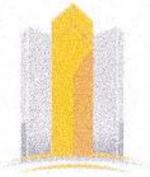
Ilustración 19 PTAP Las Blancas.....	25
Ilustración 20 Implantación de la PTAP Las Blancas.....	25
Ilustración 21 Tanques de almacenamiento PTAP Las Blancas.....	26
Ilustración 22 PTAP Acaciñas.....	27
Ilustración 23. PTAP Acaciñas.....	28
Ilustración 24 Implantación PTAP Acaciñas.....	28
Ilustración 25 Tanque de almacenamiento PTAP Acaciñas.....	29
Ilustración 26 PTAP El Playón.....	30
Ilustración 27 Tanque de almacenamiento de la PTAP El Playón.....	31
Ilustración 28 Resultado censos en el municipio de Acacias.....	32
Ilustración 29 Proyección de población del DANE años 2018 al 2035.....	33
Ilustración 30 Proyección de tanques de almacenamiento en las PTAPs.....	41
Ilustración 31. Tanque de almacenamiento proyectado 1100 m3.....	42
Ilustración 32. Dos tanques de almacenamiento proyectado de 1100 m3 cada uno.....	44
Ilustración 33 Modelo de un sedimentador de placa paralela flujo vertical.....	46
Ilustración 34 Diseño sedimentador.....	51

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Volumen de almacenamiento del acueducto de Acacias.....	31
Tabla 2 Resultado Censos del municipio de Acacias.....	32
Tabla 3 Población al año 2048 del municipio de Acacias basado en la proyección del DANE 2018 - 2035.....	34
Tabla 4 Crecimiento de población de la cabecera del municipio de Acacias utilizando los diferentes métodos.....	35
Tabla 5. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida.....	35

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



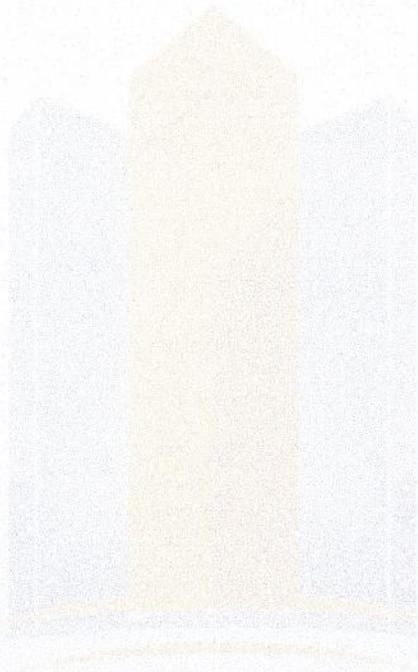
CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S

Nit: 900.963.677-2

Tabla 6. Parámetros de cálculo de la demanda	38
Tabla 7. Resultados demanda de Acacias.....	38
Tabla 8 Déficit de volumen al 2048	40
Tabla 9 Parámetros de referencia de diseño de sedimentación de alta tasa	47
Tabla 10 Diseño sedimentador.....	50



 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nit: 900.963.677-2

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El informe contiene el diseño hidráulico para la optimización del sistema de acueducto mediante la proyección de tanques de almacenamiento ubicados en la PTAP las Blancas, PTAP Acaciñas y PTAP El Playón en el municipio de Acacias, Meta. Actualmente se encuentran estructuras que serán analizadas para conocer las problemáticas.

La finalidad del diseño de los tanques es almacenar agua para las temporadas de lluvias en el municipio, ya que por el gran aumento del caudal en los afluentes se presentan deslizamientos que ocasionan taponamientos y daños en las estructuras existentes, generando así que la población quede sin acceso al servicio público de agua potable; por lo tanto, se considera pertinente contar con tanques en los que se puedan almacenar la suficiente agua que permita suministrar y distribuir el recurso hídrico a la población, ofreciendo la continuidad del servicio prestado.

Teniendo en consideración lo anterior se realiza los estudios y diseños para la CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LAS PLANTAS OPERADAS POR LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE ACACIAS, DEPARTAMENTO DEL META.

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

1.2 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

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S

Nit: 900.963.677-2

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:

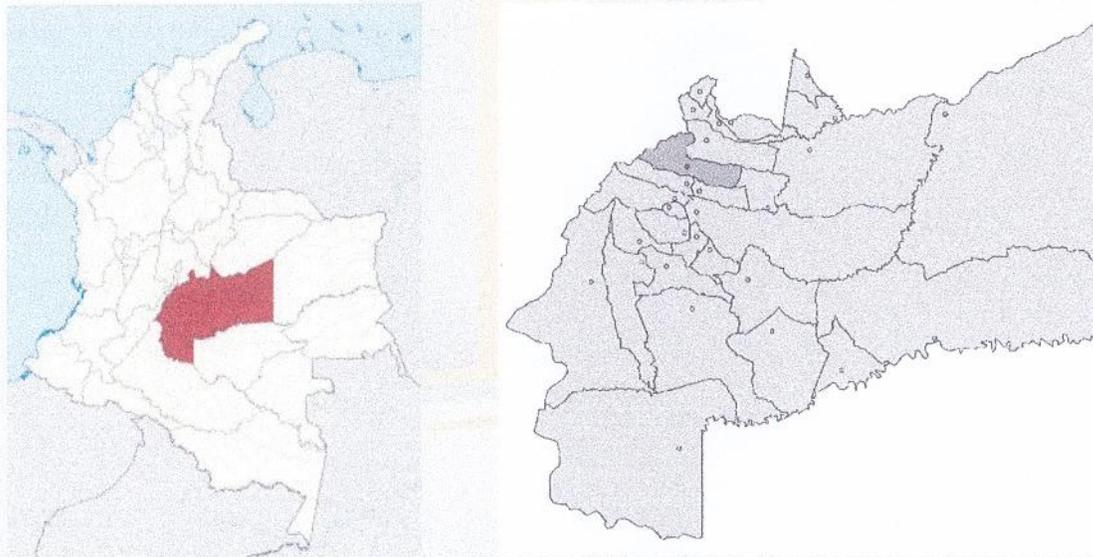
- Norte: Dpt. Cundinamarca
- Sur: Mps. de Castilla la Nueva y Guamal
- Oriente: Mpio. San Carlos de Guaroa
- Occidente: Mpio. de Guamal

Extensión total: 1.169 Km²

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

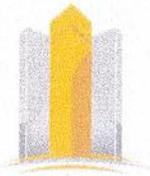
Temperatura media: 24 C° C.

Ilustración 1. Localización del municipio



 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S

Nit: 900.963.677-2

1.3 LOCALIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO

Ilustración 2. Localización PTAP



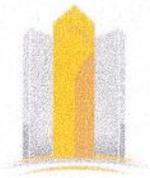
La planta de tratamiento de agua potable Las Blancas se localiza en las coordenadas latitud $4^{\circ} 0'33.83''N$ y longitud $73^{\circ}47'30.90''O$, en cuanto a la Acaciitas se encuentra ubicada en las coordenadas latitud $3^{\circ}59'49.27''N$ y longitud $73^{\circ}47'4.74''O$, y la PTAP El Playón en las coordenadas latitud $3^{\circ}59'0.19''N$ y longitud $73^{\circ}47'30.88''O$.

1.4 GEOLOGÍA

En el municipio de Acacias se encuentra localizado sobre la Cordillera Oriental en donde afloran rocas sedimentarias y metamórficas, como areniscas, limolitas, filitas y cuarcitas, con una disposición estructural en sentido noreste. A continuación, se hace una descripción detallada de las unidades aflorantes de la zona de estudio, su disposición y rasgos estructurales de acuerdo con el diagnóstico de Acacias (ALCALDIA DE ACACIAS META, 2022) y la geología de plancha 266 de (Ingeominas, Servicio Geológico colombiano, 2001).

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



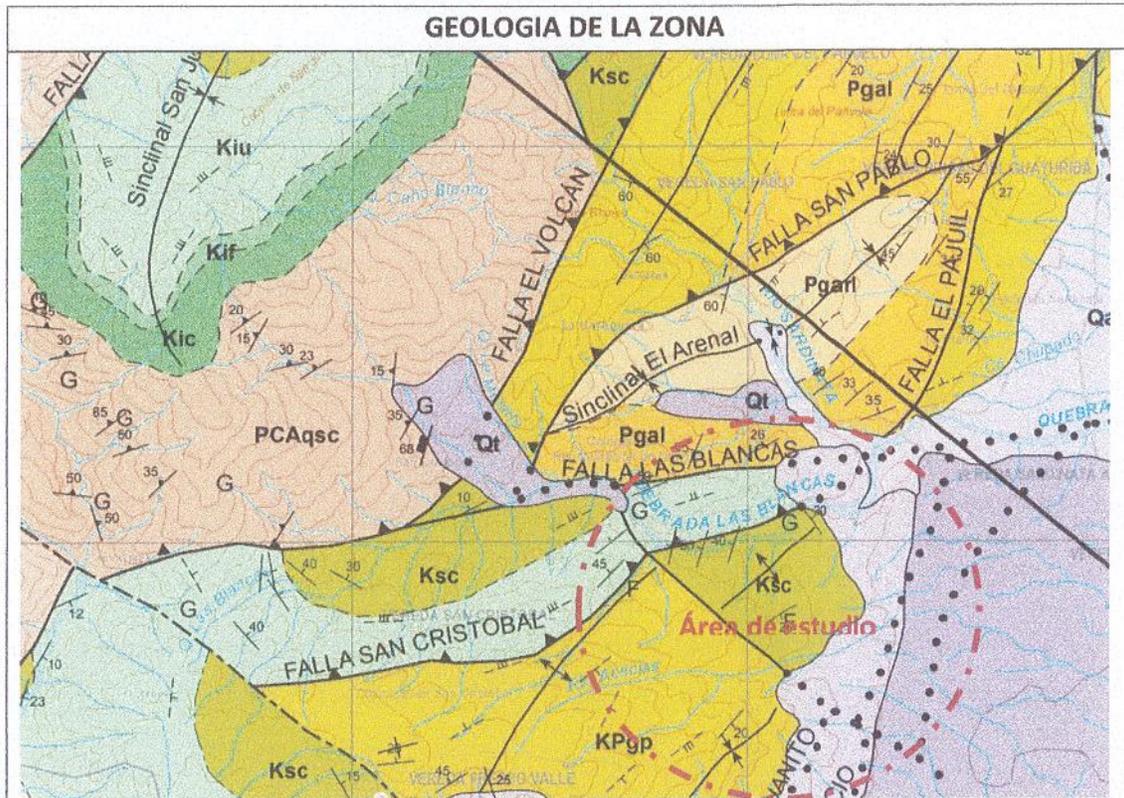
CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S

Nit: 900.963.677-2

Ilustración 3. Geología de la zona



Fuente: PL-266 SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO SGC escala 1:100.000

Símbolo	Formación	Descripción
Qal	DEPOSITOS ALUVIALES	Consta de arenas y limos con características típicas de llanura de inundación
Qd	DEPOSITOS DE DERRUBIO	Los depósitos de derrubio o coluviales son producto de agentes hidrogravitacionales, los cuales generan depósitos cuaternarios sobre laderas y vertientes
Qt	TERRAZAS	Consta de arenas y limos con características típicas de llanura de inundación
Pgarl	FORMACION ARENISCA DEL LIMBO	Arenita blanca amarillenta, localmente de grano muy grueso; incluye capas de carbón

310 262 3377- 313 203 2915

ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S

Nit: 900.963.677-2

Pgal	FORMACIÓN ARCILLA DEL LIMBO	Arenita gris-verdosa o gris rojiza, alterna con limolita silíceas y arenita verdosa
KPgp	GRUPO PALMICHAL	Arenita blanco-amarillenta grano medio a conglomerático con guijos de cuarzo lechoso, hasta de 2 cm de diámetro, alternan con conjuntos de arcillolita silíceas de color gris.
Ksc	FORMACIÓN CHIPAQUE	Lodolita gris oscura en bancos gruesos, con intercalaciones de arenita cuarzosa, grano medio en capas hasta de 40 cm. Ocasionalmente calizas y lentes delgadas de carbón.
Kiu	FORMACIÓN UNE	Arenita de color blanco a amarillento cuarzosa, grano grueso a ligeramente conglomeráticos gránulos hasta 5 cm de diámetro, de cuarzo lechoso. Estratificación cruzada e incluye niveles de lodolita gris oscuro y lentes de carbón.

Grupo Cáqueza

- **Formación Une (Kiu)**

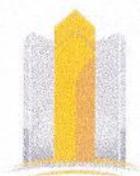
Constituida por arenitas ligeramente conglomeráticas, de grano grueso a medio, de color blanco amarillento, friable, con estratificación cruzada planar, en bancos muy gruesos, hasta de 10 metros de espesor, separados por lodolita finamente estratificada de color gris a verde. Los contactos con las unidades infra y suprayacentes, Fόμεque y Chipaque, respectivamente, se consideran concordantes. El espesor de la unidad es de 500 metros y aflora principalmente hacia el borde llanero, entre los municipios de Cubarral, Guamal, Acacías y en menor medida en Villavicencio.

- **Formación Chipaque (Ksc)**

Consta de una secuencia monótona en la que predominan las arcillolitas y lodolitas en capas gruesas y muy gruesas, intercaladas con limolitas y arenitas de grano muy fino y fino en capas medias y delgadas. La formación descansa, en contacto concordante, sobre la Formación Une e infrayace de igual forma al Grupo Palmichal. El espesor de esta unidad, con base en cortes geológicos, se ha calculado aproximadamente en 500 metros. Los

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nit: 900.963.677-2

afloramientos más representativos se encuentran en el municipio de Acacías, en veredas como Vista Hermosa, Loma del Pañuelo y Fresco Valle.

Grupo Palmichal (KPgp)

Consta de una serie de arenitas cuarzosas de grano medio, grueso a conglomerático, de color blanco amarillento, relativamente friables, en capas de hasta 3 m de espesor con intercalaciones de arcillolitas grises, especialmente hacia su parte media y superior. Se observa además estratificación cruzada paralela, impregnaciones de asfaltita y presencia de icnofósiles.

- ***Formación Arcillas del Limbo (Pgal)***

Compuesta por arcillolitas de colores gris, verde, a veces con tonos violáceos. Es frecuente observar algunas intercalaciones de arenitas medias de cuarzo, de color blanco tono amarillento, con espesores hasta de 3 metros. Según cortes geológicos, alcanza un espesor superior a los 250 metros. Esta unidad aflora al norte del municipio de Acacías entre las veredas Brisas de Guayuriba y San Luis.

- ***Formación Arenisca del Limbo (Pgalr)***

Consta de arenitas gruesas a medias de cuarzo, generalmente de color blanco amarillento, localmente de grano muy grueso a conglomerático, relativamente friables, y con delgadas intercalaciones de carbón, de apariencia lenticular.

Depósitos Aluviales Recientes (Qal)

Se encuentran restringidos a las riberas de los ríos y quebradas, consta de arenas y limos con características típicas de llanura de inundación, en la cual se encuentran canales abandonados rellenos con material limo-arcilloso. La mayor parte de esta zona está expuesta a inundaciones periódicas actuales en épocas altamente lluviosas.



310 262 3377- 313 203 2915



ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS y CONSULTORES

Ilustración 4 Depósitos aluviales recientes (Qal), Río Sardinata, Vereda San Pablo.

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S

Nit: 900.963.677-2



Fuente: diagnostico plan Básico de ordenamiento territorial 2020 secretaria de planeación y vivienda Acacias – Meta.

Depósitos de Terraza (Qt)

Se encuentran restringidos a las riberas de los ríos y quebradas, consta de arenas y limos con características típicas de llanura de inundación, en la cual se encuentran canales abandonados rellenos con material limo-arcilloso. La mayor parte de esta zona está expuesta a inundaciones periódicas actuales en épocas altamente lluviosas.

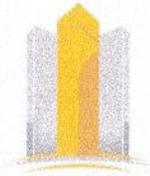
Ilustración 5 Depósitos de terraza (Qt), Río Acacias. Municipio Acacias



Fuente: diagnostico plan Básico de ordenamiento territorial 2020 secretaria de planeación y vivienda Acacias – Meta

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nit: 900.963.677-2

PVCap-Piedemonte- tipo de relieve: abanicos antiguos

- **Paisaje de Montaña**

En general, la montaña se encuentra entre los 500 y los 4050 msnm; el drenaje es de tipo dendrítico; su configuración responde a la evolución del sistema terrestre lo que incluye una secuencia e intercalación de procesos de sedimentación, levantamiento tectónico y erosión.

Filas y vigas: Tipo de relieves erosional cuya apariencia se asimila a la estructura de un techo, con un eje axial principal (fila) y elementos transversales (vigas), perpendiculares al anterior y separados por drenajes.

Crestas: Corresponde a relieves configurados por estratos sedimentarios con un ángulo de buzamiento entre los 1 y 10 grados (Zinck, 2012).

- **Paisaje de piedemonte**

Se encuentra a lo largo del borde del paisaje de montaña, bordeando las lomas cuando estas entran en contacto con la llanura. Esta unidad se presenta en forma de franjas estrechas, con cambios bruscos de pendientes, erosión hídrica laminar moderada, terraceo y reptación. Está dedicada a pastos naturales y rastrojos, aunque en pequeños sectores se dedica a cultivos de subsistencia y conservación de la vegetación natural.

Las áreas del piedemonte presentan una alta susceptibilidad a la erosión, es una unidad de transición entre las zonas de altas pendientes presentadas por el paisaje de montaña, y las zonas de bajas pendientes representadas por los paisajes de valle.

1.6 CLIMATOLOGÍA

Los elementos climáticos se definen como las condiciones que caracterizan los estados del tiempo atmosférico en un momento y un lugar determinado, cuya variación a lo largo del tiempo permite estudiar el clima de un lugar o de una región determinada. Entre estos elementos se encuentran variables como la temperatura del aire en superficie, la precipitación, la evaporación, la humedad, la dirección y la velocidad del viento, la radiación (solar y terrestre), la nubosidad, entre otros.

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S

Nit: 900.963.677-2

También se pueden sumar otras condiciones atmosféricas como la composición química del aire y de las precipitaciones y los fenómenos visibles en la atmósfera conocidos como meteoros (tormentas, bruma, niebla, etc.).

Los factores climáticos son características determinantes del clima de un lugar. Entre estos factores se encuentra la latitud geográfica, la altitud, las características del suelo, la geomorfología, distribución de océanos y continentes, las corrientes oceánicas y la actividad antrópica; estos factores climatológicos son los responsables de los cambios en los valores tomados por los elementos climáticos, tanto puntuales como promedio, y determinan en gran medida el comportamiento del clima en un lugar.

Precipitación (PT): Luego de una acumulación de vapor de agua en la atmosfera la descarga de esta se traduce en la deposición del agua en contacto con la tierra, que puede darse en estado líquido o solido en el caso del granizo, esta variable es medida en milímetros (IDEAM, 2014).

Evaporación (EV): Esta hace referencia al paso del agua en estado líquido a gaseoso por efecto de la energía solar, se mide mediante evaporímetros o taques de evaporación, es reportada en mm evaporados (UNAD,2014)

Temperatura media (TS): Se refiere a la intensidad relativa del calor, con la propiedad de transferir dicha energía calórica a otros cuerpos. Se mide en tres escalas, centígrada, Fahrenheit y Kelvin. La temperatura del aire se reporta en grados centígrados (Domínguez, 2015b).

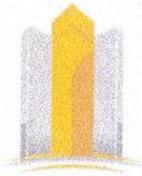
Humedad relativa (HR): En términos prácticos la humedad relativa corresponde al vapor de agua que está en la atmosfera y es absorbido por el aire según las condiciones ambientales y la cantidad de saturación.

Brillo solar (BS): Representa el tiempo total durante el cual incide luz solar directa sobre alguna localidad, entre el alba y el atardecer (IDEAM, 2015).

Velocidad del viento (VV): La velocidad del viento determina el desplazamiento del aire en un tiempo determinado (IDEAM, 2015).

 310 262 3377- 313 203 2915

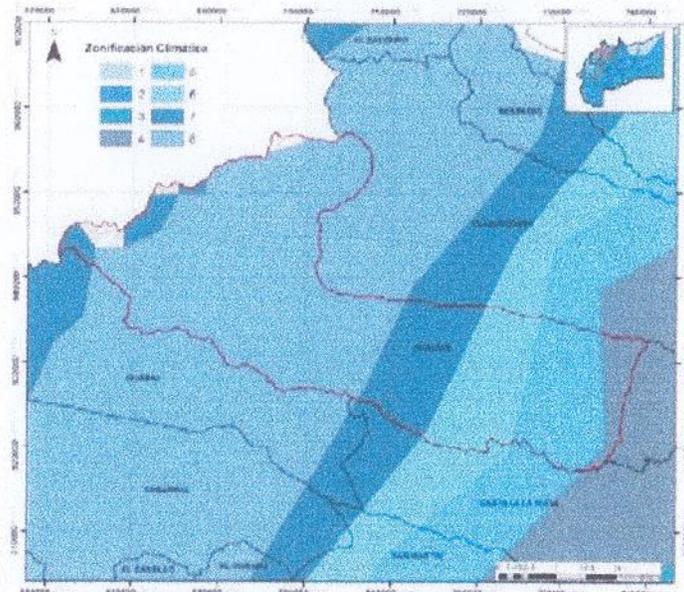
 ingcorban@gmail.com



Dirección del viento (DV): Se define como la orientación del vector del viento en la horizontal expresada en grados, contados a partir del norte geográfico, en el sentido de las manecillas del reloj (IDEAM, 2015).

De acuerdo con el Diagnostico realizado para el Plan Básico del Ordenamiento territorial ¹se clasificaron 8 zonas climáticas para todo el municipio de Acacias. La zona de estudio se ubica en la zona 8.

Ilustración 7. Zonas climáticas



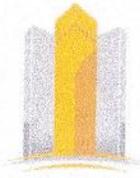
Fuente: Zonificación climática del municipio de Acacias Cormacarena 2018

- **Precipitación**

La distribución de la precipitación durante el año en esta zona tiende a ser bimodal, es decir se caracteriza por tener dos temporadas de lluvia y dos secas. Además, es la zona de la Orinoquía que más llueve, ya que el promedio de lluvia total anual es de 4.537mm.

El primer periodo lluvioso es de abril a junio, y el segundo de octubre a noviembre. El mes más lluvioso es mayo con 674mm. La época menos lluviosa es de diciembre a marzo, en donde llueve entre 9 y 16 días.

¹ ACACIAS-META, Secretaria de Planeación y Vivienda, documento diagnostico revisión y ajuste del PBOT 2022, 2020, pag 29-33

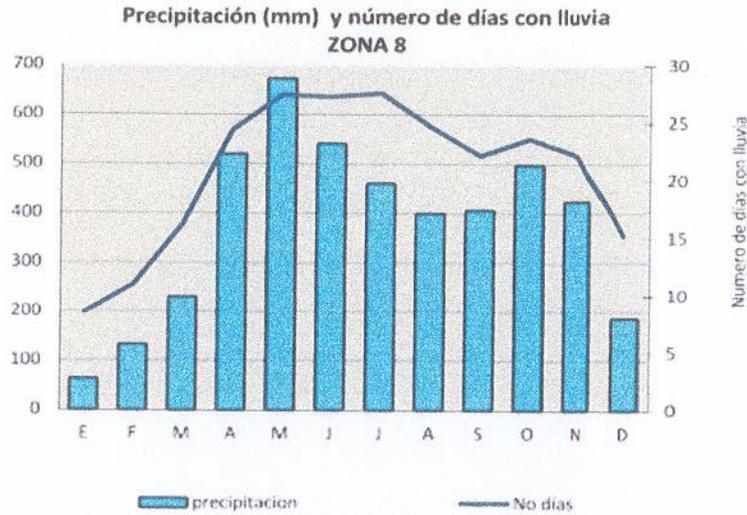


CORBAN

INGENIEROS CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nit: 900.963.677-2

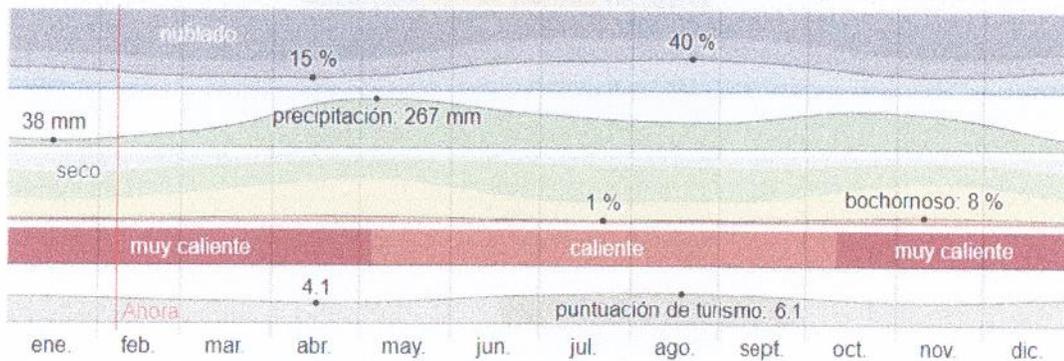
Ilustración 8. Cantidad y días de lluvia, zona 8



Fuente: municipio de Acacías PRICC Orinoquía 2016

Clima del Municipio de acacias, Meta

Ilustración 9. Tiempo por mes en el municipio de acacias (Weather.S,2022)

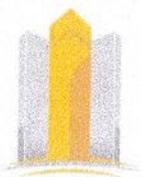


• Temperatura

La temporada calurosa dura 3,2 meses, del 30 de diciembre al 5 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 30 °C. El mes más cálido del año en Acacías es marzo, con una temperatura máxima promedio de 31 °C y mínima de 21 °C. La temporada fresca dura 2,4 meses, del 14 de junio al 27 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 28 °C. El mes más frío del año en Acacías es julio, con una temperatura mínima promedio de 21 °C y máxima de 28 °C.

310 262 3377- 313 203 2915

ingcorban@gmail.com



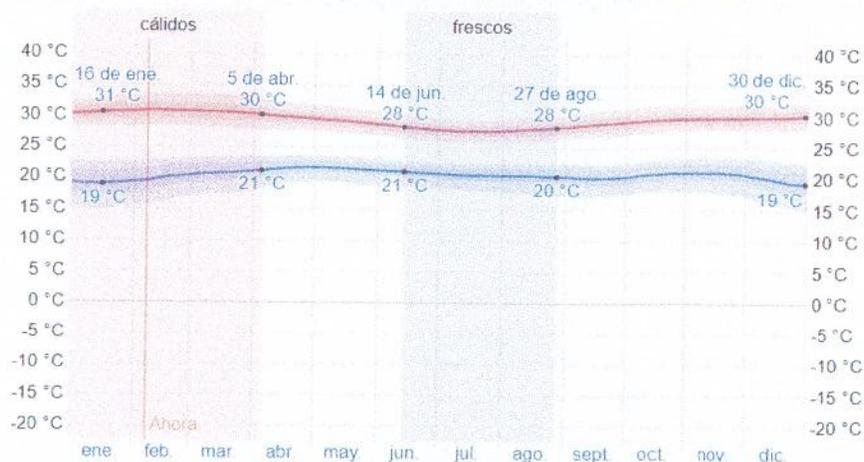
CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S

Nit: 900.963.677-2

Ilustración 10. Temperatura máxima y mínima del municipio de acacias, Meta



Fuente: (Weather.S,2022).

• Nubes

Para explicar el comportamiento de las nubes, se dividen en tres épocas durante el año mencionadas a continuación.

1. En Acacias, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año; la parte más despejada del año en Acacias comienza aproximadamente el 1 de junio; dura 4,3 meses y se termina aproximadamente el 10 de octubre.
2. El mes más despejado del año en Acacias es agosto, durante el cual en promedio el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 39 % del tiempo; la parte más nublada del año comienza aproximadamente el 10 de octubre; dura 7,7 meses y se termina aproximadamente el 1 de junio.
3. El mes más nublado del año en Acacias es marzo, durante el cual en promedio el cielo está nublado o mayormente nublado el 84 % del tiempo.

☎ 310 262 3377- 313 203 2915

✉ ingcorban@gmail.com

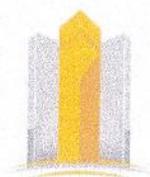
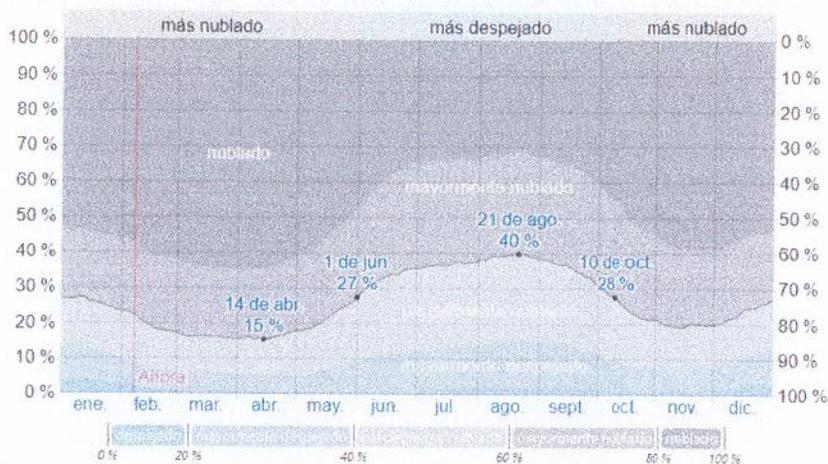


Ilustración 11. Categorías de nubosidad en el municipio de Acacias, Meta

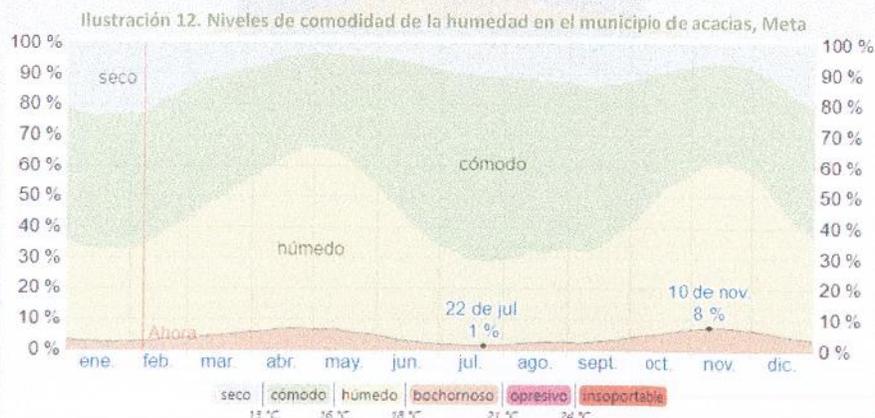


Fuente: (Weather.S,2022).

El porcentaje de tiempo pasado en cada banda de cobertura de nubes, categorizando según el porcentaje del cielo cubierto de nubes.

- **Humedad**

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. El nivel de humedad percibido en Acacias, debido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insostenible, no varía considerablemente durante el año, y permanece entre el 3 % del 4 %.



Fuente: (Weather.S,2022).



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S

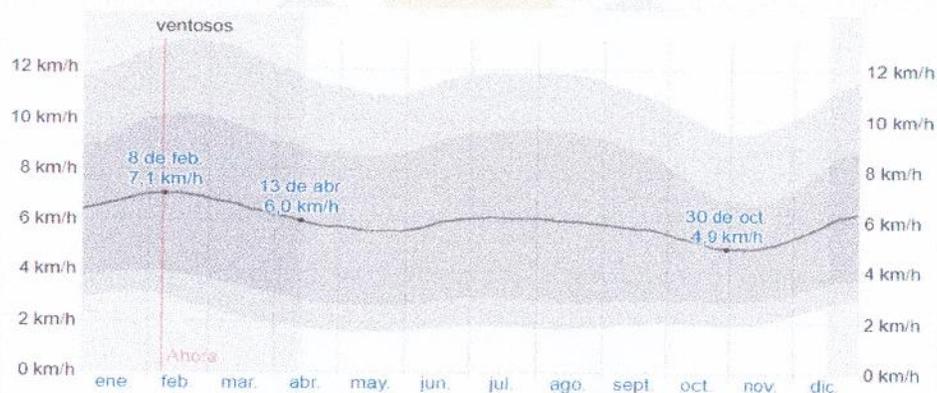
Nit: 900.963.677-2

• Viento

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora. La velocidad promedio del viento por hora en Acacias tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

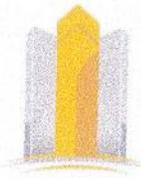
La parte más ventosa del año dura 3,9 meses, del 17 de diciembre al 13 de abril, con velocidades promedio del viento de más de 6,0 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Acacias es febrero, con vientos a una velocidad promedio de 7,0 kilómetros por hora.

Ilustración 13. Velocidad promedio del viento en Acacias, Meta



☎ 310 262 3377- 313 203 2915

✉ ingcorban@gmail.com



2 DIAGNOSTICO SISTEMA DE ACUEDUCTO EXISTENTE

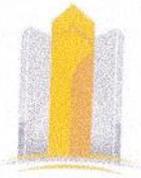
El sistema de acueducto urbano de Acacías comprende tres plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) y su sistema de distribución. Las plantas son: PTAP Las Blancas la cual se abastece de la quebrada Las Blancas, PTAP Acaciñas la cual se abastece de la quebrada Acaciñas, y la PTAP El Playón la cual se abastece de una conexión con la PTAP las Blancas.

Ilustración 14 Ubicaciones de las bocatomas y plantas de tratamiento de agua potable



Fuente: Google Earth

Mediante resolución No. PS-GJ- 1.2.6.15.0498 del 25 de marzo de 2015, Cormacarena concedió a la ESPA ESP prorroga a la concesión de aguas superficiales que abastecen el acueducto del área urbana del municipio de Acacías, estableciendo el caudal máximo a captar en cada una de las bocatomas el cual se incrementará gradualmente según el aumento de la población, previa autorización de Cormacarena.



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nít: 900.963.677-2

En esta resolución igualmente se aumentó el caudal concesionado en la quebrada Las Blancas en 22,3 l/s adicionales con el propósito de suministrar el servicio de acueducto a 12 veredas del municipio: El Resguardo, El Rosario, La Esmeralda, La Loma, La Unión, Las Margaritas, Patio Bonito, Quebraditas, San Cayetano, San José de las Palomas, San Nicolás y Caño Hondo.

Ilustración 15. Caudal máximo de captación en las bocatomas sobre la quebrada Las Blancas y el río Acaciñas únicamente para beneficio del casco urbano de Acacias

Año	Población	Caudal total a captar (L/s)	Caudal a captar quebrada Las Blancas (L/s) (todo el año)	Caudal a captar quebrada río Acaciñas (Alto Acaciñas) (L/s) (todo el año)
2015	54007	210,0	189,0	21,0
2019	59855	232,8	209,5	23,3
2024	67822	263,8	237,4	26,4
2029	77037	299,6	269,6	30,0
2034	88061	342,5	308,3	34,3
2039	100554	391,0	351,9	39,1
2044	114763	446,3	401,7	44,6

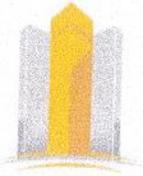
Fuente: Resolución No. PS-GJ- 1.2.6.15.0498 de Cormacarena/PBOT Acacias.

Actualmente, los volúmenes de agua procesados por cada planta de tratamiento son los siguientes: la PTAP Las Blancas procesa 200 LPS, la PTAP Acaciñas procesa 20 LPS y la PTAP El Playón procesa 3 LPS, gracias a una conexión proveniente de la PTAP Las Blancas. Además, la PTAP Las Blancas tiene varias conexiones que permiten distribuir el agua entre las diferentes plantas.

Es importante destacar que estos volúmenes cumplen con los permisos de captación establecidos por la resolución No. PS-GJ- 1.2.6.15.0498 del 25 de marzo de 2015.

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nit: 900.963.677-2

2.1 SISTEMA QUEBRADA LAS BLANCAS

El sistema de tratamiento de agua potable de la quebrada Las blancas comprende una bocatoma, desarenador, línea de conducción y una planta de tratamiento convencional a un caudal de 200 LPS.

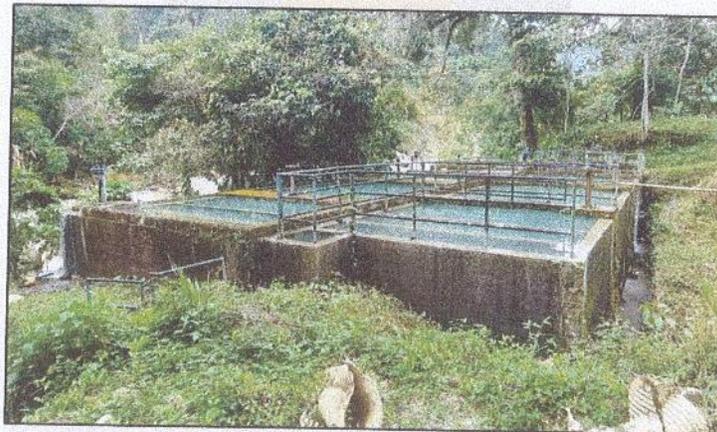
Ilustración 16 Estructura de captación lateral Bocatoma Quebrada Las Blancas



Fuente: Propia

La bocatoma se ubica en las coordenadas Latitud: $4^{\circ} 0'30.52''N$ longitud: $73^{\circ}48'30.09''O$. Es una estructura de captación lateral, se realiza mediante una rejilla con dimensiones de 2m de alto x 2.20m de ancho, el agua captada es conducida durante 240 metros hasta el tanque desarenador en una tubería de 16 pulgadas en PVC.

Ilustración 17 Desarenador Sistema Quebrada Las Blancas



Fuente: Propia

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



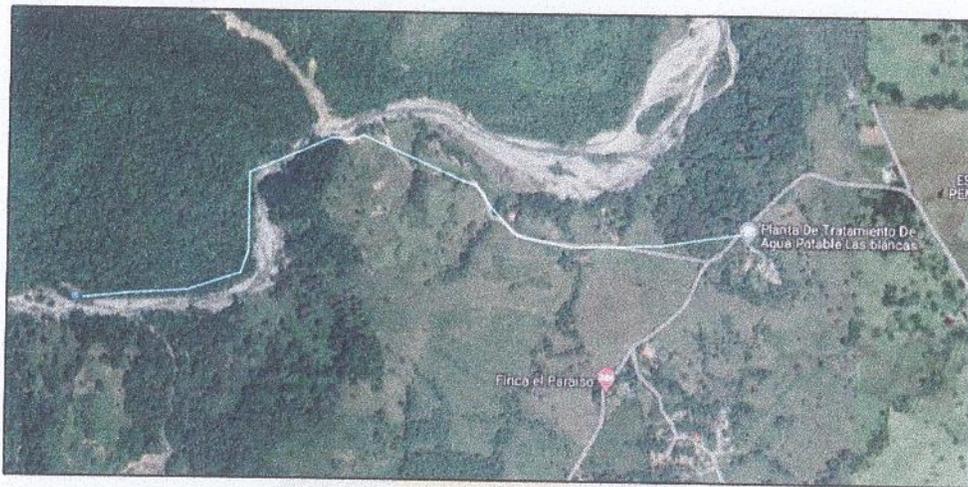
CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nit: 900.963.677-2

El desarenador está ubicado en las coordenadas $4^{\circ} 0'31.47''N$, $73^{\circ}48'24.15''W$, se encuentra a una distancia de 200 m de la estructura de la bocatoma. Posee unas dimensiones de 12 metros de ancho por 21 metros de largo y 3 metros de altura. Tiene instalado tuberías de 16 pulgadas de entrada y salida, cuenta con una tubería de excesos y 3 tuberías de lavado. El desarenador está funcionando a una tasa de 200 LPS, volumen que llega a la planta de tratamiento quebrada Las Blancas.

Ilustración 18 Línea de conducción de 16 pulgadas



Fuente: Propia

Se cuenta con dos líneas de conducción en Polietileno la primera en diámetro de 16 pulgadas y la segunda en diámetro 14 pulgadas, estas líneas tienen una longitud aproximada de 2 Km, además no cuentan con válvulas de purga ni ventosas (PSMV 2011). La línea de 14 pulgadas no está en uso desde hace varios años, se hace con la línea de 16 pulgadas desde el desarenador hacia la planta de tratamiento.

La PTAP Las Blancas se encuentra ubicada en las coordenadas $4^{\circ} 0'34.24''N$ y $73^{\circ}47'30.10''O$. El sistema de tratamiento cuenta con un tren de tratamiento convencional. En primer lugar, se lleva a cabo el proceso de coagulación en una canaleta Parshall. A continuación, el caudal se divide para alimentar dos módulos de tratamiento, cada uno con nueve cámaras de floculación tipo Alabama. Luego, el flujo se conduce a cuatro sedimentadores de alta tasa tipo colmena, seguido de siete filtros rápidos de flujo descendente. Finalmente, se realiza la desinfección por contacto con cloro.

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com

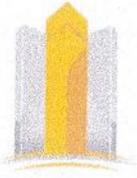


Ilustración 21 Tanques de almacenamiento PTAP Las Blancas

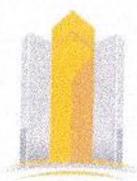


Fuente: Propia

El tanque 1 de almacenamiento de 1.000 m^3 es una estructura superficial, construido con concreto reforzado y con una profundidad de 3,70 metros. Tiene un área interior de $275,42 \text{ m}^2$ (18,80 m por 14,65 m) y un volumen útil de almacenamiento de 1019 m^3 . Dispone de válvulas de control, cuenta con salidas de rebose de 4. La tubería de entrada es de diámetro 16" en PVC y tiene 4 tuberías de ventilación de 4". la tubería de salida corresponde a una línea de 16" que se dirige hacia una caja de distribución.

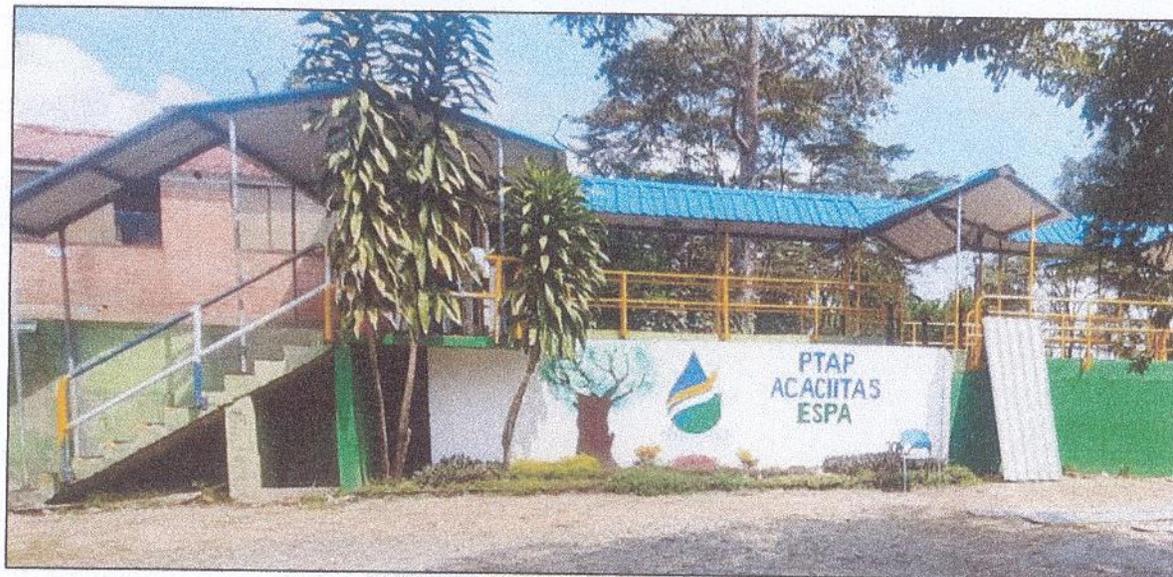
Es el tanque 2, el más grande del sistema, de 1.600 m^3 , tiene una profundidad de 3,2 m y un área interior de 512 m^2 (32 m por 16 m) con un volumen útil de 1.640 m^3 . Corresponde a un tanque superficial de forma rectangular construido en concreto reforzado. La tubería de entrada del sistema es de 14" en asbesto cemento ubicada a 0,35 m de la placa superior. La tubería de salida de 18" con reducción a 16" hacia la caja de distribución. Cuenta con un rebose de 12" y 10 tuberías de ventilación de 4" en hierro.

El tanque 3 de almacenamiento de 750 m^3 es una estructura superficial, construida en concreto reforzado, posee una altura útil de 4.9 m un área interior de $161,29 \text{ m}^2$ (12,70 m X 12,70 m) para una capacidad total de 790 m^3 . La tubería de entrada es de 12", cuenta con dos tuberías de rebose de 12" y un desagüe de 4" en la base de la cámara. La salida es de 16", posee seis tuberías de ventilación de 8".



2.2 SISTEMA QUEBRADA ACACÍITAS

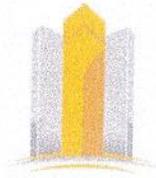
Ilustración 22 PTAP Acaciítas



Fuente: Propia

El sistema de la quebrada Acaciítas está compuesto por varios componentes, primer componente es la captación, que se encarga de recolectar el agua de la quebrada Acaciítas. A continuación, el agua pasa por un desarenador, que luego es transportada a través de una línea de conducción, que lleva el agua desde el desarenador hasta la PTAP de Acaciítas. Actualmente, esta planta de tratamiento procesa un caudal de 20 LPS.

La PTAP Acaciítas está ubicada en las coordenadas $3^{\circ}59'49.85''N$ y $73^{\circ}47'5.47''O$. El componente de tratamiento se ha ido implementando por fases, en primera instancia se construyó una primera planta con una capacidad de 45 LPS. Se construyó una segunda planta con una capacidad de 60 LPS, actualmente en la PTAP se tratan 20 LPS. Dentro de las instalaciones complementarias, la PTAP, cuenta con una caseta de operaciones para realizar el control de calidad del proceso de potabilización, donde se dispone de equipos e instrumentos para medir parámetros como color, pH, y turbiedad.



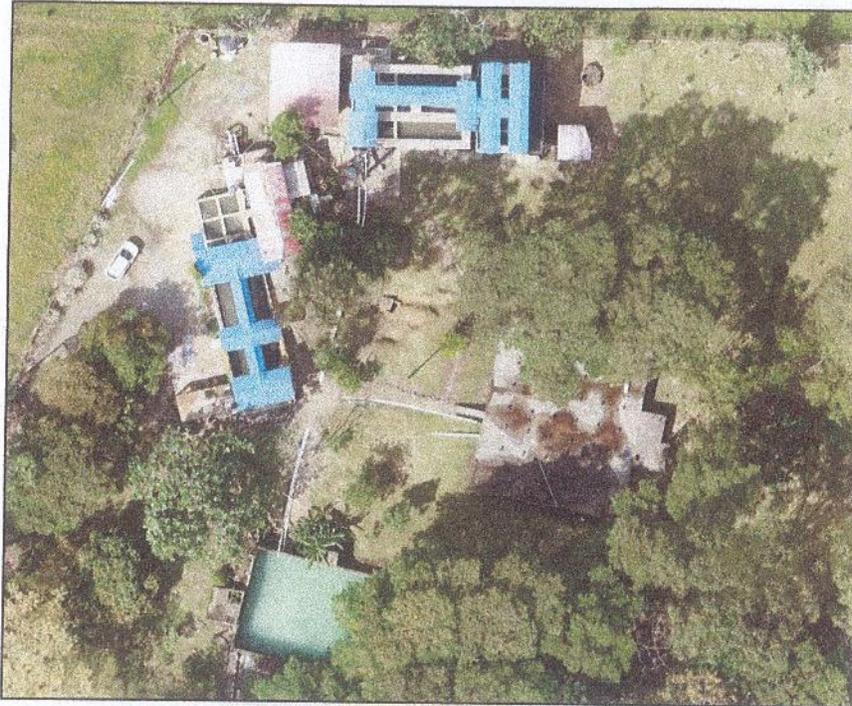
CORBAN

INGENIEROS CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S

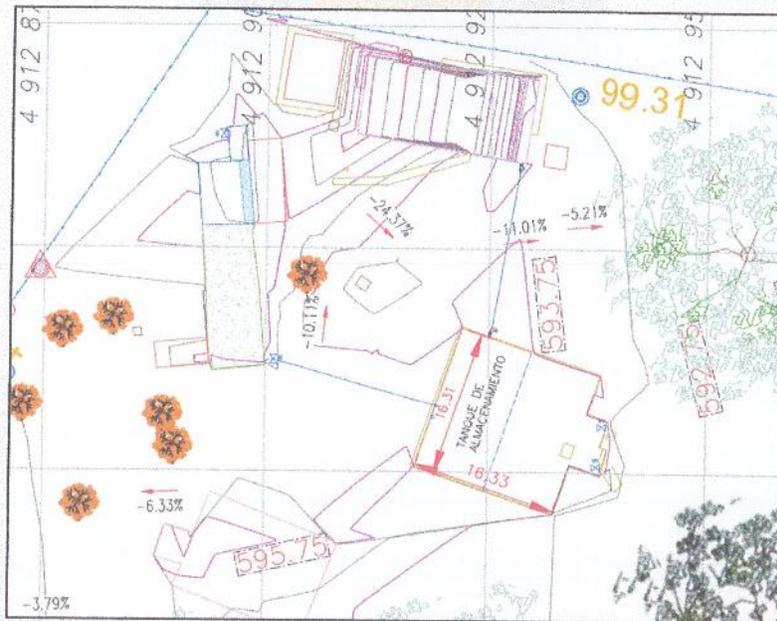
Nit: 900.963.677-2

Ilustración 23. PTAP Acaciitas



Fuente: Propia

Ilustración 24 Implantación PTAP Acaciitas



Fuente: Propia

310 262 3377- 313 203 2915

ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

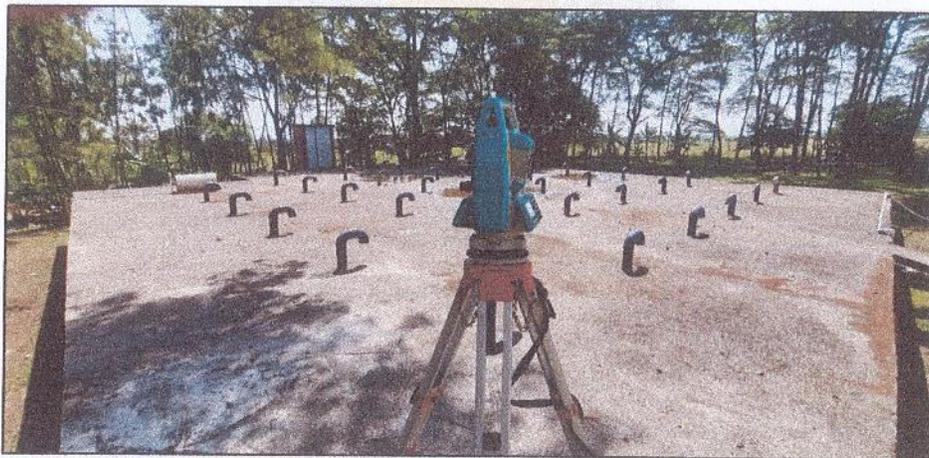
INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S

Nit: 900.963.677-2

La Planta de capacidad de 45 LPS es un tren de tratamiento convencional. La estructura de entrada de la planta incluye una cámara de aquietamiento, seguida de una estructura de mezcla rápida y aforo (canaleta Parshall). A continuación, el agua pasa por seis floculadores hidráulicos tipo Alabama. El siguiente proceso es la sedimentación, para la cual se utilizan dos sedimentadores de alta tasa independientes tipo colmena. Luego, el agua es conducida a un sistema de 4 filtros y finalmente, pasa por la inyección de cloro.

La Planta de capacidad de 60 LPS también es un sistema de tratamiento convencional. La estructura de entrada de la planta incluye una cámara de aquietamiento, seguida de una estructura de mezcla rápida y aforo (canaleta Parshall). A continuación, el agua pasa por dos módulos de seis floculadores hidráulicos. El siguiente proceso es la sedimentación, para la cual se utilizan dos sedimentadores de alta tasa flujo ascendente tipo colmena. Luego, el agua es conducida a un sistema de 4 filtros de flujo descendente y finalmente, pasa por la inyección de cloro.

Ilustración 25 Tanque de almacenamiento PTAP Acaciñas

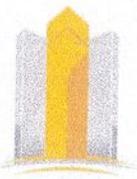


Fuente: Propia

El almacenamiento del sistema Acaciñas cuenta con un tanque de 1.000 m³ para las 2 plantas. Es una estructura semienterrada, de forma cuadrada, construida en concreto reforzado con dimensiones de 15.9 m x 15.9 m y con una profundidad de 4 m, con un volumen útil 1011 m³. Cuenta con 36 tuberías de ventilación de 4" en material PVC separadas 2.3 m entre sí. Actualmente, la estructura posee tres tuberías de entrada de agua, una línea de 10" PVC proveniente del módulo de 45 LPS, línea de 10" HDPE proveniente del módulo de 60 LPS y una línea de 10" proveniente de la PTAP las Blancas. Así mismo, el sistema posee dos tuberías de salida, las dos en PVC con diámetros de 6" y 10".

 310 262 3377- 313 203 2915

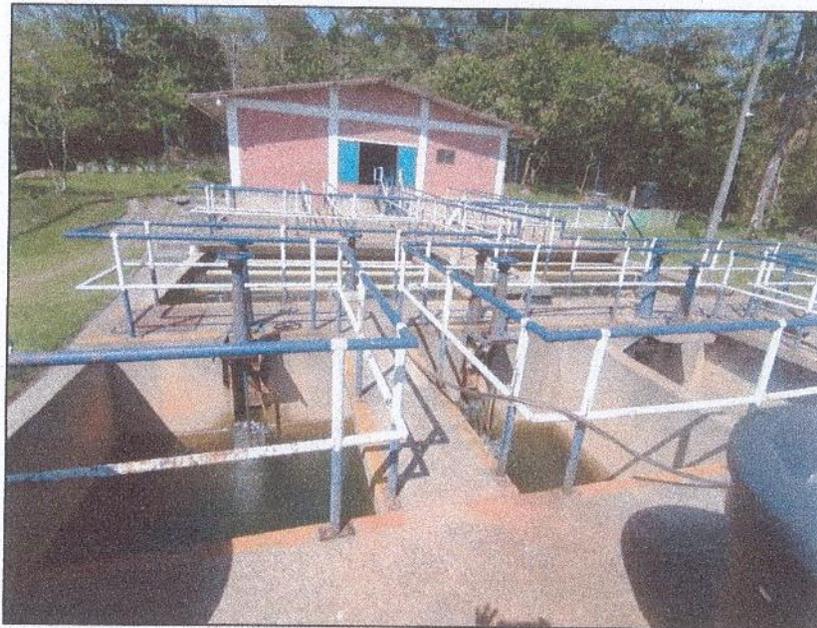
 ingcorban@gmail.com



2.3 SISTEMA QUEBRADA EL PLAYÓN

El sistema de la quebrada El Playón comprende el sistema de captación, desarenador, línea de conducción y la PTAP el Playón con un sistema convencional con capacidad de tratamiento de 70 LPS ubicada en las coordenadas 3°59'0.42"N y 73°47'31.07"O. Actualmente recibe un flujo de 3 LPS proveniente de la PTAP Las Blancas, ya que no se cuenta con permiso de captación.

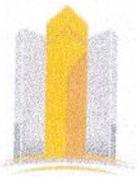
Ilustración 26 PTAP El Playón



Fuente: Propia

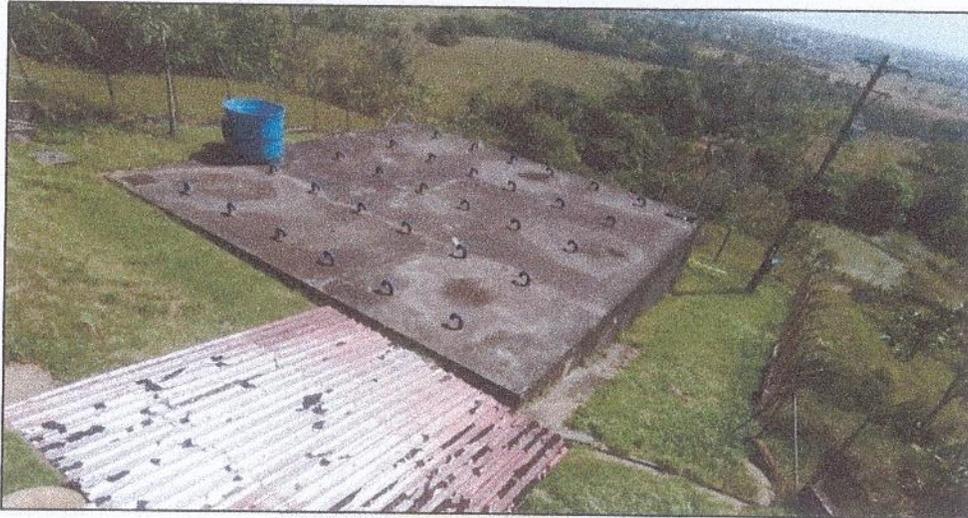
El agua que ingresa al sistema proveniente de la línea de aducción de 8" PVC a una cámara de quietamiento. Posteriormente ingresa a la canaleta Parshall, donde se produce mezcla rápida y se afora el caudal de entrada. El sistema cuenta con dos módulos de floculación cada uno con diez cámaras de floculación de tipo hidráulico. La PTAP cuenta con una unidad de sedimentación para cada módulo estas estructuras son de alta tasa con paneles tipo colmena. Un canal de distribución transporta el agua de los sedimentadores hacia cuatro unidades de filtración descendente y cabeza.

El componente de almacenamiento del sistema El Playón funciona por medio de una estructura en concreto reforzado de forma cuadrada semienterrada, las dimensiones son de 15.80 m con una profundidad total de 4.2 m para una capacidad de almacenamiento de



1050 m³. Los accesorios de la estructura se conforman por la tubería de entrada de 10" en acero, 30 tuberías de ventilación de 4" PVC, un desagüe de 8" PVC ubicado en la base del tanque y una línea de salida de 6" PVC hacia red de distribución.

Ilustración 27 Tanque de almacenamiento de la PTAP El Playón



Fuente: Propia

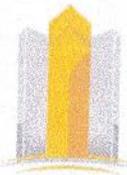
2.4 VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO

Sumando los volúmenes de almacenamiento en cada PTAP obtenemos un valor de 5400 m³ para el almacenamiento de agua tratada para ser distribuida por la red del acueducto.

Tabla 1 Volumen de almacenamiento del acueducto de Acacias

PTAP	Almacenamiento	Altura Útil (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Volumen (m ³)
LAS BLANCAS	Tanque 1	3,7	18,8	14,6	1000
	Tanque 2	3,2	32,0	16,0	1600
	Tanque 3	4,9	12,7	12,7	750
ACACÍTAS	Tanque	4,0	15,9	15,9	1000
EL PLAYÓN	Tanque	4,2	15,8	15,8	1050
TOTAL					5400

Fuente: Propia



3 ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DEMANDA

En Colombia, el censo de población se realiza aproximadamente cada 10 años y es llevado a cabo por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). El último censo de población se realizó en 2018 y tuvo como objetivo principal recolectar información sobre la población, vivienda y hogar en Colombia. El censo se realizó en varias fases, incluyendo la revisión de las unidades censales, la revisión de las viviendas y la entrevista a los hogares.

La información recolectada en el censo es utilizada para elaborar estadísticas y proyecciones de población, y es de gran importancia para la planificación y toma de decisiones en áreas como el desarrollo económico, el desarrollo social, la infraestructura y la construcción de viviendas. Además, el censo también proporciona información valiosa para el diseño de políticas públicas y programas en áreas como educación, salud, seguridad ciudadana y medio ambiente.

Tabla 2. Evolución de la Población de Acacias

Año	Cabecera Municipal	Centros Poblados y Rural Disperso	Total
2018	67906	15317	88023
2005	45289	9466	54753
1993	28007	5039	35046
1985	18670	4321	29291



Fuente: DANE



Los últimos cuatro censos en Colombia se realizaron en los años 1985, 1993, 2005 y 2018. En la ilustración anterior, se puede observar la diferencia en el crecimiento de la población del municipio de Acacías entre la cabecera municipal y los centros poblados y la zona rural dispersa. Se destaca el mayor crecimiento en la cabecera municipal en comparación con los centros poblados y la zona rural dispersa, donde el crecimiento es más moderado.

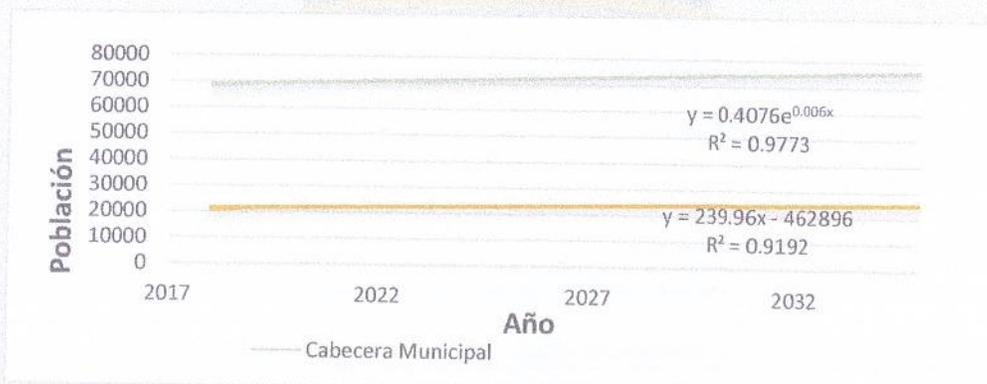
De acuerdo con el Plan básico de ordenamiento territorial del municipio; Acacías (Meta) se divide en una cabecera municipal que comprende cuatro (04) Unidades de Planificación Zonal y cuarenta y ocho (48) veredas grupadas en seis (06) Unidades de Planificación Rural y su Cabecera Municipal, zonificada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

3.1 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

Con el fin de determinar el porcentaje de crecimiento de la población para el municipio de Acacías, con base a los censos realizados por el DANE, se realiza el cálculo mediante los métodos aritmético, geométrico y exponencial, de igual manera se considera las proyecciones realizadas por el DANE en su página web.

El reglamento técnico indica que para el sector agua potable y saneamiento básico (Resolución 0330 de 2017) el sistema de acueducto y alcantarillado la proyección debe ser de 25 años, que para este proyecto sería al año 2048, además sólo tomamos en cuenta el crecimiento en la cabecera municipal ya que las plantas de tratamiento suministran el agua potable prácticamente a esta zona.

Ilustración 29 Proyección de población del DANE años 2018 al 2035



Fuente: DANE



Utilizando la tendencia de crecimiento de la proyección del DANE se calcula la población del Municipio de Acacías para el año 2048.

Tabla 3 Población al año 2048 del municipio de Acacías basado en la proyección del DANE 2018 - 2035

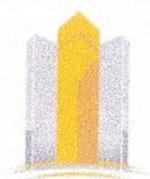
Año	Cabecera Municipal	Centros Poblados y Rural Disperso	Total
2018	67906	20117	88023
2035	75613	25106	100719
2048	88350	28522	116871

Fuente: DANE

Los métodos aritmético, geométrico y exponencial son utilizados para calcular el crecimiento de la población a partir de los datos recolectados en los censos de población. Para calcular la población utilizando el método aritmético se requieren dos o más censos conocidos. La tasa de crecimiento se calcula utilizando la fórmula: $r = (P2 - P1) / P1$, donde P1 es la población en el primer censo y P2 es la población en el segundo censo. Una vez que se tiene la tasa de crecimiento, se puede utilizar la fórmula: $P(t) = P0 + rt$ para calcular la población en un período de tiempo específico.

Para calcular la población utilizando el método geométrico se requieren dos o más censos conocidos. La tasa de crecimiento se calcula utilizando la fórmula: $r = (P2 / P1) - 1$, donde P1 es la población en el primer censo y P2 es la población en el segundo censo. Una vez que se tiene la tasa de crecimiento, se puede utilizar la fórmula: $P(t) = P0 (1 + r)^t$ para calcular la población en un período de tiempo específico.

Para calcular la población utilizando el método exponencial se requieren dos o más censos conocidos. La tasa de crecimiento se calcula utilizando la fórmula: $r = \ln(P2 / P1) / (t2 - t1)$ donde P1 es la población en el primer censo, P2 es la población en el segundo censo, t1 es el tiempo del primer censo, y t2 es el tiempo del segundo censo. Una vez que se tiene la tasa de crecimiento, se puede utilizar la fórmula: $P(t) = P0e^{(rt)}$ para calcular la población en un período de tiempo específico.



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nit: 900.963.677-2

Tabla 4 Crecimiento de población de la cabecera del municipio de Acacias utilizando los diferentes métodos

Método	Población 2048	Tasa de crecimiento anual promedio
Proyección DANE	88350	0,88%
Aritmético	106505	1,51%
Geométrico	85595	0,77%
Exponencial	229784	4,15%
Promedio	93483	1,07%

Fuente: Propia

Luego de realizar el cálculo y análisis, se descartó el método exponencial debido a su alto valor de crecimiento en el período específico. Se tomó el promedio de los diferentes métodos, como resultado se obtuvo un crecimiento del 1.07% anual y para una población de 93.483 habitantes. Se asumió un 3% de población flotante, lo que totaliza una población de **96.287 habitantes** en la cabecera municipal para el año 2048.

3.2 DEMANDA

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

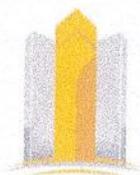
Tabla 5. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida

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

Fuente: Resolución 0330 de 2017 - RAS

310 262 3377- 313 203 2915

ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
NIT: 900.963.677-2

Cómo no se cuenta con información histórica o estudios de la población del municipio de Acacías – 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.

3.2.1 DOTACIÓN BRUTA

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%”.

Entonces, la dotación bruta se establece 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,

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

3.2.2 CAUDAL MEDIO DIARIO

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

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

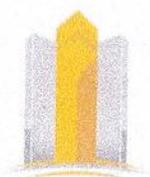
Dónde:

Qmd : Caudal medio diario en l/s

p : Población proyectada en Número de habitantes

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nit: 900.963.677-2

d bruta: Dotación Bruta en l/hab.-día

entonces,

$$Q_{md} = \frac{(96287 \times 186,67)}{86400} = 208,03 L/s$$

3.2.3 CAUDAL MÁXIMO DIARIO

Según la Resolución 0330 de 2017 para poblaciones mayores de 12.500 habitantes, al periodo de diseño, el factor k_1 no debe superar el valor de 1.2 y el k_2 el valor de 1.5.

EL caudal medio diario es afectado por el coeficiente de consumo máximo k_1 con valor de 1.20, el caudal máximo diario se calculó con la siguiente la ecuación:

$$Q_{MD} = Q_{md} \times k_1$$

Dónde:

Q_{MD} : Caudal máximo diario en l/s

Q_{md} : Caudal medio diario en l/s

k_1 : Coeficiente de consumo máximo diario

entonces,

$$Q_{MD} = 208.03 L/s \times 1.20 = 249.63 L/s$$

3.2.4 EL CAUDAL MÁXIMO HORARIO

Q_{MH} 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, (k_2), previendo el seguro suministro del caudal en la red de distribución se tomará este k_2 de 1.50.

$$Q_{MH} = Q_{MD} \times k_2$$

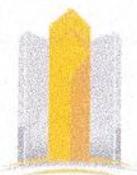
Dónde:

Q_{MH} : Caudal máximo horario en l/s

Q_{MD} : Caudal máximo diario en l/s

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S

Nit: 900.963.677-2

k2 : Coeficiente de consumo máximo horario

entonces,

$$Q_{MH} = 249,63 \text{ L/s} \times 1.50 = 374,45 \text{ L/s}$$

3.3 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 Acacías – Meta:

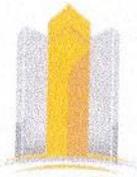
Tabla 7. Resultados demanda de Acacias

Parámetro	Resultado	Unidad
Qmd	208.0	L/s
QMD	249.6	L/s
QMH	374.5	L/s

Fuente: Propia

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS | CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S

Nit: 900.963.677-2

4 REQUERIMIENTO DE ALMACENAMIENTO

El volumen actual de almacenamiento es de 5400 m³. Utilizando la tasa de crecimiento promedio anual de la población de la cabecera del municipio de Acacias de 1.07% calculamos el requerimiento y el déficit de volumen hasta el año 2048.

La Resolución 330 de 2017 Capítulo 2 Artículo 81 establece:

“Volumen útil del tanque de almacenamiento. El volumen de diseño debe ser la mayor cantidad obtenida entre la capacidad de regulación y la capacidad de almacenamiento.

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. La capacidad de regulación se debe estimar a partir de los patrones de consumo de cada zona abastecida, mediante el empleo de métodos gráficos o analíticos.

Parágrafo. El volumen de almacenamiento determinado se debe incrementar para provisión de control de incendios estructurales en los siguientes porcentajes, de acuerdo con el nivel de riesgo establecido en los “planes de gestión de riesgo y estrategia de respuesta” de la localidad respectiva, en el marco de la Ley 1523 de 2012.

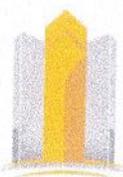
- *Riesgo ALTO: 25%*
- *Riesgo MEDIO: 20%*
- *Riesgo BAJO: 15%*

El nivel de riesgo se debe construir teniendo en cuenta las categorías del literal J.3.3 del Título J “Requisitos de protección contra incendios en edificaciones” del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. “

Dado que no se disponía de datos sobre los patrones de consumo en la zona urbana principal del municipio de Acacias, se estimó el volumen de almacenamiento en un tercio del volumen suministrado en un día con el Caudal Máximo Diario (QMD). Se asumió un nivel de riesgo medio, por lo que los volúmenes calculados fueron aumentados en un 20%.

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S

Nit: 900.963.677-2

Tabla 8 Déficit de volumen al 2048

Año	Población Cabecera	Población Flotante	Total	QMD (LPS)	Volumen Tanque (m3)	Volumen Riesgo 20%	Volumen Requerido (m3)	Déficit de Volumen (m3)
2018	67906	2037	69943	181,33	5222	1044	6267	867
2019	68633	2059	70692	183,28	5278	1056	6334	934
2020	69369	2081	71450	185,24	5335	1067	6402	1002
2021	70112	2103	72215	187,22	5392	1078	6470	1070
2022	70863	2126	72989	189,23	5450	1090	6540	1140
2023	71622	2149	73771	191,26	5508	1102	6610	1210
2024	72389	2172	74561	193,31	5567	1113	6681	1281
2025	73165	2195	75359	195,38	5627	1125	6752	1352
2026	73948	2218	76167	197,47	5687	1137	6825	1425
2027	74740	2242	76983	199,58	5748	1150	6898	1498
2028	75541	2266	77807	201,72	5810	1162	6972	1572
2029	76350	2291	78641	203,88	5872	1174	7046	1646
2030	77168	2315	79483	206,07	5935	1187	7122	1722
2031	77995	2340	80335	208,27	5998	1200	7198	1798
2032	78830	2365	81195	210,51	6063	1213	7275	1875
2033	79675	2390	82065	212,76	6128	1226	7353	1953
2034	80528	2416	82944	215,04	6193	1239	7432	2032
2035	81391	2442	83833	217,34	6259	1252	7511	2111
2036	82263	2468	84731	219,67	6327	1265	7592	2192
2037	83144	2494	85638	222,02	6394	1279	7673	2273
2038	84035	2521	86556	224,40	6463	1293	7755	2355
2039	84935	2548	87483	226,81	6532	1306	7838	2438
2040	85845	2575	88420	229,24	6602	1320	7922	2522
2041	86764	2603	89367	231,69	6673	1335	8007	2607
2042	87694	2631	90324	234,17	6744	1349	8093	2693
2043	88633	2659	91292	236,68	6816	1363	8180	2780
2044	89582	2687	92270	239,22	6889	1378	8267	2867
2045	90542	2716	93258	241,78	6963	1393	8356	2956
2046	91512	2745	94257	244,37	7038	1408	8445	3045
2047	92492	2775	95267	246,99	7113	1423	8536	3136
2048	93483	2804	96287	249,63	7189	1438	8627	3227

Fuente: Propia

310 262 3377- 313 203 2915

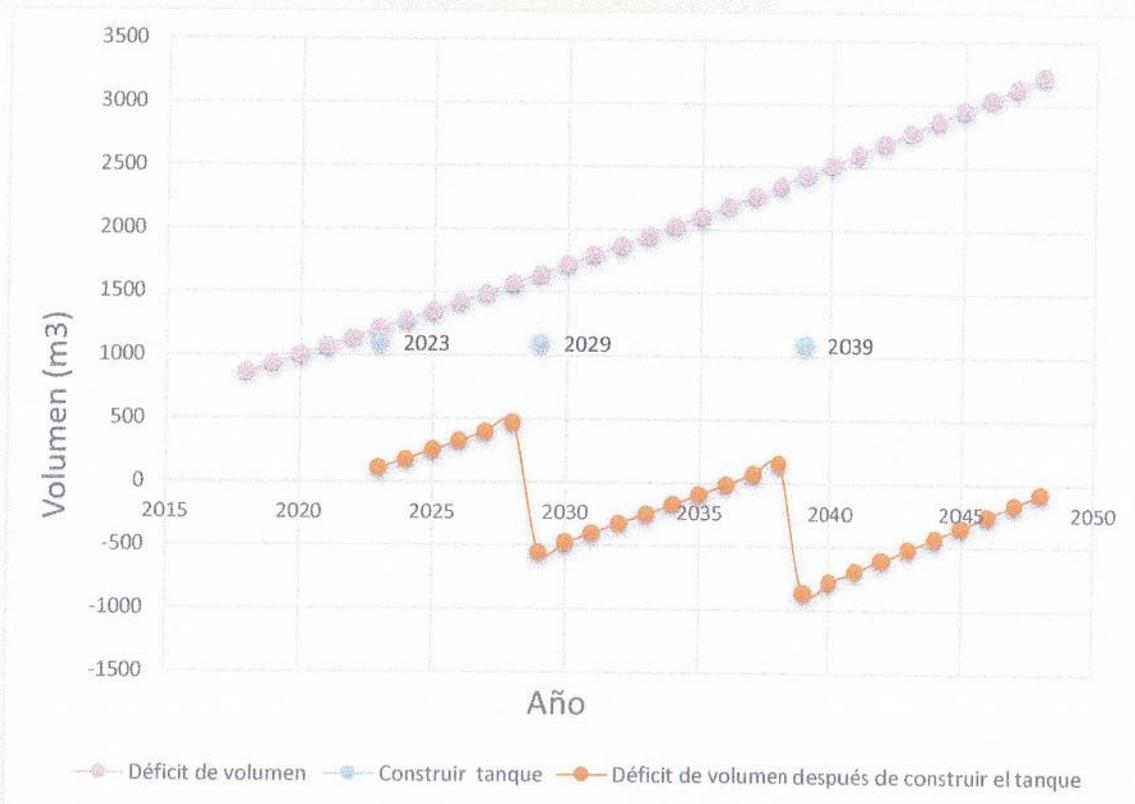
ingcorban@gmail.com



5 PROYECCIÓN DE TANQUES

Actualmente, existe un déficit en el volumen de almacenamiento de 1210 metros cúbicos. Para el período de diseño en el año 2048, se estima que este déficit aumentará a 3227 metros cúbicos. Dado que las Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAPs) están interconectadas y tienen poco espacio disponible para la construcción de tanques adicionales, se propone una solución para optimizar el almacenamiento. Se sugieren construir tres tanques de almacenamiento de 1100 metros cúbicos cada uno progresivamente en diferentes años así: uno en 2023, el segundo en 2029 y el último en 2039, el primero en la PTAP de Las Blancas, y dos tanques de 1100 metros cúbicos en la PTAP Acaciñas ya que no se cuenta con espacio en la PTAP el Playón.

Ilustración 30 Proyección de tanques de almacenamiento en las PTAPs



Fuente: Propia



6 DISEÑO DE TANQUES

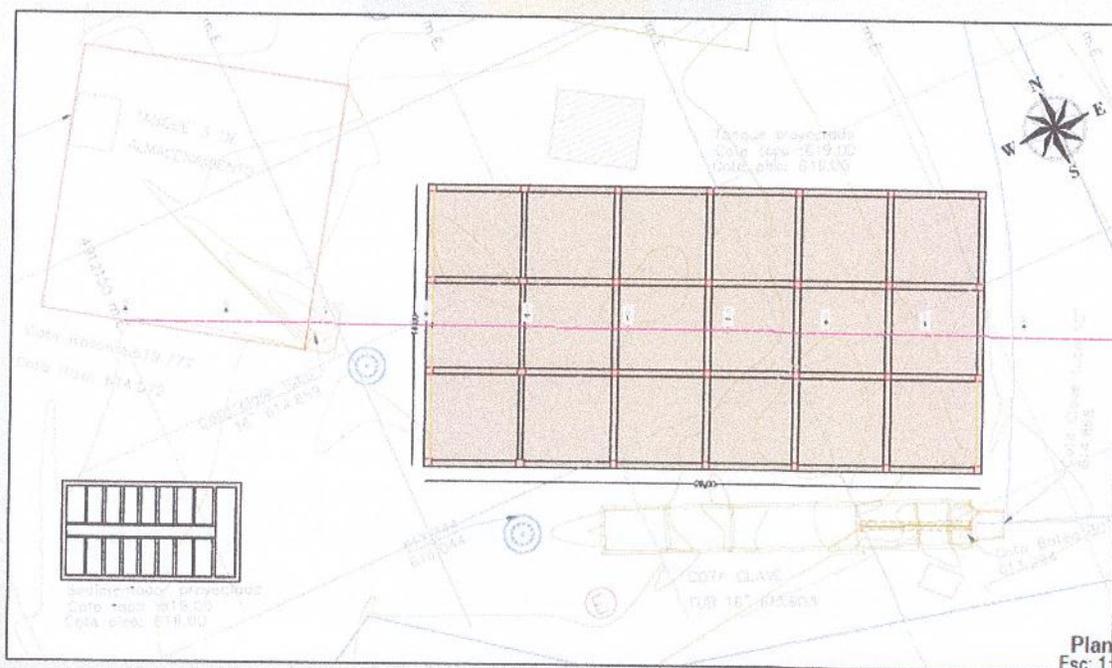
6.1 TANQUE DE 1100 PTAP LAS BLANCAS

El almacenamiento proyectado para las PTAP las Blancas es de 1100 m³, adyacente al tanque pequeño de 750 m³.

- Altura Externa = 3.65 m
- Espesor losa superior = 0.15 m
- Espesor losa de fondo = 0.30 m
- Borde libre = 0.3 m
- Altura Útil = 2.9 m
- Largo = 15.5 m
- Ancho = 24.5 m

Se tiene un volumen útil de 1101.3 m³.

Ilustración 31. Tanque de almacenamiento proyectado 1100 m³



Fuente: propia.



CORBAN

INGENIEROS CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nit: 900.963.677-2

Línea de Entrada

- La línea de es de 16 pulgadas en PVC

El tiempo de llenado a el caudal de la planta de Las Blancas de 200 LPS sería:

$$200 \frac{l}{s} \times \frac{1 m^3}{1000 l} \times \frac{3600 s}{1 h} = 720 \frac{m^3}{h}$$
$$\frac{1100 m^3}{720 \frac{m^3}{h}} = 1.52 \text{ horas}$$

Línea de Salida

- La línea de es de 16 pulgadas en PVC hacia el sistema de distribución

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

$$\Delta t = \frac{2A_{\text{tanque}}}{A_{\text{salida}} \times \sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2})$$

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

$$\Delta t = \frac{A_{\text{tanque}}}{A_{\text{salida}}} \left(\sqrt{\frac{2H}{g}} \right) = \frac{379.8 m}{0.130 m} \left(\sqrt{\frac{2(2.9 m)}{9.8 m/s^2}} \right) = 2251 s = 37.5 \text{ Minutos}$$

Línea de Rebose

- La línea de es de 12 pulgadas en PVC hacia los canales de drenaje.

Línea de Limpio

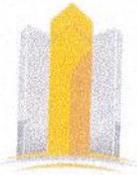
- 8 pulgadas

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

$$\Delta t = \frac{A_{\text{tanque}}}{A_{\text{salida}}} \left(\sqrt{\frac{2H}{g}} \right) = \frac{400 m}{0.032 m} \left(\sqrt{\frac{2(2.9 m)}{9.8 m/s^2}} \right) = 9004 s = 2.5 \text{ horas}$$

310 262 3377- 313 203 2915

ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nit: 900.963.677-2

6.2 TANQUE DE 1100 PTAP LAS ACACIÍAS

El almacenamiento proyectado para la PTAP Acaciitas es de 2200 m³, dos tanques de 1100 m³.

- Altura Externa = 3.65 m
- Espesor losa superior = 0.15 m
- Espesor losa de fondo = 0.30 m
- Borde libre = 0.3 m
- Altura Útil = 2.9 m
- Largo = 15.5 m
- Ancho = 24.5 m

Se tiene un volumen útil de 1101.3 m³.

Ilustración 32. Dos tanques de almacenamiento proyectado de 1100 m³ cada uno



Fuente: propia.

310 262 3377- 313 203 2915

ingcorban@gmail.com

Línea de Entrada

- La línea de es de 16 pulgadas en PVC

El tiempo de llenado de un tanque a el caudal de la planta de Acaciñas de 45 LPS sería:

$$45 \frac{l}{s} \times \frac{1 m^3}{1000 l} \times \frac{3600 s}{1 h} = 162 \frac{m^3}{h}$$

$$\frac{1100 m^3}{162 \frac{m^3}{h}} = 6.8 \text{ horas}$$

Línea de Salida

- La línea de es de 12 pulgadas en PVC hacia el sistema de distribución.

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 $H_2 = 0$ el vaciado se da a flujo libre:

$$\Delta t = \frac{A_{Tanque}}{A_{Salida}} \left(\sqrt{\frac{2H}{g}} \right) = \frac{379.8 m}{0.073 m} \left(\sqrt{\frac{2(2.9 m)}{9.8 m/s^2}} \right) = 4002 s = 66.7 \text{ Minutos}$$

Línea de Rebose

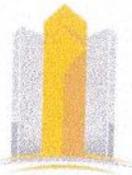
- La línea de es de 12 pulgadas en PVC hacia el sistema el alcantarillado

Línea de Limpiado

- 8 pulgadas

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

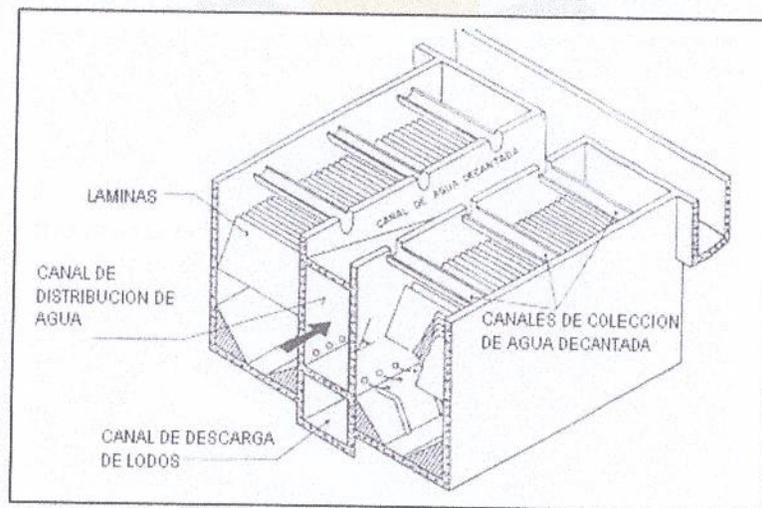
$$\Delta t = \frac{A_{Tanque}}{A_{Salida}} \left(\sqrt{\frac{2H}{g}} \right) = \frac{400 m}{0.032 m} \left(\sqrt{\frac{2(2.9 m)}{9.8 m/s^2}} \right) = 9004 s = 2.5 \text{ horas}$$



7 DISEÑO DE SEDIMENTADOR

Se plantea construir dos módulos de sedimentación de alta tasa para tratar el agua de lavado de los 7 filtros y desagües de la PTAP Las Blancas. Se estima un flujo pico aproximado de 45 a 50 LPS en la planta. Se propone utilizar este flujo en un proceso de sedimentación para eliminar los sedimentos y partículas suspendidas presentes en el agua. De esta forma, se busca reutilizar el agua en otros procesos, transportar el agua hacia la planta de Acaciñas y reducir la cantidad de residuos hacia el alcantarillado. Para asegurar una eficiencia adecuada en la sedimentación, se diseñará el proceso con un caudal de 50 LPS para garantizar un tiempo suficiente para que los sedimentos se depositen en el fondo del tanque antes de ser drenados.

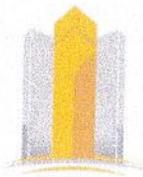
Ilustración 33 Modelo de un sedimentador de placa paralela flujo vertical



Fuente: Modificado de Blanco Salazar, C. A. (2004).

El sedimentador cuenta con un canal de entrada, que es el primer punto de contacto del agua a tratar antes de ingresar al sedimentador, encargado de regular el caudal de agua. Los módulos estarán equipados con un sistema de placas comerciales con un ángulo de inclinación de 60 grados y un sistema de recolección de lodos donde se acumulan los sólidos sedimentados y se recogen para su eliminación. Y un canal de salida donde se descarga el agua tratada.

El caudal por cada sedimentador sería de 25 LPS



$$Q = 25 \frac{l}{s} = 2160 \frac{m^3}{d}$$

Utilizamos una carga superficial de 170 (m³/m²/d) basados la Resolución 330 de 2017 para módulos angostos de 1.2 m.

Tabla 9 Parámetros de referencia de diseño de sedimentación de alta tasa

Tipo de sedimentador	Carga superficial (m ³ /m ² /d)	Tiempo de retención hidráulica (min)	Velocidad crítica de sedimentación (cm/s)
Módulos angostos L=0,6 m	100 - 110	10 - 20	15 - 30
Módulos angostos L=1,2 m	120 - 185		
Módulos profundos L > 1,2 m	200 - 300		

Fuente: Resolución 330 de 2017 RAS

Área de sedimentación:

$$A = \frac{Q}{CS} = 12.7 \text{ m}^2$$

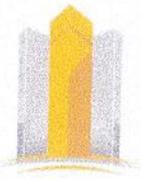
La velocidad entre placas:

$$V_0 = \frac{Q}{A \text{ sen } 60} = \frac{2160}{12.7 \times \text{sen } 60} = 196.3 \frac{m}{d} = 0.0023 \frac{m}{s} = 0.14 \frac{m}{min}$$

La longitud relativa de sedimentación utilizando una longitud (l) de 1.2 m y la separación entre placas de 6 cm:

$$L = \frac{l}{d} = 20 \text{ m}$$

Utilizando la viscosidad cinemática ν del agua presión atmosférica y a 15°C de 1.14×10^{-6} m/s calculamos el Numero de Reynolds:



$$N_{RE} = \frac{V_0 d}{\nu} = \frac{0.0023 (0.06)}{1.14 \times 10^{-06}} = 116$$

Cumpliendo con la recomendación de Numero de Reynolds menor a 500, preferiblemente entre 100 y 250.

Longitud corregida L_c en la zona de sedimentación:

$$L_c = L - 0.013 N_{RE} = 20 - 0.013(116) = 18.5 \text{ m}$$

El tiempo de retención entre placas será igual a:

$$t = \frac{l}{V_0} = \frac{1.2}{0.14} = 8.8 \text{ min}$$

La velocidad critica en la zona de sedimentación utilizando el factor de forma $Sc = 1$:

$$V_{sc} = \frac{Sc V_0}{\text{sen } \phi + L_c \text{ cos } \phi} = 23.3 \frac{\text{m}}{\text{d}}$$

Utilizando la relación Largo L y Ancho W de 4 a 1 calculamos las dimensiones:

$$W = \sqrt{\frac{A}{4}} = \sqrt{\frac{12.7}{4}} = 1.78 \text{ m} = 1.8 \text{ m}$$

$$L = 4W = 7.13 = 7.2 \text{ m}$$

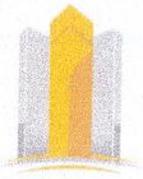
Utilizando un espesor e de placa de 0.005, el número de placas por sedimentador es:

$$N = \frac{L \text{ sen } \phi + d}{d + e} = 96 \text{ und}$$

Se propone la recolección del agua decantada mediante el uso de tubos con orificios en cada sedimentador, los cuales dirigen el agua hacia el canal central para su posterior uso.

La tasa de diseño de vertederos q_v varía entre 1.1 y 3.3 L/s*m dependiendo de la operación, para este caso se asume el valor de 2.

La longitud de los vertederos es:



$$Lv = \frac{Q}{qr} = \frac{25}{2} = 12.5$$

Con la distancia máxima dm entre vertederos con una profundidad h de 0.8 m:

$$dm = \frac{432(h)}{CS} = 2 \text{ m}$$

Con el ancho $B = 1.8$ m, el número de tubos por decantador sería:

$$N = \frac{Lv}{B} = 7$$

Con espaciamiento de orificios e de 0.1 m se tendrían el número de orificios n :

$$n = \frac{B}{e} = 18$$

Con diámetro de orificios do común de $\frac{1}{2}$ pulgadas el área del orificio Ao :

$$Ao = \frac{do \times \pi}{4} = 1.26 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Con la relación para colección uniforme con una desviación menor de 5% se calcula el área de los orificios corregida Ac y luego calcular el Diámetro de tubería Dt .

$$Ac = \frac{n \times Ao}{0.15} = 0.0152 \text{ m}^2$$

$$Dt = \sqrt{\frac{4 \times Ac}{\pi}} = 0.139 \text{ m} = 5.5 \text{ pulg} \cong 6 \text{ pulg}$$



CORBAN

INGENIEROS CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nit: 900.963.677-2

Resumen de diseño:

Tabla 10 Diseño sedimentador

DATOS	VALORES	UNIDADES
Caudal Q	50	l/s
	0,05	m3/s
# Sedimentadores	2	und
Carga Superficial	170	m3/m2*d
Área de sedimentación	12,7	m2
Angulo de inclinación de placas ϕ	60	Grados
Reynolds Re	116,5	
W Ancho por sedimentador	1,8	m
L longitud	7,2	m
h1	0,8	m
h2	0,5	m
h3	1	m
Espesor de placa	0,005	m
Numero de placas N	96	und
Borde Libre	0,3	m
Altura Tanque	3,5	m
Caudal por sedimentador	25	l/s
Numero de tubos	7	und
Espaciamiento entre orificios	0,1	m
Numero de orificios	18	und
Diámetro de orificios	0,5	pulg
Diámetro Tubería	6	Pulg

Fuente: propia

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com

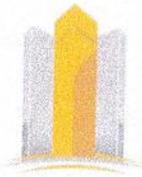
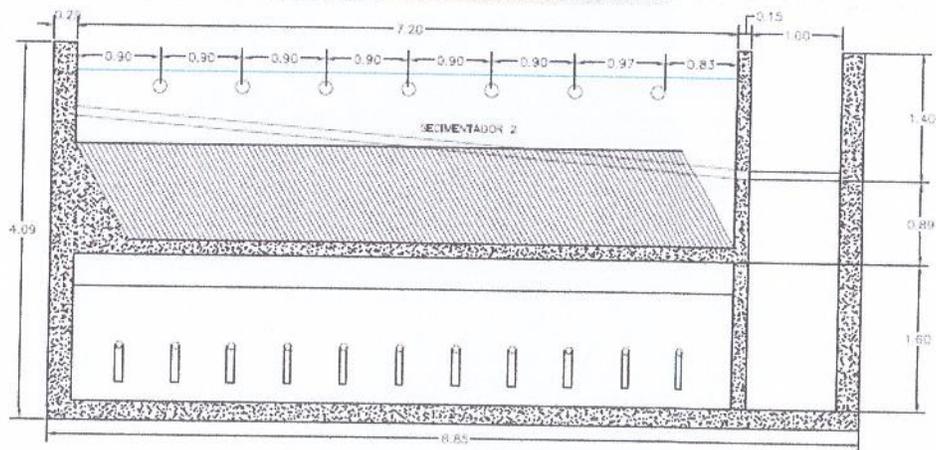
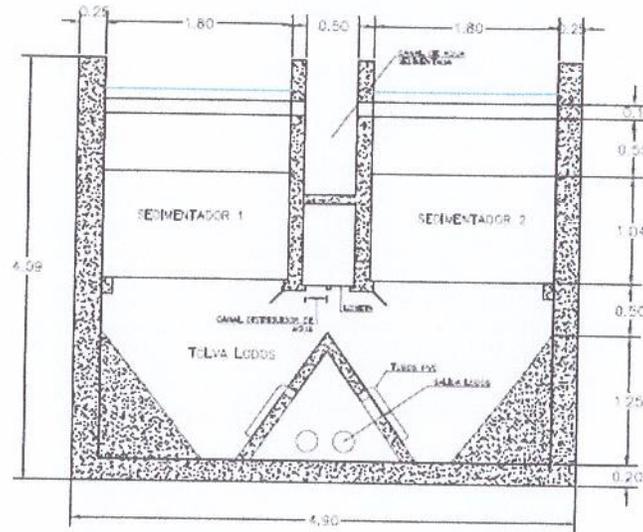
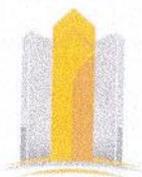


Ilustración 34 Diseño sedimentador



Fuente: propia



CORBAN

INGENIEROS CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nit: 900.963.677-2

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se encuentra que las Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAPs) de Acaciñas y El Playón están operando a un nivel significativamente inferior al de su capacidad de procesamiento. Esto se debe a los permisos de captación de agua de las quebradas correspondientes de Acaciñas y El Playón. A pesar de que las PTAPs están diseñadas para tratar un volumen específico de agua, el acceso limitado a las fuentes de agua está impidiendo que alcancen su capacidad máxima de procesamiento. Esto significa que no están tratando la cantidad adecuada de agua y esto también puede causar problemas de descarga suficiente en las PTAPs, lo que puede aumentar el riesgo de fallos mecánicos y técnicos. Es preciso tomar medidas para resolver este problema de manera de garantizar que las PTAPs de Acaciñas y El Playón estén funcionando a su capacidad para garantizar el funcionamiento de la planta.

Las conexiones entre las Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAPs) pueden ser una herramienta valiosa para el abastecimiento y almacenamiento de agua tratada. La interconexión entre las PTAPs permite que el agua tratada sea transferida entre las diferentes instalaciones, lo que permite ajustar el suministro de agua en función de las necesidades de la población. Esto puede ser especialmente útil en áreas donde hay fluctuaciones en la demanda de agua o donde hay problemas de escasez de agua. Además, las conexiones entre las PTAPs también pueden proporcionar una mayor flexibilidad en el almacenamiento de agua tratada, ya que el agua tratada puede ser transferida entre las instalaciones para asegurar que siempre haya suficiente agua almacenada para satisfacer las necesidades de la comunidad. Aunque las conexiones entre las PTAPs requieren una inversión adicional en infraestructura y tecnología, los beneficios a largo plazo en términos de seguridad del suministro de agua y eficiencia en el uso del agua tratada pueden justificar estos costos.

El volumen actual de almacenamiento de agua tratada es de 5400 metros cúbicos, que se obtiene sumando los volúmenes de los tres tanques de la PTAP Las Blancas, el tanque de la PTAP de Acaciñas y el tanque de la PTAP de El Playón.

Se proyecta la población del casco urbano del municipio de Acacías al periodo de diseño año 2048 con resultado de 96287 habitantes con un 3% de población flotante. Se obtiene un Caudal Máximo Diario de 249,6 LPS, y un requerimiento de 8627 metros cúbicos de almacenamiento.

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



CORBAN

INGENIEROS CONSULTORES

INGENIEROS Y CONSULTORES CORBAN S.A.S
Nit: 900.963.677-2

Se propone construir tres tanques de almacenamiento de 1100 m³ en las locaciones de Las Blancas, Acaciñas y El Playón en los años 2023, 2029 y 2039, respectivamente, con el objetivo de suplir el déficit de volumen al periodo de diseño año 2048. Se anexan planos.

Según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Resolución 330 de 2017) se debe contemplar sitios para medición de caudal y presión en la entrada y salida en las líneas de conducción, además de válvulas de control y purga.

Se recomienda llevar a cabo monitoreos constantes y regulares de la calidad del agua en las Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAPs) para garantizar que se estén cumpliendo los estándares de calidad del agua y para detectar y resolver cualquier problema a tiempo. Además, se deben establecer protocolos para la recolección y análisis de muestras de agua en intervalos regulares para evaluar la eficacia del tratamiento y detectar cualquier contaminación o problema técnico. Es importante tener en cuenta que la calidad del agua tratada es esencial para la salud y el bienestar de la población, por lo que es crucial llevar a cabo estos monitoreos constantes para garantizar que el agua tratada sea segura y saludable para la población.

Se plantea la construcción de un sedimentador para optimizar el uso del agua residual de lavado de filtros y drenajes, poder reutilizarla en otros procesos, y transportarla hacia la planta de Acaciñas, reduciendo así la cantidad de residuos en el alcantarillado.


ASLEY FERNANDO ESPEJO DÍAZ
ING. CIVIL ESP. EN RECURSOS HÍDRICOS

 310 262 3377- 313 203 2915

 ingcorban@gmail.com



9 REFERENCIAS

- Blanco Salazar, C. A. (2004). Diseño de un sedimentador de placa paralela con flujo horizontal bajo el concepto de la tasa de desbordamiento superficial. Universidad de los Andes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/10172>
- 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/>
- Plan de saneamiento y manejo de vertimientos municipales de Acacias – Meta, PSMV 2011. <https://es.scribd.com/document/382620221/psmv>
- PUEAA. Programa de uso eficiente y ahorro del agua Acacias Meta. Empresa de Servicios Públicos del Meta EDESA S.A. ES. 2011.
- 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.