**DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER**

**MUNICIPIO DE CHINACOTA**

# "ESTUDIOS Y DISEÑOS OBRAS HIDRÁULICAS Y DE PROTECCIÓN QUE PERMITAN SUPERAR LA AFECTACIÓN GENERADA POR LA OLA INVERNAL 2022, CAPTACIÓN-ADUCCIÓN-DESARENADOR, SISTEMA DE ACUEDUCTO CASCO URBANO MUNICIPIO DE CHINÁCOTA DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER".

## DIAGNOSTICO DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

**EDGAR VILLEGAS PALLARES**
**INGENIERO CIVIL**
**ESPECIALISTA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**
**MP. 54202136467 NTS**

**OCTUBRE 2023**

## CONTENIDO

**1 INTRODUCCION ..... 6**

**1.1 Reconocimiento Preliminar De La Zona De Estudio ..... 7**

**1.2 Generalidades De La Zona De Estudio ..... 8**

1.2.1 Demografía ..... 8

1.2.2 Economía ..... 8

1.2.3 Ecología ..... 9

**1.3 Climatología ..... 11**

**2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ..... 12**

**3 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN ..... 15**

**3.1. Cuestiones Poblacionales ..... 15**

3.1.1 Método Aritmético: ..... 18

3.1.2 Método Geométrico: ..... 19

3.1.3 Método Exponencial. ..... 20

3.1.4 Método Gráfico ..... 21

**4 EVALUACIÓN DE DOTACIÓN Y DEMANDA PARA EL SISTEMA DE ACUEDUCTO ..... 23**

**4.1 Parámetros de Diseño ..... 23**

4.1.1 Periodo de Diseño ..... 23

4.1.2 Dotación Neta ..... 23

4.1.3 Dotación Bruta ..... 24

4.1.4 Caudal Medio Diario ..... 24

4.1.5 Caudal Máximo Diario ..... 25

4.1.6 Caudal Máximo Horario ..... 25

4.1.7 Proyección de la Demanda ..... 25

**5 DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE ..... 27**

**5.1 Captación ..... 27**

5.1.1 Diagnostico ..... 29

**5.2 Desarenador ..... 29**

5.2.1 Evaluación de la capacidad hidráulica de los desarenadores existentes ..... 30

5.2.2 Diagnostico ..... 34

**6 RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO ..... 35**

**7 BIBLIOGRAFÍA ..... 36**

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos del Municipio de Chinácota. ..... 10

Tabla 2. Áreas de influencia bocatoma existente ..... 11

Tabla 3. Métodos de cálculo según el nivel de complejidad del sistema..... 15

Tabla 4. Censos poblacionales de Chinácota. ..... 16

Tabla 5.Cantidad de personas alojadas en temporada alta. ..... 17

Tabla 6. Censos poblacionales de Chinácota. ..... 17

Tabla 7. Tasa de crecimiento del método aritmético. ..... 18

Tabla 8. Proyección de la población por el método aritmético ..... 18

Tabla 9. Tasa de crecimiento del método geométrico..... 19

Tabla 10. Proyección de la población por el método geométrico. ..... 19

Tabla 11. Tasa de crecimiento del método exponencial. ..... 20

Tabla 12. Proyección de la población por el método exponencial. ..... 20

Tabla 13. Proyección de la población por los métodos aritmético, geométrico y exponencial. ..... 21

Tabla 14. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendido. (Res 0330/2017) ..... 23

Tabla 15. Caudales proyectados municipio Chinácota..... 26

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del sistema de acueducto del área urbana del municipio de Chinácota. ..... 7

Figura 2. Número de personas por hogar en Chinácota. ..... 16

Figura 3.Proyección de la población. ..... 22

Figura 4. Imagen general de la captación. ..... 27

Figura 5. Destrucción del dique, cámara de derivación y pozo amortiguador ..... 28

Figura 6. Conducción de captación a desarenador. ..... 28

Figura 7. Estado general del desarenador. ..... 29

# 1 INTRODUCCION

Como es sabido los desastres naturales, independiente del sitio donde se produzcan, no solo causan un gran número de muertes o lesionados, sino también una enorme perturbación social, daños a la infraestructura, a las instalaciones de salud, la industria, la agricultura, al medio ambiente y a la economía en general.

Este diagnóstico se enfoca en evaluar el estado del sistema de acueducto del municipio de Chinácota, ubicado en el departamento de Norte de Santander. Los resultados obtenidos a través de este diagnóstico desempeñarán un papel fundamental al proporcionar una guía esencial para llevar a cabo los estudios y diseños necesarios con el fin de asegurar el funcionamiento óptimo del sistema de acueducto el cual se vio afectado después de una creciente súbita de la quebrada Iscalá la cual es su fuente de abastecimiento.

Es crucial destacar que una vez que el sistema esté en pleno funcionamiento, debe ser capaz de brindar servicios que cumplan con los estándares mínimos en términos de cantidad, continuidad, presión y otros parámetros esenciales. Estos aspectos son esenciales para garantizar la satisfacción de una necesidad básica crucial, la cual es mejorar la calidad de vida de la población.

## 1.1 Reconocimiento Preliminar De La Zona De Estudio

Con el fin de identificar las causas que originaron la problemática presente en el sitio se realizó una visita preliminar de reconocimiento hidráulico, en ella se identificaron las siguientes características relacionadas con la hidrología y la hidráulica de la quebrada.

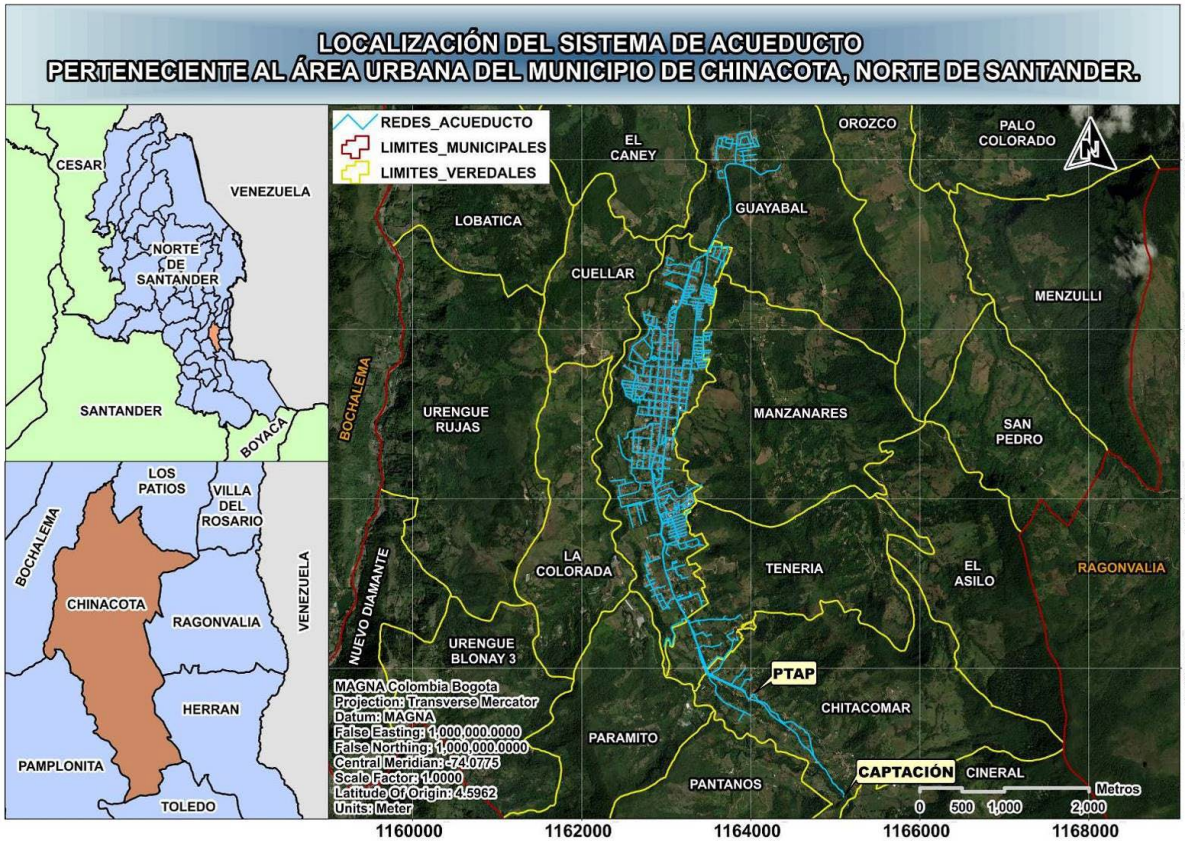



**Figura 1. Localización del sistema de acueducto del área urbana del municipio de Chinácota.**

## 1.2 Generalidades De La Zona De Estudio

El municipio de Chinácota se localiza en la región Suroriental del departamento Norte de Santander, su temperatura promedio es de 22 ºC, su altitud va desde los 600 a los 3 200 m sobre el nivel del mar. Dista 45 km de Cúcuta, capital del departamento y 460 km de Bogotá.

En su territorio de 166.64 Km cuadrados, además de la cabecera urbana, se encuentran dos centros poblados (La Donjuana y el Diamante), y 24 veredas que se ubican en la cordillera Oriental, limita con los municipios de: Los Patios y Ragonvalia, Pamplonita, Bochalema y Durania. El municipio de Chinácota no tiene fecha de fundación pues ya era un pueblo indígena a la llegada de los primeros europeos con el tudesco Ambrosio Alfinger a la cabeza, esto sucedió en 1532 o 1533.

### 1.2.1 Demografía

Los más de 17.000 habitantes del municipio de Chinácota, reconocidos por el Censo DANE de 2018. Es importante señalar que dicha población se ve aumentada considerablemente en los fines de semana y épocas vacacionales, llegándose a tener hasta tener 3 personas más por cada habitante.

Un poco más del 30 % de la población se ubica entre O y 19 años. También es significativa la población entre los 50 y 59 años (cerca del 12 %). En relación con la distribución por sexo6, las mujeres son el 51 .1 % de la población, porcentaje similar al que se presenta en Colombia. Ver ilustración 15. En cuanto a la distribución, la población asentada en el casco urbano es mayor que la de la zona rural. En todo caso de cada tres personas una vive en área rural lo cual es destacable ya que está por encima de la proporcionalidad que se encuentra en toda Colombia.

En cuanto a la población étnica la más sobresaliente, aunque poca, es la afrocolombiana. No se encuentran en el municipio de Chinácota población indígena, rom, ni palenqueros.

### 1.2.2 Economía

**Sector agropecuario:** El 88% de las veredas destinan una parte de sus suelos al cultivo del café, el cual ocupa el segundo renglón en la actividad agrícola, con el 26.63% de área sembrada. El primer lugar del uso del suelo es para la siembra de pastos con destino al sector pecuario. Es importante resaltar que el plátano tiene el 8.47%, la caña el 5.38%, las hortalizas el 1.08%, el maíz el 0.49%, el tomate el 0.78%, la zanahoria el 0.18%, la cebolla el 0.20%; otros cultivos, como la yuca y los frutales ocupan el 3.95% del área agrícola. La actividad pecuaria está representada por la cría de bovinos para engorde y producción de leche, con el

96% de las veredas dedicadas a esta actividad; la cría de equinos para la carga; el levante de porcinos para cría y producción de carne; los caprinos para la producción de leche y carne; la piscicultura, con cría de trucha, mojarra y carpa roja para producción de carne y la apicultura para la producción de miel.

**Sector minero:** El sector minero del Municipio está representado por la explotación del carbón a escala de mediana minería en el sector de las veredas de la Donjuana y Orozco, donde se localizan los mantos de carbón de la la formación de Los Cuervos, con cuatro mantos de carbón identificados de base a lecho, como M10, M20 (la pequeña), M30 (la grande) y M40 (Veta 4) y la formación carbonera, con dos mantos conocidos como M110 y M120. De las 65.796.000 toneladas de reservas básicas, el 60.84% (40.027.000 ton.) corresponden a volúmenes calculados con mayor grado de certeza geológica (medidas más indicadas), mientras que el 39.16% (25.769.000 ton.) corresponden a volúmenes calculados con menor grado de certeza geológica (inferidos). El total de las reservas básicas son aptas para uso térmico según los resultados de los análisis fisico-químicos. El sector se subdivide en tres bloques carboníferos: Maturín, Maturín Sur y Buenos Aires.

**Sector Comercio, Transporte y otros:** La actividad empresarial del Municipio, con base en los listados de Registro de Industria y Comercio de la Secretaría de Hacienda Municipal, se desarrolla en 454 establecimientos. En el sector primario se ubican actividades tales como agricultura, pecuaria, silvicultura, pesca y minería, de las cuales no se tiene referencia en el registro de industria y comercio. El sector secundario se ubica en el sector de la industria manufacturera, los servicios de agua, electrificación y la actividad de la construcción. En el sector terciario se reporta el comercio, restaurantes, hoteles, transporte, almacenamiento, comunicaciones, intermediarios financieros, servicios comunales, sociales y personales. Como se puede analizar, el sector terciario representa el 96.48% de la actividad económica del Municipio, y dentro de la actividad comercial la de mayor incidencia es la venta de víveres y cárnicos, que representa el 56%.

### 1.2.3 Ecología

**Áreas forestales protector y bosques naturales:** Corresponde a las áreas con una extensión de 3111,73 Ha con un 18,68%, donde se debe conservar constantemente los bosques naturales artificiales con el fin de proteger los Recursos Naturales Renovables que se ubica en su gran mayoría en el margen derecho del municipio (franja límite con los Municipios de Herrán y Ragonvalia) y otra áreas se encuentran en las veredas Paramito, La Colorada, Cuellar, Lobatica, Curazao El Caney, Honda Norte y Nueva Donjuana.

**Áreas forestales protectoras – productoras:** son áreas que deben ser conservadas permanentemente con bosque natural o plantado para proteger los recursos naturales renovables. Además, puede ser objeto de actividades de

producción sujetas al mantenimiento del efecto protector. Tienen una extensión de 4042,66 Ha. que representa un 24,27% del área total del territorio municipal, y se encuentran ubicadas en su gran mayoría en una franja que se extiende de norte a sur hacia el Oeste del Municipio comprendiendo así las veredas de La Donjuana, Honda Norte, Lobatica, Pantanos (sobre las nacientes de la Microcuenca Pantanos), Paramito (sobre las microcuencas Paramito, La Colorada), Urengue Blonay (sobre las Microcuencas Urengue Blonay y la Chorrerota), Iscalá Sur (Paralelo a la Microcuenca El Baul y entre las microcuencas Llano Largo y La Islavita), Iscalá Centro (Sobre la Loma Gavilán y sobre las nacientes de las Microcuencas La Tigra y La Gonzalera), Cineral (sobre la Cuchilla del Cerro La Vieja).

**Formas especiales de vegetación:** Son aquellas áreas que por sus condiciones ambientales como la altura, Temperaturas, Precipitaciones que favorecen la formación de vegetación con características únicas que las diferencian de las demás especies vegetales como la formación de bosques de niebla y páramos. Por lo anterior se destaca que el municipio de Chinácota presenta un área de 105,54 Ha. lo que representa el 0,64 % del total del territorio, ubicado hacia el extremo sur de la vereda Iscalá Sur.

Tabla 1. Datos del Municipio de Chinácota.

| Ubicación Geográfica | Área | Al nivel del mar | Temperatura | Distancia Cúcuta |
|---|---|---|---|---|
| Latitud norte 7° 37′ 1” Longitud oeste 72° 36′ 0” | 187.00 $Km^2$ | 1194 m.s.n.m. | 22ºC | 33 Km |

## 1.3 Climatología

La posición geográfica de Colombia en la zona ecuatorial, hace que esté bajo la influencia de la circulación de corrientes de aire húmedo, como los vientos alisios que convergen en el territorio originando núcleos nubosos de gran desarrollo pluviométrico. La zona de gran desarrollo en nubes o cinturón nuboso denominado Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT); que se mueve a través de todo el territorio colombiano desplazándose desde la frontera Colombo-ecuatoriana, luego hacia la Costa Atlántica y regresa al sur.

Un factor modificador temporal del clima en nuestro país es el fenómeno de "El Niño". Este es un acontecimiento de naturaleza netamente oceánica y atmosférica y de la relación entre ellos como factores dinámicos generados y reguladores del clima mundial. Su manifestación espacial y temporal en nuestro territorio ha sido estudiada de manera sectorial

El clima abarca los valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un período representativo: temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos. Estas épocas necesitan ser más largas en las zonas subtropicales y templadas que en la zona intertropical, especialmente, en la faja ecuatorial, donde el clima es más estable y menos variable en lo que respecta a los parámetros climáticos.

Los factores naturales que afectan al clima son la latitud, altitud, continentalidad, relieve, corrientes marinas, vegetación, vientos y rayos solares. Según se refiera al mundo, a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal, regional o local (microclima), respectivamente.

**Tabla 2. Áreas de influencia bocatoma existente**

Utilización de la Captación de Agua en la Cabecera Municipal.

| Fuente | Caudal registrado l/s | | Caudal captado l/s | Capacidad instalada l/s | Utilización de la captación | Producción promedio m3/día |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | mínimo | medio | promedio | | | |
| Q. ISCALA | 60 | 80 | 80 | 60 | 133.33 | 5.184 |

Fuente Emchinac

**Fuente : Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Chinácota 2003 – 2014**

## 2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema de acueducto se abastece por la Quebrada Iscala, y provee al municipio Chinácota, Departamento Norte de Santander.

El sistema inicia con una captación la cual sufrió daños por la ola invernal de 2022, de la cual se deriva una manguera de 4 pulgadas. En la línea de aducción, se utiliza una tubería de PVC de 6 pulgadas junto con sus respectivos accesorios. Además, cuentan con dos desarenadores ubicados a una distancia de 45 metros desde la bocatoma.

Se ha observado el colapso del talud derecho de la quebrada, el cual sirve como soporte para las tuberías que conducen el caudal hacia los desarenadores.

A continuación, se mostrará un registro fotográfico. Esto con el fin de tener una imagen clara de las condiciones actuales de las de las estructuras existentes.




Captación del acueducto de Chinácota.

El cauce presenta rocas de tamaño grande, lo cual indica que tiene una gran capacidad de arrastre o fuerza tractiva.



Desarenadores existentes



Arrastre de sedimentos




La quebrada en el sitio de la captación, presenta lecho rocoso.




Se evidencia el colapso del talud derecho de la quebrada, donde están soportadas las tuberías de conducción del caudal captado a los desarenadores.




Dique de la captación.

Socavación del lecho rocoso que soporta el dique de la captación.

# 3 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

De acuerdo con la resolución 0330 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio del 8 de junio de 2017 en el artículo 40, el periodo de diseño es de 25 años “Para todos los componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo”.

Los métodos que establece la resolución 0330 del 8 de junio de 2017 para el cálculo de las proyecciones de población se encuentran en la Tabla 12, el cual se refiere a la determinación de población, dotación y demanda. Estos métodos se resumen en la siguiente tabla del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.

Tabla 3. Métodos de cálculo según el nivel de complejidad del sistema

| Nivel de complejidad del sistema | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Método por emplear** | **Bajo** | **Medio** | **Medio alto** | **Alto** |
| Aritmético | X | X | X | X |
| Geométrico | X | X | X | X |
| Gráfico | X | X | | |
| Exponencial | X | X | X | X |
| Detallar por zonas y detallar densidades | | | X | X |
| por componentes (demográfico) | | | X | X |

La siguiente tabla muestra los censos históricos los cuales sirvieron de base para la proyección de los habitantes de la cabecera municipal del municipio de Chinácota.

## 3.1. Cuestiones Poblacionales

En el censo del año 2005 el DANE caracterizó tres tipos de vivienda para el municipio de Chinácota, los tipos de vivienda existentes son Casa-casa indígena, Apartamento, Cuarto- otro; de acuerdo con esta caracterización se asume que no todas las unidades residenciales poseen una densidad de ocupación igual, por esta razón se utilizan equivalencias de ocupación de acuerdo con cada unidad residencial.

Para el caso del municipio de Chinácota se ha establecido que, Según el boletín general del censo del 2005, el tipo de vivienda característico en Chinácota con 90,7% de las viviendas de Chinácota son casas., la cuales tienen un numero de 3.7 personas por hogar en la cabecera y 4.0 personas por hogar en resto de extensión (Corregimientos, veredas, etc.), en conclusión, se utilizará para la estimación de los caudales de diseño 3.7 personas por hogar (ver Figura 2).

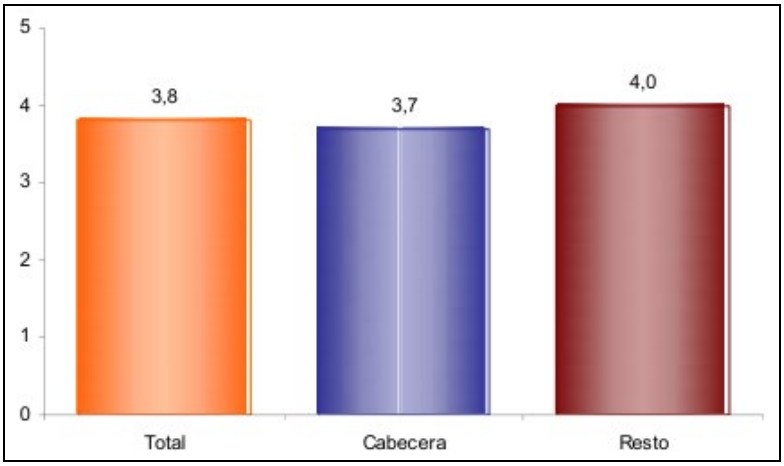



**Figura 2. Número de personas por hogar en Chinácota.**

Fuente: DANE. (2010). Perfil Municipal Chinácota, Norte de Santander.

Para el municipio Chinácota los censos históricos con información corresponden a los años 1985, 1993, 2005. Los datos de los censos realizados por el DANE para el municipio Chinácota se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4. Censos poblacionales de Chinácota.**

| MUNICIPIO CHINÁCOTA | | | |
|---|---|---|---|
| **AÑO** | **POBLACIÓN CABECERA (HAB)** | **POBLACIÓN RURAL (HAB)** | **POBLACIÓN TOTAL (HAB)** |
| 1985 | 5970 | 4957 | 10927 |
| 1993 | 7111 | 4870 | 11981 |
| 2005 | 9557 | 5179 | 14736 |

**Fuente: DANE**

Según la información proporcionada, debido a la falta de datos para estimar la población flotante, el consorcio de Chinácota tomó la decisión de llevar a cabo un censo. Este censo tenía como objetivo determinar si los inmuebles visitados estaban siendo utilizados como cabañas, hoteles u otro tipo de albergue Ver Tabla 5 .

**Tabla 5.Cantidad de personas alojadas en temporada alta.**

| TIPO INMUEBLE | CANTIDAD DE PERSONAS |
|---|---|
| CABAÑA | 2243 |
| HOTEL | 104 |
| NO ESPECIFICA | 152 |
| TOTAL | 2499 |

| | |
|---|---|
| **Capacidad hotelera** | 2499 |
| **Población** | 12130 |
| **Número de personas por hogar** | 3.7 |
| **Total, usuarios ENCHINAC E.P.S de acueducto** | 3971 |
| **usuarios zona de expansión** | 578 |
| **usuarios no registrados en el software** | 400 |

| | | |
|---|---|---|
| **TASA FLOTANTE** | 20.6 | **%** |

| | | |
|---|---|---|
| **POBLACIÓN FLOTANTE** | 3772 | |
| | | |
| **USUARIOS EMCHINAC E.S. P** | 14693 | **Hab** |
| | | |
| **USUARIOS ZONA DE EXPANSIÓN** | 2139 | **Hab** |
| | | |
| **USUARIOS NO REGISTRADOS** | 1480 | **Hab** |
| | | |
| **POBLACIÓN ACTUAL (2017)** | 22084 | **Hab** |

**Fuente: CONSORCIO CHINACOTA**

Como resultado de esta consulta, la Consultoría determinó que el porcentaje de población flotante promedio diario equivale al 20.6% de la población residente. Este valor se mantiene constante a lo largo de todo el período de diseño

**Tabla 6. Censos poblacionales de Chinácota.**

| CENSOS | |
|---|---|
| **AÑO** | **POBLACIÓN** |
| 1985 | 5970 |
| 1993 | 7111 |
| 2005 | 9557 |
| 2017 | 18311 |

**Fuente: DANE- CONSORCIO CHINACOTA.**

### 3.1.1 Método Aritmético:

Tabla 7. Tasa de crecimiento del método aritmético.

| K | 85-93 | 93-05 | 05-17 | Medio |
|---|---|---|---|---|
| | 143.00 | 204.00 | 730.0 | 359.00 |

**Tabla 8. Proyección de la población por el método aritmético**

| Año | Básica | Flotante | Total |
|---|---|---|---|
| 2017 | 18311 | 3773 | 22084 |
| 2018 | 18670 | 3847 | 22517 |
| 2019 | 19029 | 3921 | 22950 |
| 2020 | 19388 | 3994 | 23382 |
| 2021 | 19747 | 4068 | 23815 |
| 2022 | 20106 | 4142 | 24248 |
| **2023** | 20465 | 4216 | 24681 |
| 2024 | 20824 | 4290 | 25114 |
| 2025 | 21183 | 4364 | 25547 |
| 2026 | 21542 | 4438 | 25980 |
| 2027 | 21901 | 4512 | 26413 |
| 2028 | 22260 | 4586 | 26846 |
| 2029 | 22619 | 4660 | 27279 |
| 2030 | 22978 | 4734 | 27712 |
| 2031 | 23337 | 4808 | 28145 |
| 2032 | 23696 | 4882 | 28578 |
| 2033 | 24055 | 4956 | 29011 |
| 2034 | 24414 | 5030 | 29444 |
| 2035 | 24773 | 5104 | 29877 |
| 2036 | 25132 | 5178 | 30310 |
| 2037 | 25491 | 5252 | 30743 |
| 2038 | 25850 | 5326 | 31176 |
| 2039 | 26209 | 5400 | 31609 |
| 2040 | 26568 | 5474 | 32042 |
| 2041 | 26927 | 5548 | 32475 |
| 2042 | 27286 | 5621 | 32907 |
| 2043 | 27645 | 5695 | 33340 |
| 2044 | 28004 | 5769 | 33773 |
| 2045 | 28363 | 5843 | 34206 |
| 2046 | 28722 | 5917 | 34639 |
| 2047 | 29081 | 5991 | 35072 |
| 2048 | 29440 | 6065 | 35505 |

### 3.1.2 Método Geométrico:

**Tabla 9. Tasa de crecimiento del método geométrico**

| r | 85-93 | 93-05 | 05-17 | Medio |
|---|---|---|---|---|
| | 2.21% | 2.49% | 5.57% | 3.42% |

**Tabla 10. Proyección de la población por el método geométrico.**

| Año | Básica | Flotante | Total |
|---|---|---|---|
| 2017 | 18311 | 3773 | 22084 |
| 2018 | 18938 | 3902 | 22841 |
| 2019 | 19587 | 4035 | 23622 |
| 2020 | 20258 | 4174 | 24432 |
| 2021 | 20951 | 4316 | 25268 |
| 2022 | 21669 | 4464 | 26133 |
| **2023** | 22411 | 4617 | 27028 |
| 2024 | 23178 | 4775 | 27953 |
| 2025 | 23972 | 4939 | 28911 |
| 2026 | 24792 | 5108 | 29901 |
| 2027 | 25641 | 5283 | 30925 |
| 2028 | 26519 | 5464 | 31984 |
| 2029 | 27428 | 5651 | 33079 |
| 2030 | 28367 | 5844 | 34211 |
| 2031 | 29338 | 6044 | 35383 |
| 2032 | 30343 | 6251 | 36594 |
| 2033 | 31382 | 6465 | 37847 |
| 2034 | 32456 | 6686 | 39143 |
| 2035 | 33568 | 6915 | 40483 |
| 2036 | 34717 | 7152 | 41869 |
| 2037 | 35906 | 7397 | 43303 |
| 2038 | 37135 | 7650 | 44786 |
| 2039 | 38407 | 7912 | 46319 |
| 2040 | 39722 | 8183 | 47906 |
| 2041 | 41082 | 8463 | 49546 |
| 2042 | 42489 | 8753 | 51242 |
| 2043 | 43944 | 9053 | 52997 |
| 2044 | 45449 | 9363 | 54812 |
| 2045 | 47005 | 9683 | 56688 |
| 2046 | 48614 | 10015 | 58630 |
| 2047 | 50279 | 10358 | 60638 |
| 2048 | 52001 | 10713 | 62714 |

### 3.1.3 Método Exponencial.

Tabla 11. Tasa de crecimiento del método exponencial.

| K | 85-05 | 93-18 | Medio |
|---|---|---|---|
| | 2.35% | 3.94% | 3.15% |

**Tabla 12. Proyección de la población por el método exponencial.**

| Año | Básica | Flotante | Total |
|---|---|---|---|
| 2017 | 18311 | 3773 | 22084 |
| 2018 | 18897 | 3893 | 22790 |
| 2019 | 19501 | 4018 | 23519 |
| 2020 | 20124 | 4146 | 24271 |
| 2021 | 20768 | 4279 | 25047 |
| 2022 | 21432 | 4415 | 25847 |
| **2023** | 22117 | 4557 | 26674 |
| 2024 | 22824 | 4702 | 27526 |
| 2025 | 23553 | 4852 | 28406 |
| 2026 | 24306 | 5008 | 29315 |
| 2027 | 25083 | 5168 | 30252 |
| 2028 | 25885 | 5333 | 31219 |
| 2029 | 26713 | 5503 | 32216 |
| 2030 | 27567 | 5679 | 33246 |
| 2031 | 28448 | 5861 | 34310 |
| 2032 | 29358 | 6048 | 35406 |
| 2033 | 30296 | 6242 | 36539 |
| 2034 | 31265 | 6441 | 37706 |
| 2035 | 32264 | 6647 | 38912 |
| 2036 | 33296 | 6859 | 40155 |
| 2037 | 34360 | 7079 | 41440 |
| 2038 | 35459 | 7305 | 42764 |
| 2039 | 36592 | 7538 | 44131 |
| 2040 | 37762 | 7779 | 45542 |
| 2041 | 38969 | 8028 | 46998 |
| 2042 | 40215 | 8285 | 48501 |
| 2043 | 41501 | 8550 | 50051 |
| 2044 | 42827 | 8823 | 51651 |
| 2045 | 44197 | 9105 | 53302 |
| 2046 | 45610 | 9396 | 55006 |
| 2047 | 47068 | 9696 | 56764 |
| 2048 | 48572 | 10006 | 58579 |

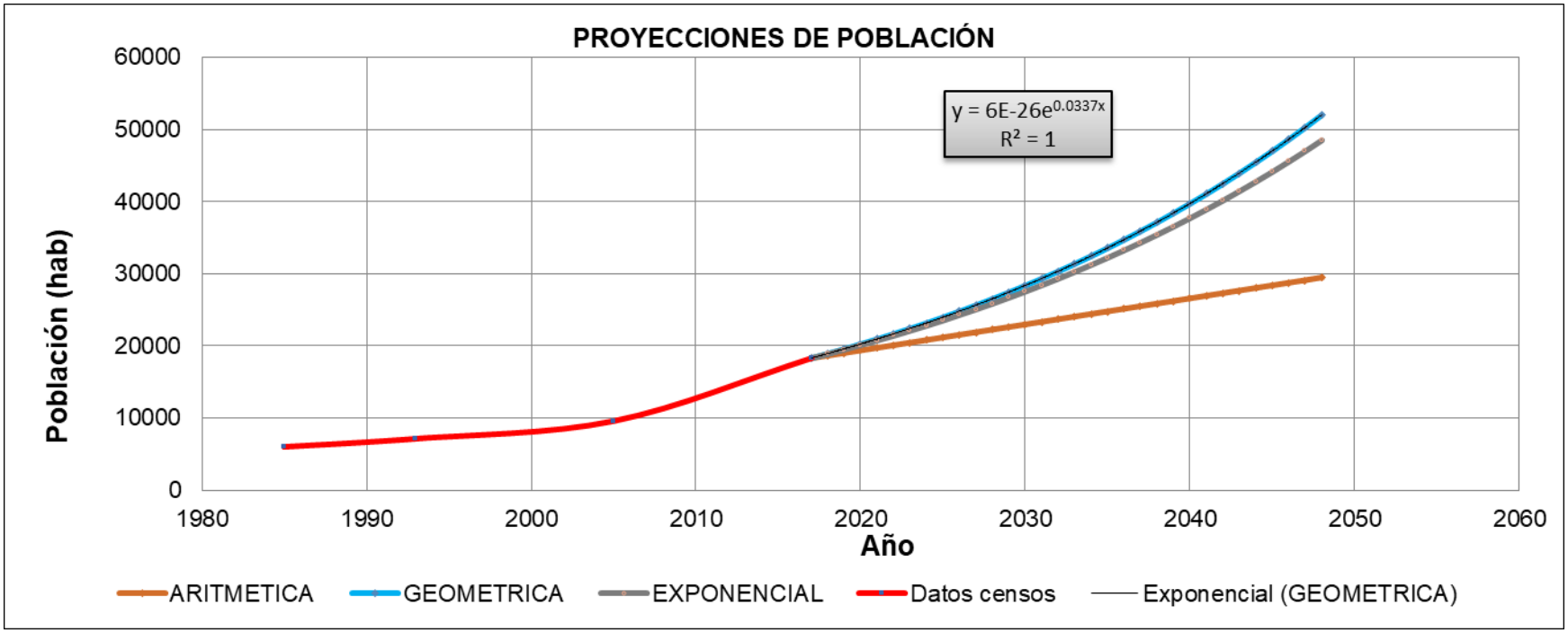
### 3.1.4 Método Gráfico.

Los datos existentes de censos en el casco urbano del municipio se graficaron, y en la misma grafica se incluyeron las curvas de proyección de la población del municipio obtenidas por los métodos anteriores con el objetivo de elegir el método que diera el mejor ajuste.

**Tabla 13. Proyección de la población por los métodos aritmético, geométrico y exponencial.**

| CABECERA MUNICIPAL | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Año | POBLACION | | | | | | | | |
| | Aritmético | | | Geométrico | | | Exponencial | | |
| | Básica | Flotante | Total | Básica | Flotante | Total | Básica | Flotante | Total |
| 2017 | 18311 | 3773 | 22084 | 18311 | 3773 | 22084 | 18311 | 3773 | 22084 |
| 2018 | 18670 | 3847 | 22517 | 18938 | 3902 | 22841 | 18897 | 3893 | 22790 |
| 2019 | 19029 | 3921 | 22950 | 19587 | 4035 | 23622 | 19501 | 4018 | 23519 |
| 2020 | 19388 | 3994 | 23382 | 20258 | 4174 | 24432 | 20124 | 4146 | 24271 |
| 2021 | 19747 | 4068 | 23815 | 20951 | 4316 | 25268 | 20768 | 4279 | 25047 |
| 2022 | 20106 | 4142 | 24248 | 21669 | 4464 | 26133 | 21432 | 4415 | 25847 |
| **2023** | 20465 | 4216 | 24681 | 22411 | 4617 | 27028 | 22117 | 4557 | 26674 |
| 2024 | 20824 | 4290 | 25114 | 23178 | 4775 | 27953 | 22824 | 4702 | 27526 |
| 2025 | 21183 | 4364 | 25547 | 23972 | 4939 | 28911 | 23553 | 4852 | 28406 |
| 2026 | 21542 | 4438 | 25980 | 24792 | 5108 | 29901 | 24306 | 5008 | 29315 |
| 2027 | 21901 | 4512 | 26413 | 25641 | 5283 | 30925 | 25083 | 5168 | 30252 |
| 2028 | 22260 | 4586 | 26846 | 26519 | 5464 | 31984 | 25885 | 5333 | 31219 |
| 2029 | 22619 | 4660 | 27279 | 27428 | 5651 | 33079 | 26713 | 5503 | 32216 |
| 2030 | 22978 | 4734 | 27712 | 28367 | 5844 | 34211 | 27567 | 5679 | 33246 |
| 2031 | 23337 | 4808 | 28145 | 29338 | 6044 | 35383 | 28448 | 5861 | 34310 |
| 2032 | 23696 | 4882 | 28578 | 30343 | 6251 | 36594 | 29358 | 6048 | 35406 |
| 2033 | 24055 | 4956 | 29011 | 31382 | 6465 | 37847 | 30296 | 6242 | 36539 |
| 2034 | 24414 | 5030 | 29444 | 32456 | 6686 | 39143 | 31265 | 6441 | 37706 |
| 2035 | 24773 | 5104 | 29877 | 33568 | 6915 | 40483 | 32264 | 6647 | 38912 |
| 2036 | 25132 | 5178 | 30310 | 34717 | 7152 | 41869 | 33296 | 6859 | 40155 |
| 2037 | 25491 | 5252 | 30743 | 35906 | 7397 | 43303 | 34360 | 7079 | 41440 |
| 2038 | 25850 | 5326 | 31176 | 37135 | 7650 | 44786 | 35459 | 7305 | 42764 |
| 2039 | 26209 | 5400 | 31609 | 38407 | 7912 | 46319 | 36592 | 7538 | 44131 |
| 2040 | 26568 | 5474 | 32042 | 39722 | 8183 | 47906 | 37762 | 7779 | 45542 |
| 2041 | 26927 | 5548 | 32475 | 41082 | 8463 | 49546 | 38969 | 8028 | 46998 |
| 2042 | 27286 | 5621 | 32907 | 42489 | 8753 | 51242 | 40215 | 8285 | 48501 |
| 2043 | 27645 | 5695 | 33340 | 43944 | 9053 | 52997 | 41501 | 8550 | 50051 |
| 2044 | 28004 | 5769 | 33773 | 45449 | 9363 | 54812 | 42827 | 8823 | 51651 |
| 2045 | 28363 | 5843 | 34206 | 47005 | 9683 | 56688 | 44197 | 9105 | 53302 |
| 2046 | 28722 | 5917 | 34639 | 48614 | 10015 | 58630 | 45610 | 9396 | 55006 |
| 2047 | 29081 | 5991 | 35072 | 50279 | 10358 | 60638 | 47068 | 9696 | 56764 |
| 2048 | 29440 | 6065 | 35505 | 52001 | 10713 | 62714 | 48572 | 10006 | 58579 |

**Figura 3.Proyección de la población.**




Del método grafico se puede deducir que el comportamiento histórico de crecimiento de la población del municipio de Chinácota ha sido Geométrico.

# 4 EVALUACIÓN DE DOTACIÓN Y DEMANDA PARA EL SISTEMA DE ACUEDUCTO

En este aparte se presentan los parámetros o criterios requeridos para la proyección de la demanda de agua para el sistema de acueducto para el municipio de Chinácota.

## 4.1 Parámetros de Diseño

### 4.1.1 Periodo de Diseño

De acuerdo con la resolución 0330 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio del 8 de junio de 2017 en el artículo 40, el periodo de diseño es de 25 años para todos los componentes del sistema de acueducto y alcantarillado.

### 4.1.2 Dotación Neta

La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto. La dotación neta máxima establecida en la resolución 0330 del 2017, articulo 43: “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 de servicio de acueducto, 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 1”. (Véase en la Tabla 14).

**Tabla 14. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendido. (Res 0330/2017)**

| ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA | DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB-DIA) |
|---|---|
| >2000 msnm | 120 |
| 1000 – 2000 msnm | 130 |
| <1000 msnm | 140 |

Fuente: Resolución 0330 junio de 2017

Se establece una dotación neta máxima por habitante de 130 [L/hab/día].

### 4.1.3 Dotación Bruta

La dotación bruta para el diseño de cada uno de los componentes que conforman un sistema de acueducto se debe calcular conforme a la siguiente ecuación:

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

Dónde:

$d_{bruta}$:Dotación bruta

$d_{neta}$: Dotación neta

$\%p$: Pérdidas máximas admisibles. El porcentaje de pérdidas máximas admisibles no deberá superar el 25%.

Por lo tanto, se tiene una dotación bruta de **173.33** ***L/hab.-día***.

### 4.1.4 Caudal Medio Diario

El caudal medio diario ($Q_{md}$) corresponde al promedio de los consumos diarios de caudal en un período de un año, proyectado al horizonte de diseño, el cual debe calcularse utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = \frac{P * d_{bruta}}{86400}$$

$d_{bruta}$: Dotación bruta en L/hab*día

Para la proyección de la demanda de agua en el sistema se considera que la población estimada para el periodo de diseño seleccionado es de **62714** ***hab.***, consistentemente con el método seleccionado en la sección Proyecciones de Población, con lo cual se obtiene, para este caso, un caudal medio diario de **125.82** ***L/s*** para el año correspondiente al periodo de diseño.

### 4.1.5 Caudal Máximo Diario

K1 Se denomina coeficiente de consumo máximo diario y se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, como no existen registros históricos, y de acuerdo a lo establecido en la resolución 0330 de junio de 2017 para poblaciones mayores o iguales a 12500 habitantes en ningún caso el factor k1 será superior a 1.2

$$QMD = Q_{md} * k_1$$

Para este proyecto el coeficiente de consumo máximo diario es de **1.2**, por lo tanto, el caudal máximo diario, para el año correspondiente al periodo de diseño es de **150.98** ***L/s***.

### 4.1.6 Caudal Máximo Horario

En donde el coeficiente K2 se denomina coeficiente de consumo máximo horario y acorde a lo establecido en la resolución 0330 de junio de 2017 para poblaciones mayores o iguales a 12500 habitantes en ningún caso el factor k2 será superior a 1.5.

$$QMH = QMD * k_2$$

Teniendo en cuenta que no se dispone de información suficiente para hacer el cálculo de dicho coeficiente con base en mediciones, se toma un valor de **1.5** con base en el nivel de complejidad y en el tamaño de la red objeto de este proyecto. Así el caudal máximo horario para el año correspondiente al periodo de diseño es de **226.47*L/s***.

### 4.1.7 Proyección de la Demanda

A continuación, se presenta un resumen los cálculos anteriormente detallados para diferentes años del periodo de diseño, suponiendo que la cobertura total se alcanza desde el inicio del proyecto y que el porcentaje de pérdidas técnicas se mantiene constante en su valor máximo permitido. Adicional se presenta el comportamiento del caudal medio diario, máximo diario y máximo horario en el periodo de diseño proyectado.

**Tabla 15. Caudales proyectados municipio Chinácota.**

| AÑO | POBLACION | Qmd (L/s) | QMD (L/s) | QMH (L/s) |
|---|---|---|---|---|
| 2017 | 22084 | 44.30 | 53.17 | 79.75 |
| 2018 | 22841 | 45.82 | 54.99 | 82.48 |
| 2019 | 23622 | 47.39 | 56.87 | 85.30 |
| 2020 | 24432 | 49.01 | 58.82 | 88.23 |
| 2021 | 25268 | 50.69 | 60.83 | 91.25 |
| 2022 | 26133 | 52.43 | 62.91 | 94.37 |
| **2023** | 27028 | 54.22 | 65.07 | 97.60 |
| 2024 | 27953 | 56.08 | 67.29 | 100.94 |
| 2025 | 28911 | 58.00 | 69.60 | 104.40 |
| 2026 | 29901 | 59.99 | 71.98 | 107.98 |
| 2027 | 30925 | 62.04 | 74.45 | 111.67 |
| 2028 | 31984 | 64.17 | 77.00 | 115.50 |
| 2029 | 33079 | 66.36 | 79.63 | 119.45 |
| 2030 | 34211 | 68.63 | 82.36 | 123.54 |
| 2031 | 35383 | 70.98 | 85.18 | 127.77 |
| 2032 | 36594 | 73.41 | 88.10 | 132.15 |
| 2033 | 37847 | 75.93 | 91.11 | 136.67 |
| 2034 | 39143 | 78.53 | 94.23 | 141.35 |
| 2035 | 40483 | 81.22 | 97.46 | 146.19 |
| 2036 | 41869 | 84.00 | 100.80 | 151.19 |
| 2037 | 43303 | 86.87 | 104.25 | 156.37 |
| 2038 | 44786 | 89.85 | 107.82 | 161.73 |
| 2039 | 46319 | 92.92 | 111.51 | 167.26 |
| 2040 | 47906 | 96.11 | 115.33 | 172.99 |
| 2041 | 49546 | 99.40 | 119.28 | 178.92 |
| 2042 | 51242 | 102.80 | 123.36 | 185.04 |
| 2043 | 52997 | 106.32 | 127.59 | 191.38 |
| 2044 | 54812 | 109.96 | 131.95 | 197.93 |
| 2045 | 56688 | 113.73 | 136.47 | 204.71 |
| 2046 | 58630 | 117.62 | 141.15 | 211.72 |
| 2047 | 60638 | 121.65 | 145.98 | 218.97 |
| 2048 | 62714 | 125.82 | 150.98 | 226.47 |

# 5 DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

## 5.1 Captación

La captación existente es de toma de fondo con dique en concreto, esta estructura se afecto por el material de arrastre de la quebrada durante la creciente súbita, quedo totalmente inoperable, los golpes ocasionados por rocas de gran tamaño arrastradas por el flujo destruyeron gran parte del dique, la rejilla, la canaleta de captación y la cámara de derivación.

El pozo amortiguador se averió y se hizo produjo una socavación de aproximadamente 2.00 m de profundidad.

Entre la captación y el desarenador se formo una depresión quedando la tubería expuesta y colgando.




**Figura 4. Imagen general de la captación.**

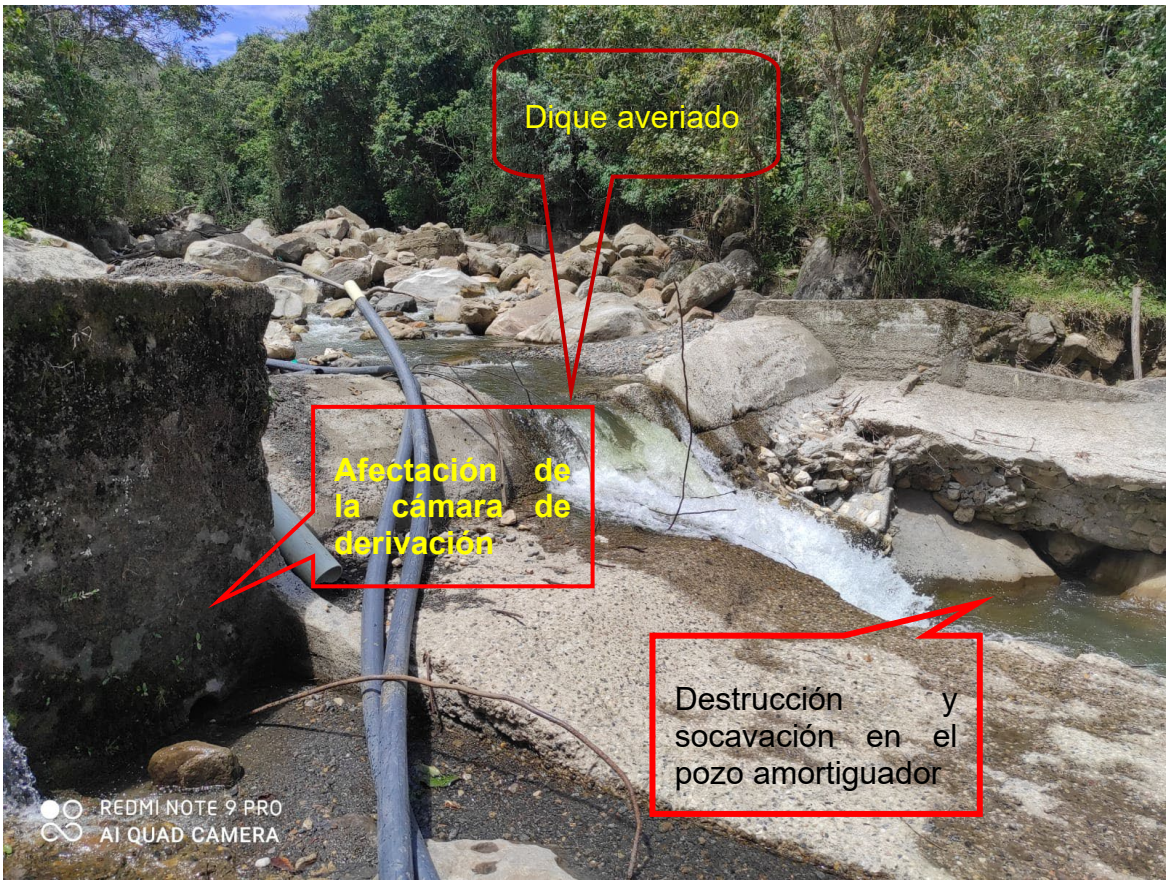



**Figura 5. Destrucción del dique, cámara de derivación y pozo amortiguador**



**Figura 6. Conducción de captación a desarenador.**

### 5.1.1 Diagnostico

No es posible llevar a cabo un análisis hidráulico de la bocatoma existente debido a que en las condiciones actuales la mayoria de sus componentes no estan operativos o en funcionamiento.

La gravedad de los daños que se ocasionaron en la captación la hacen inoperante, por lo cual se requiere el reemplazo de esta.

Para proteger la tubería descolgada que conecta la captación con el desarenador, se propone la construcción de un paso elevado para evitar fallas futuras en el funcionamiento del sistema por el colapso de la aducción de captación a desarenador.

## 5.2 Desarenador




**Figura 7. Estado general del desarenador.**

El sistema incluye dos desarenadores con unas dimensiones de 2.40 metros de ancho, 10.90 metros de largo y una profundidad útil de 1.50 metros. Actualmente, su funcionamiento es óptimo y se encuentra en excelentes condiciones hidráulicas. Únicamente se requiere llevar a cabo el reemplazo de válvulas y efectuar las reparaciones necesarias en el cerramiento para protegerlo de agentes externos.

### 5.2.1 Evaluación de la capacidad hidráulica de los desarenadores existentes.

El desarenador es un elemento necesario para eliminar las arenas ya que estas pueden afectar la formación de lodos y la capacidad del tratamiento.

**DATOS DE ENTRADA:**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Qdiseño = | | 150.98 | L/seg | | |
| Qdiseño = | | 0.1510 | $m^3$/seg | | |
| N de unidades = | | 2.0 | | | |
| Qunidad = | | 0.0755 | $m^3$/seg | | |
| f = | 0.15 | mm | h= | 1.50 | m |
| T = | 22 | ºc | | | |

**ZONA DE SEDIMENTACION**

*** Velocidad de sedimentación:**
*** Calculo de la viscosidad cinemática:**

$$\mu\tau = \frac{0.436}{T^o + 23.33}$$

mt= 0.0096 $cm^2$/seg

*** Velocidad de sedimentación:**

Se calcula con la siguiente ecuación perteneciente a la ley de Stokes.

$$V_s = \frac{g}{18} * \frac{\rho_s - \rho}{\mu\tau} * \phi^2$$

$r_s$ = Peso específico de la partícula (arena = 2,65)

r = Peso específico del fluido (agua = 1.00).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $V_S$= | 2.10 | cm/seg | | |
| $V_S$= | 0.0210 | m/seg | | |

**Tiempo de sedimentación:**

$$ts = \frac{h}{V_s}$$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $t_s$= | 71.35 | seg | 1.19 | minutos |

*** Relación a/ts:**

Con buenos bafles y una eficiencia del 87.5%, se obtiene de la tabla 8.1:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| a/ts = | 2.75 | | | |
| Con esta relación se calcula el tiempo de retención (a): | | | | |
| a = | 196.22 | seg | | |
| *** Volumen del tanque:** | | | | |
| Vol= a*Q | | | | |
| Vol= | 14.81 | $m^3$ | | |
| A sup =Vol/h | | | | |
| A sup = | 9.88 | $m^2$ | | |
| *Área requerida: | | | | |
| A req = | 3.59 | $m^2$ | | |
| * Verificación A sup > A req = | | | Cumple | |
| *** Dimensiones de la zona de sedimentación:** | | | | |
| b = | 1.57 | m | | |
| b cons= | 1.60 | m | | |
| L = | 6.40 | m | | $P_{arenas}$ = |
| Relación L/H | 4.266666667 | | | |

**ZONA DE ENTRADA**

La entrada se hará mediante una cámara de entrada

| | | |
|---|---|---|
| Profundidad : | | |
| h' = h/3 = | 0.50 | m |
| Ancho: | | |
| b' = b/2 = | 0.80 | m |

**PANTALLA DEFLECTORA**

$Q = V*A_e$

**Área efectiva**

Velocidad en los orificios:

| | | |
|---|---|---|
| V = | 0.20 | m/seg |
| $A_e$ = | 0.75 | $m^2$ |

**Orificios:**

| | | |
|---|---|---|
| Ø = | 1.00 | pulgadas |

Área de cada orificio:

| | | |
|---|---|---|
| a = | 0.0005 | $m^2$ |

**Numero de orificios:**

| | | |
|---|---|---|
| N = | 1490.00 | |
| Ae = | 0.755 | |
| Vr = | 0.20 | |

**VERTEDERO DE SALIDA**

Con la ecuación de Francis

| | | |
|---|---|---|
| b = | 1.60 | m |
| C = | 1.84 | |
| H = | 0.09 | m |

**CAMARA DE SALIDA**

Se diseña con la fórmula de tiro parabólico

$y = Vo\ t\ sen\ Ø - (1/2)\ g.t^2$

Se despeja
t

| | | |
|---|---|---|
| y = h - H = | 1.41 | m |
| y = | 1.48 | m |
| Vo = | 0.20 | m/seg |
| Ø = | 0.00 | º |
| t | 0.55 | seg |

$X = Vo\ t \cos Ø$

| | | |
|---|---|---|
| X = | 0.11 | m |

**ZONA DE LODOS**

$V_{lodos} = 0.20\ V_{sedimentacion}$

$V_{sedimentacion}$ = 15.08 $m^3$

| | | |
|---|---|---|
| $V_{lodos}$ = | 3.02 | $m^3$ |
| H' = | 0.30 | m |

3

***Tubería de desagüe.**

*Caudal de desagüe.

Ecuación para orificios sumergidos.

Coeficiente de descarga

| | | |
|---|---|---|
| C = | 0.3 | |
| Ø = | 8 | Pulgadas |
| A = | 0.032429279 | m2 |
| H = | 1.5 | m |
| Q = | 0.05 | m3/seg |
| tiempo de vaciado = | 4.68 | minutos |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Caudal de diseño | $Q_D$ | 0.1510 | $m^3/s$ | |
| Número de unidades | n | 1 | Unid | |
| Caudal por unidad | $Q_U$ | 0.0755 | $m^3/s$ | |
| Diámetro de partícula mínima | f | 0.15 | mm | |
| Temperatura promedio | T | 22.00 | ºC | |
| **Zona de sedimentación** | | | | |
| Peso específico de la partícula | $r_s$ | 2.65 | gr/cm$^3$ | Arena fina |
| Peso específico del agua | r | 1.00 | gr/cm$^3$ | Agua |
| Velocidad de sedimentación | Vs | 2.102 | cm/s | $V_s = \frac{g}{18} * \frac{\rho_s - \rho}{\mu\tau} * \phi^2$ (Stokes) |
| Tiempo de sedimentación | Ts | 1.19 | min | |
| a/Ts | a/Ts | 2.75 | | $ts = \frac{h}{V_s}$ Eficiencia del 87.5 |
| Tiempo de retención | a | 196.22 | s | |
| Volumen del tanque | Vol | 14.81 | $m^3$ | Vol= a*Q |
| Profundidad de sedimentación | h | 1.50 | m | |
| Área superficial | As | 9.88 | $m^2$ | As=Vol/h |
| Área requerida | Ar | 3.59 | $m^2$ | Ar=Q/Vs |
| Ancho | b | 1.57 | m | |
| Largo | L | 6.40 | m | |
| **Zona de entrada** | | | | |
| Profundidad | h' | 0.50 | m | h'=h/3 |
| Ancho | b' | 0.80 | m | b' =b/2 |
| **Pantalla deflectora** | | | | |
| Velocidad en los orificios | V | 0.20 | m/s | |
| Área efectiva | Ae | 0.75 | $m^2$ | $Q = V*A_e$ |
| Diámetro de orificios | Ø | 1.00 | Pulg | |
| Área de cada orificio | ao | 0.000 | $m^2$ | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 5 | | |
| Numero de orificios | N | 1490.00 | Unid | |
| **Zona de salida** | Por medio de un vertedero | | | |
| Lamina sobre el vertedero | H | 0.09 | m | $Q = 1.84\ b\ H^{3/2}$ |
| Cámara de salida | y = Vo t sen Ø - (1/2) g.t2 (Ec de tiro parabólico) | | | |
| Altura | y | 1.48 | m | y = h-H |
| Angulo de tiro | Ø | 0.00 | º | |
| Tiempo | t | 0.55 | s | |
| Distancia de caída | X | 0.11 | m | X = Vo t cos Ø |
| **Zona de lodos** | | | | |
| Volumen de sedimentación | Vsed | 14.81 | $m^3$ | |
| Volumen de lodos | Vlodos | 3.02 | $m^3$ | $V_{lodos}$ =0.20 $V_{sedimentacion}$ |
| **Tubería de desagüe** | $Q = C * A * \sqrt{2g * h}$ (como orificio sumergido) | | | |
| Coeficiente de descarga | C | 0.30 | | |
| Diámetro de la tubería | Ø | 8 | Pulg | |
| Altura sobre el orificio | h | 1.50 | m | |
| Caudal de desagüe | Q | 0.05 | $m^3/s$ | |
| Tiempo de vaciado | Tv | 4.68 | min | |

### 5.2.2 Diagnostico

Los desarenadores operan de manera adecuada; sin embargo, es necesario realizar el reemplazo de válvulas debido al cumplimiento de su vida útil y la falta de mantenimiento. Además, se requiere efectuar reparaciones en la cubierta del cerramiento y en la malla de cerramiento para garantizar su funcionamiento óptimo.

# 6 RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO

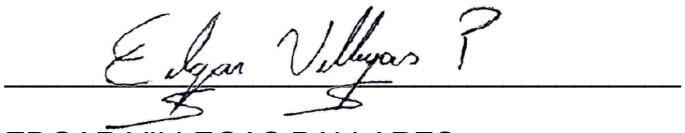
- La bocatoma de fondo requiere una reconstrucción inmediata debido a los daños ocasionados por la creciente súbita que se presentó con arrastre de rocas de gran tamaño. Esta reconstrucción es esencial para garantizar la seguridad de la estructura y la continuidad del suministro de agua a la población.

- Los desarenadores operan de manera adecuada, pero es necesario el reemplazo de las válvulas debido al cumplimiento de su vida útil y la falta de mantenimiento. Además, se deben efectuar reparaciones en el cerramiento para evitar el ingreso de agentes que puedan afectar el proceso de potabilización de agua.

- Se requiere la construcción de un paso elevado para la tubería descolgada que conecta la captación con el desarenador. Esta solución se fundamenta en las condiciones topográficas y evitará el colapso de la aducción de captación a desarenador.

- Adicional a las obras de reconstrucción se propone la construcción de diques para disipación de energía mediante la estabilización de la pendiente de fondo del cauce, también una protección en bolsacretos de la margen derecha del río en el sector de los desarenadores, esto para evitar que el talud se continúe erosionando por la acción del flujo del río en épocas de crecientes.

- Los cálculos se realizaron de acuerdo a la normativa vigente en la resolución 0330 del 08 de junio de 2017, del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio la Resolución 0799 del ministerio de vivienda, ciudad y territorio del 09 de diciembre de 2021.



EDGAR VILLEGAS PALLARES
Ingeniero Civil
Especialista en Estructuras
Especialista en Agua y Saneamiento Ambiental
M.P. No 54202136467 NTS

# 7 BIBLIOGRAFÍA


- Resolución 0330 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

- FREDDY CORCHO ROMERO, JOSÉ IGNACIO DUQUE SERNA (2005). Acueductos teoría y diseño. Sello Editorial Universidad de Medellín.

- ARTURO ROCHA FELICES. Hidráulica de tuberías y canales. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil.