

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN ACUEDUCTO EN LA VEREDA MONQUIRA
(SOGAMOSO BOYACÁ)**

**DIEGO FERNANDO GRANADOS SEGUA
C.C. 1116042012**

**YESID JULIAN LOPEZ FERNANDEZ
C.C. 1018482801**

**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2018**

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN ACUEDUCTO EN LA VEREDA MONQUIRA
(SOGAMOSO BOYACÁ)**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2018**

CONTENIDO

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
2.	JUSTIFICACIÓN.....	11
3.	OBJETIVOS	12
3.1	Objetivo general.....	12
3.2	Objetivos específicos:	12
4.	ANTECEDENTES.....	13
5.	MARCO REFERENCIAL	14
5.1	MARCO CONCEPTUAL.....	14
5.1.1	ACUEDUCTO.....	14
5.1.2	COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	15
5.2	MARCO GEOGRÁFICO	19
5.2.1	LÍMITES DEL MUNICIPIO:	20
5.2.2	ECONOMÍA DE LA REGIÓN.....	21
5.3	MARCO DEMOGRÁFICO	22
5.4	MARCO LEGAL	22
6.	DISEÑO METODOLÓGICO	24
6.1	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	24
6.2	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	24
6.3	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	24
6.4	OPERACIÓN DE LAS VARIABLES	24
6.4.1	Población	24
6.4.2	Muestra y tipo de muestreo.....	25
6.5	FASES DE INVESTIGACIÓN.....	25
6.5.1	Fase 1 descripción de la zona de estudio	25
6.5.2	Fase 2 estudio de la demanda	25
6.5.3	Fase 3 diseños de ingeniería.....	25
6.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN INFORMACIÓN.....	26
7.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	27

7.1	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	27
7.1.1	CLIMATOLOGÍA.....	27
7.1.2	HIDROGRAFÍA:	32
7.2	ESTUDIO DE LA DEMANDA	34
7.2.1	Análisis de los censos de población.....	38
7.3	DISEÑOS DE INGENIERÍA	40
7.3.1	Pruebas de laboratorio Calidad de agua	40
7.3.2	Topografía.....	41
7.3.3	Estimación de la población	41
7.3.4	Dotación	44
7.3.5	Demanda.....	46
7.3.6	Análisis de caudal del afluente	47
7.2.7	Diseño hidráulico	50
7.2.8	Planta de tratamiento de agua potable	76
7.3	MODELACIÓN EN EPANET	91
7.3.1	Análisis de modelación en EPANET.....	93
7.3.2	Diámetro de tubería y tipo de material	95
7.4	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	96
7.5	RECOMENDACIONES.....	98
8	CONCLUSIONES.....	101
9.	RECOMENDACIONES	102
	BIBLIOGRAFÍA	103

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de complejidad de un acueducto en función de la población	14
Tabla 2 Dotación por habitantes	15
Tabla 3 Características geográficas del municipio.....	20
Tabla 4 Distribución por extensión territorial Municipio de Sogamoso	21
Tabla 5 Tasa de población actual	22
Tabla 6 Operación de variables	24
Tabla 7 Clasificación de Cuencas.....	32
Tabla 8 Listado de personas encuestadas.....	35
Tabla 9 Análisis físico-químicos y bacteriológicos en la Fuente de Abastecimiento.....	40
Tabla 10 Niveles de complejidad de un acueducto en función de la población	41
Tabla 11 Periodo máximo de diseño	42
Tabla 12 métodos de cálculo permitidos según el nivel de complejidad	42
Tabla 13 proyección de la población	44
Tabla 14. Dotación Neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida.....	45
Tabla 15 coeficiente de consumo diario k1	46
Tabla 16 coeficiente de consumo máximo horario k2	47
Tabla 17 Caudal de entrada a la Planta	48
Tabla 18 Viscosidad Cinemática.....	67
Tabla 19 relación entre diámetro de partículas y velocidad de sedimentación	68
Tabla 20 Valores de a/t	70
Tabla 21 Cálculos del cilindro mezclador	80
Tabla 22 Cálculos del <i>floculador</i>	83
Tabla 23 cálculos para la filtración.....	87
Tabla 24 Espesores del lecho para la filtración	89

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Mapa Político del Municipio de Sogamoso, Boyacá.....	20
Ilustración 2 Valores medios mensuales de precipitación	28
Ilustración 3 Variación de la temperatura	29
Ilustración 4 Brillo solar.....	30
Ilustración 5 Valores de velocidad de viento	31
Ilustración 6 Río Monquirá	33
Ilustración 7 Sistema hidrográfico municipio de Sogamoso	34
Ilustración 8 ejemplo de encuesta realizada en la comunidad.....	37
Ilustración 9 resultado del estado actual de los componentes hidráulicos de las viviendas	38
Ilustración 10 resultado de la fuente de donde captan agua la comunidad	39
Ilustración 11 Aforo de caudal	49
Ilustración 12 Punto de toma de muestra	49
Ilustración 13 Canal de aducción.....	53
Ilustración 14 Diseño de rejilla.....	56
Ilustración 15 DISEÑO BOCATOMA.....	62
Ilustración 16 Diseño bocatoma en corte	63
Ilustración 17 modelo de desarenador.....	76
Ilustración 18 Modelo de planta de potabilización.....	76
Ilustración 19 Esquema general de planta	77
Ilustración 20 Diagrama de proceso.....	78
Ilustración 21 Esquema de operación del mezclador	82
Ilustración 22 Esquema de operación del floculador de lecho poroso.....	86
Ilustración 23 Esquema de operación del filtro	89
Ilustración 24 Modelo hidráulico de la red de aducción y distribución	91
Ilustración 25 vista general del sistema de abastecimiento.....	92
Ilustración 26 Distribución del nivel de riesgo en Boyacá de acuerdo con el IRCA.....	99

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1 Tasa de crecimiento anual	43
Ecuación 2 Proyección de la población	43
Ecuación 3 Dotación bruta	45
Ecuación 4 Caudal medio diario.....	46
Ecuación 5 Caudal máximo diario k1	47
Ecuación 6 Caudal máximo horario k2	47
Ecuación 7 Caudal	48
Ecuación 8 Carga sobre la cresta del vertedero.....	51
Ecuación 9 Longitud del vertimiento	51
Ecuación 10 Velocidad de la quebrada sobre la presa	51
Ecuación 11 Alcance de chorro.....	52
Ecuación 12 Alcance del filo inferior.....	52
Ecuación 13 Ancho mínimo del canal	53
Ecuación 14 Área neta de la rejilla	54
Ecuación 15 Longitud de la rejilla	54
Ecuación 16 Número de orificios	55
Ecuación 17 Niveles de agua, aguas abajo	56
Ecuación 18 Niveles de agua, aguas arriba.....	57
Ecuación 19 La altura total aguas arriba	57
Ecuación 20 La altura total aguas abajo.....	57
Ecuación 21 Velocidad del agua al final del caudal	58
Ecuación 22 Alcance filo superior.....	58
Ecuación 23 Alcance del filo interior.....	59
Ecuación 24 Ancho de la cámara	59
Ecuación 25 Vertedero de excesos	59
Ecuación 26 Caudal captado.....	60
Ecuación 27 Caudal de excesos	60
Ecuación 28 Altura de los muros de contención.....	60
Ecuación 29 Altura de excesos	61
Ecuación 30 Velocidad de excesos	61
Ecuación 31 Calculo de la pendiente y diámetro de la tubería	64
Ecuación 32 Pendiente unitaria.....	65
Ecuación 33 Pérdidas totales de la tubería.....	66
Ecuación 34 Velocidad de flujo en la tubería (v):	66
Ecuación 35 Velocidad de sedimentación de la partícula.....	68
Ecuación 36 Tiempo de caída de partícula (t)	69
Ecuación 37 Volumen del tanque (V) :.....	70

Ecuación 38 Área superficial (A) del tanque está dada por:.....	71
Ecuación 39 Comparación de la superficie disponible contra la requerida.....	71
Ecuación 40 ancho de la zona de sedimentación.....	71
Ecuación 41 Largo de la zona de sedimentación.....	72
Ecuación 42 El caudal captado se da por la ecuación de Hazen-Williams:.....	73
Ecuación 43 Diseño de la zona de entrada.....	74
Ecuación 44 Diseño zona de salida.....	74
Ecuación 45 Diseño de la zona de lodos.....	75
Ecuación 46 Dimensionamiento de la tolva de lodos.....	75

LISTA DE ANEXOS

Anexo A cartera topográfica y plano.....	104
Anexo B trabajo de campo, levantamiento topográfico.....	109
Anexo C trabajo de campo, levantamiento topográfico.....	109
Anexo D trabajo de campo, levantamiento topográfico.....	110
Anexo E trabajo de campo, levantamiento topográfico.....	110
Anexo F. Formato de encuesta a realizar a la comunidad.....	111
Anexo G. Encuestas realizadas.....	112
Anexo H. Especificaciones de la bomba.....	135
Anexo I. Elementos hidráulicos de EPANET.....	138
Anexo J. Planos topográficos.....	139
Anexo. K Diseño Bocatoma y desarenador.....	139
Anexo. L Accesorios de la red de distribución.....	140

INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil primordialmente busca dar solución a problemas para mejorar la calidad de vida de la sociedad, donde la base del desarrollo está en su infraestructura y la capacidad para resolver las necesidades que se tienen.

La presente investigación tiene como principal objetivo brindar una alternativa para dar solución a una problemática que aqueja a los habitantes de la vereda Monquirá en el municipio de Sogamoso, Boyacá. Tal problemática es no contar con un servicio vital como el abastecimiento de agua potable para solventar sus necesidades básicas. Es así como a partir de ello se decide dar una solución ingenieril: el diseño de una red de acueducto óptima, se analizan características demográficas, climatológicas entre otras, para evaluar la zona en la que se trabajara; se tiene en cuenta la topografía para evidenciar los puntos más óptimos donde se han de realizar las estructuras que componen el acueducto como la captación, el desarenador y una planta de tratamiento que pueda brindar una mejor calidad de vida a los habitantes de la vereda.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El ser humano cuenta con necesidades básicas que debe suplir para poder desarrollar las actividades cotidianas. Como se sabe el agua compone gran parte del cuerpo lo que garantiza el óptimo desempeño del organismo, para ello se debe proporcionar agua potable con estándares de calidad.

Al no contar con este recurso se evidencia una falencia dentro de determinada comunidad, lo que evidencia símbolo de pobreza o de poco desarrollo para ésta; por ello se realizan estructuras como los acueductos los cuales abastecen un determinado número de habitantes en pro de mejorar su calidad de vida.

La población de la vereda Monquirá en Sogamoso Boyacá presenta deficiencias en el suministro de agua potable, ya que se cuenta con la fuente hídrica pero no tiene la infraestructura adecuada para que la comunidad supla sus necesidades básicas como alimentación, higiene, salud entre otras. Por esta razón, tienen que adaptarse a soluciones como pozos profundos o captación de aguas derivadas de la escorrentía superficial, para la obtención del recurso sin tener en cuenta las normas mínimas para consumo de agua de calidad.

Al poseer un sistema de acueducto mejoraría el progreso tanto económico como social de la vereda; dando una solución al abastecimiento para atender las necesidades de la comunidad, por lo tanto es necesario evaluar cada una de las variables que interviene en el funcionamiento del sistema en el momento en el que se presenten fallas en la prestación de servicio, mejorando la calidad de vida de los habitantes de la vereda.

Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el diseño óptimo de un acueducto que pueda brindar un servicio de agua potable para la vereda Monquirá en Sogamoso Boyacá mejorando la calidad de vida de la comunidad?

2. JUSTIFICACIÓN

Colombia, y en especial Boyacá, son conocidas a nivel mundial como una de las regiones de mayor riqueza en recurso hídrico. Esta posición privilegiada le ha permitido al país contar con uno de los mejores sistemas de abastecimiento de agua potable con alta calidad.

La contaminación y el uso irracional asociado a la destrucción de ecosistemas y nacederos han conllevado al déficit hídrico de Colombia. Por otro lado, la carencia de políticas nacionales para la conservación de zonas de alta montaña y páramo, y el débil desarrollo de programas de manejo de cuencas hidrográficas, ríos, lagunas, ciénagas y aguas subterráneas, también están contribuyendo a que el agua en Colombia ya no sea un privilegio y por el contrario están poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y sanitaria de la población.

Aunque hay suficiente información que da cuenta de la cantidad de agua con la que se abastece la población colombiana, la realidad es otra, el consumo de agua se ha triplicado, y con ello han emergido problemas ambientales y sanitarios que están poniendo en riesgo la cantidad, la calidad y por su puesto la accesibilidad.

Un acueducto es construido para prestar de una manera eficiente el servicio de agua potable, teniendo en cuenta que la comunidad merece disponer de un sistema de aprovisionamiento de agua que satisfaga sus necesidades esenciales.

El crecimiento de la población conlleva a que se realice un acueducto para generar desarrollo en la región, también el servicio de agua potable permitirá mejores condiciones en los planteles educativos en los cuales se les brinda el servicio a los niños de la vereda y veredas aledañas.

El diseño del acueducto para la vereda Monquirá en Sogamoso Boyacá se realizará mediante serie de estudios previos para determinar los posibles modelos que sean óptimos para la vereda y el desarrollo de ésta.

Desde el punto de vista ingenieril se va a plantear una solución que pueda mejorar el suministro de agua para esta población, garantizando el mínimo vital de agua para cada vivienda que pertenezca a la vereda. La propuesta que se plantea cumplirá con estándares de calidad de suministro de agua, para que el servicio sea óptimo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Proponer un diseño para el acueducto de la vereda Monquirá (Sogamoso - Boyacá) en pro de mejorar la calidad de vida de la comunidad.

3.2 Objetivos específicos:

- Describir las condiciones con las que los habitantes de la vereda captan el recurso hídrico.
- Identificar las condiciones sanitarias de las instalaciones con las que solventan sus necesidades.
- Analizar el diseño de un acueducto para la vereda Monquirá como propuesta para mejorar la calidad de vida de la comunidad, a partir de la modelación en EPANET 2,0.

4. ANTECEDENTES

Para el desarrollo del proyecto la investigación se soporta en indagaciones que se han hecho afines sobre temas de sistemas de abastecimiento de agua potable; los siguientes antecedentes son de orden investigativo.

Optimización del acueducto por gravedad del municipio de Timaná (Huila); presentado por David Leonardo Benavides Garzón, Mildred Yohana Castro Molano, Hernan Mauricio Vizcaíno Cagüño presentada en el año 2006 ¹; después de la investigación concluyen lo siguiente “Basados en el diagnóstico a las estructuras existentes de captación y conducción como de las características topográficas de la zona, se decidió diseñar nuevas estructuras ya que la vida útil de todo el sistema ha finalizado y sus diseños no se ajustan a los parámetros requeridos por la optimización. Los nuevos diseños del sistema de abastecimiento cumplen normatividades y parámetros que se contemplan para este tipo de proyectos. Con este proyecto se pretende brindar a la comunidad un mejor sistema de abastecimiento de agua potable más flexible y eficiente con el fin de mejorar la calidad de vida de los usuarios del casco urbano de timaná (Huila)”.

Diseño de un programa de uso eficiente y ahorro del agua para el acueducto “asamun” de la vereda mundo nuevo de la ciudad de Pereira – Risaralda presentada en el año 2007.

Diagnóstico, evaluación de alternativas, análisis y cálculos hidráulicos de las redes matrices del sistema de acueducto de Quibdó – Choco presentada en el año 2013; finalmente concluyen “La distribución del agua potable en el sistema no se realiza para la totalidad del área urbana, sino que se encuentra limitada a algunas zonas y circuitos de abastecimiento con redes cuya longitud es de aproximadamente 89,2 km. De igual forma, el suministro de agua no es continuo, se encuentra limitado a algunos horarios, que varían para cada sector o circuito.”

¹ BENAVIDES GARZÓN, David Leonardo; CASTRO MOLANO, Mildred Yohana; VIZCAÍNO CAGUEÑO, Hernan Mauricio. Optimización del acueducto por gravedad del municipio de Timaná (Huila). Trabajo de grado. Ingeniería Civil. Bogotá D.C. Universidad La Salle, 2006.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO CONCEPTUAL

5.1.1 ACUEDUCTO

La clasificación del proyecto de acueducto dependerá del número de habitantes en la zona urbana de municipio, de su capacidad socioeconómica o del nivel de dificultad técnica que se requiera para llevar a cabo el proyecto, de acuerdo con lo establecido en la Tabla 1.

Tabla 1 Niveles de complejidad de un acueducto en función de la población

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios
Bajo	<2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio alto	12501 a 60000	Media
Alto	>60000	Alta

Fuente: Res. 0330/2017

Para la asignación del nivel de complejidad se recomiendan las siguientes disposiciones:

- La población debe corresponder a la proyectada en la zona urbana del municipio en el período de diseño de cada sistema, considerando la población flotante.
- El nivel de complejidad del sistema adoptado debe ser el que resulte entre la clasificación obtenida por la población y aquel obtenido según la capacidad económica.
- En caso de que una localidad presente una tendencia evidente a formar parte de un municipio más grande, ya sea en un planeamiento urbanístico, planes de ordenamiento territorial o cobertura de servicios públicos dentro del período de diseño considerado, el nivel de complejidad adoptado debe ser igual al nivel de complejidad del municipio que absorberá a dicha localidad.²

² BÁEZ NOGUERA, Jorge. Ingeniería ambiental. Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales. Barranquilla: Ediciones Uninorte, 2004. p. 60.

5.1.1.1 La dotación

La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

Cuando se multiplica la dotación que va a ser servida por la dotación se obtiene la demanda total de agua; por tal razón la evaluación de la dotación es tan importante como la proyección de la población.³

5.1.1.2 Dotación neta mínima y máxima

La dotación depende del nivel de complejidad del proyecto, tal como se presenta en la tabla 2.

Tabla 2 Dotación por habitantes

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

Fuente: Res. 0330/2017

5.1.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

Proveer una adecuada cantidad de agua ha sido un asunto que ha inquietado desde los principios de la civilización. Aun en las antiguas ciudades, los abastecimientos locales eran con frecuencia inadecuados y los acueductos eran construidos para transportar agua desde fuentes lejanas. Tales sistemas de abastecimientos no distribuían agua a las residencias individuales sino que las llevaban hasta unos pocos lugares centrales desde donde los ciudadanos podían llevarla hasta sus hogares.

Hasta mediados del siglo XVII no se disponían de tuberías que pudieran soportar altas presiones. Se utilizaban tuberías hechas de madera, arcilla o plomo, pero generalmente estaban ubicadas de acuerdo con la línea de gradiente hidráulico. El desarrollo de la tubería de hierro fundido y la reducción gradual de sus costos, junto con el desarrollo y mejoramiento de las bombas de vapor, hicieron posible que pequeñas comunidades

³ Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico Res. 0330/2017.Titulo 2. Dotación neta P. 33

podrían crear abastecimientos públicos de agua que permitieron llevarla a cada residencia.

El agua, bien sea sacada de la superficie o de fuentes subterráneas, deben ser transportadas a la comunidad y distribuida a los usuarios. El transporte desde la fuente al punto de tratamiento puede ser proveído por acueductos, tuberías o canales abiertos, pero una vez ha ido tratada, el agua es distribuida mediante conductos cerrados presurizados.

El término acueducto se refiere usualmente a conductos construidos de mampostería y hechos con la pendiente hidráulica. Tales estructuras son operadas a presión atmosférica y, a menos que la pendiente hidráulica disponible sea muy grande, tienden a ser mayores y más costosas que las tuberías operadas bajo presión.

Entre las ventajas de los acueductos están la posibilidad de construcción con materiales locales disponibles, más duración que los conductos de metal y menor pérdida de capacidad hidráulica con el tiempo. Entre las ventajas están la necesidad de proveer la máxima capacidad inicialmente y la posibilidad de interferencia con el drenaje local

Las fuentes de agua superficiales están sujetas a grandes variaciones en flujo, calidad y temperatura, las estructuras de captación deben estar diseñadas para que el flujo requerido pueda ser usado a pesar de estas fluctuaciones naturales.

Para localizar las captaciones se debe considerar con anticipación variaciones en el nivel del agua, requerimientos de navegación, corrientes locales, patrones de deposición y de socavación de sedimentos, variaciones espacio-temporales en la calidad del agua, y cantidad de desechos flotantes.⁴

Un sistema de acueducto, necesita gran cantidad y variedad de obras o construcciones. Los elementos que hacen parte del sistema de acueducto son:

5.1.2.1 Microcuenca:

Es la fuente de abastecimiento de agua en una región, es decir, de donde se obtiene el agua que se va a distribuir. La microcuenca es el área geográfica mínima en la cual el agua se desplaza a través de drenajes con una salida principal llamada nacimiento o desagüe. Cuando este desagüe o río desemboca en otros cuerpos de agua mayores, como un lago, otro río, una ciénaga, o desemboca en el mar, se habla de una cuenca.

⁴ TERENCE J, Mcghee. Abastecimiento de agua y alcantarillado ingeniería ambiental. Bogotá.2001. 6 ed. P 2,112.

5.1.2.2 Captación:

Está conformada por las obras o estructuras que permiten tomar el agua de la fuente en forma controlada. En fuentes superficiales las captaciones se denominan bocatomas y en aguas subterráneas pozos o aljibes.

Para la captación de aguas en ríos, existen dos casos:

- Si la cantidad de agua por utilizar es muy pequeña, basta tomar directamente construyendo a unos dos metros de la orilla del río una caja o tanque que tenga su base a un metro más por debajo que el nivel mínimo de las aguas en estiaje y épocas de máxima sequía. El orificio de entrada según su diámetro podrá tener un colador o una compuerta que permita regular la entrada de agua, según las necesidades del servicio; cuando el agua deba elevarse, en sus orillas se instalarán las bombas de elevación.
- Si el agua no se toma directamente del río sino de excavaciones hechas en terrenos aledaños, constituidos por materiales de acarreo que constituyen excelentes capas filtrantes, se excavan pozos en estos terrenos donde se encontrará agua abundante a poca profundidad, con la ventaja de que ha sufrido una filtración por consiguiente es de mayor pureza que la que corre por el río.
- Cuando se trate de grandes abastecimientos de agua, es necesario recurrir al embalse de aguas para construir un gran recipiente de alimentación, instalado la toma en el interior del embalse, de modo que la carga de agua tenga una altura suficiente que asegure, en todo caso, la entrada de volumen previsto de líquido a la tubería de toma.⁵

5.1.2.3 La aducción:

Tuberías que llevan el agua hasta el desarenador.

5.1.2.4 Desarenador:

Son tanques cuya función es separar las arenas y elementos sólidos que lleva el agua en su recorrido. No todos los acueductos cuentan con este componente.

⁵ PRIETO BOLIVAR, Carlos Jaime. El agua: Sus formas, efectos abastecimiento, daños y conservación. Bogotá. 2004. 2 ed. P 42. Ecoe ediciones.

5.1.2.5 Obras de conducción:

Este componente está constituido por las tuberías o mangueras que conducen nuevamente el agua a la planta de tratamiento (sí la hay) o al tanque de almacenamiento y a la red de distribución.

5.1.2.6 Planta de tratamiento:

Es el componente que realiza la función de purificación y potabilización del agua.

5.1.2.7 Tanques de almacenamiento:

Una vez el agua sea potable, esta se almacena en tanques, esto permite disponer de reservas de agua. Debido a que el consumo de la población no es constante sino que varía según la hora del día, el tanque regula las variaciones del consumo. La función básica del tanque es almacenar agua en las horas que se consume menos, de tal forma que en el momento en que la demanda es mayor, el suministro se completa con el agua almacenada. El tanque permite disponer de almacenamiento en caso de reparaciones o para atender incendios y regula las presiones en la red de distribución. Este es el séptimo componente de un sistema de acueducto.

5.1.2.8 Sistemas de distribución y conexiones domiciliarias:

Son el conjunto de tuberías o mangueras encargadas de llevar el agua hasta cada vivienda.

5.1.2.9 Conocimiento del sistema de acueducto y de la calidad del servicio

Con el fin de hacer un acueducto es necesario saber cómo opera en general el sistema de acueducto y qué elementos principales lo conforman; además, es importante tener un conocimiento detallado del sistema de tratamiento de agua (caudal medio producido y su variación a lo largo del día, calidad de agua.) y del sistema de almacenamiento, de volumen y ubicación debe ser suficiente para compensar las variaciones horarias de la demanda de agua.

Cuando se tienen valores de presiones de servicio mayores a 15 metros de columna de agua ($1\text{m.c.a} = 1\text{ ton}/\text{m}^2 = 0.1\text{ Kg}/\text{cm}^2$) se dice que se tiene una buena calidad del servicio; los otros parámetros asociados con un buen servicio son la continuidad en el suministro y la calidad de agua entregada al usuario.

5.1.2.10 Condiciones topográficas, geotécnicas y sísmicas

Además del conocimiento del sistema de acueducto y de la red de la distribución existente, los estudios previos deben proveer información topográfica, geotécnica y sísmica del municipio, planos de catastro de la infraestructura de otros servicios públicos, planos en la red vial, planos IGAC a escala 1:2000 (si existen) y fotografías aéreas que incluyan el área a ser servida.

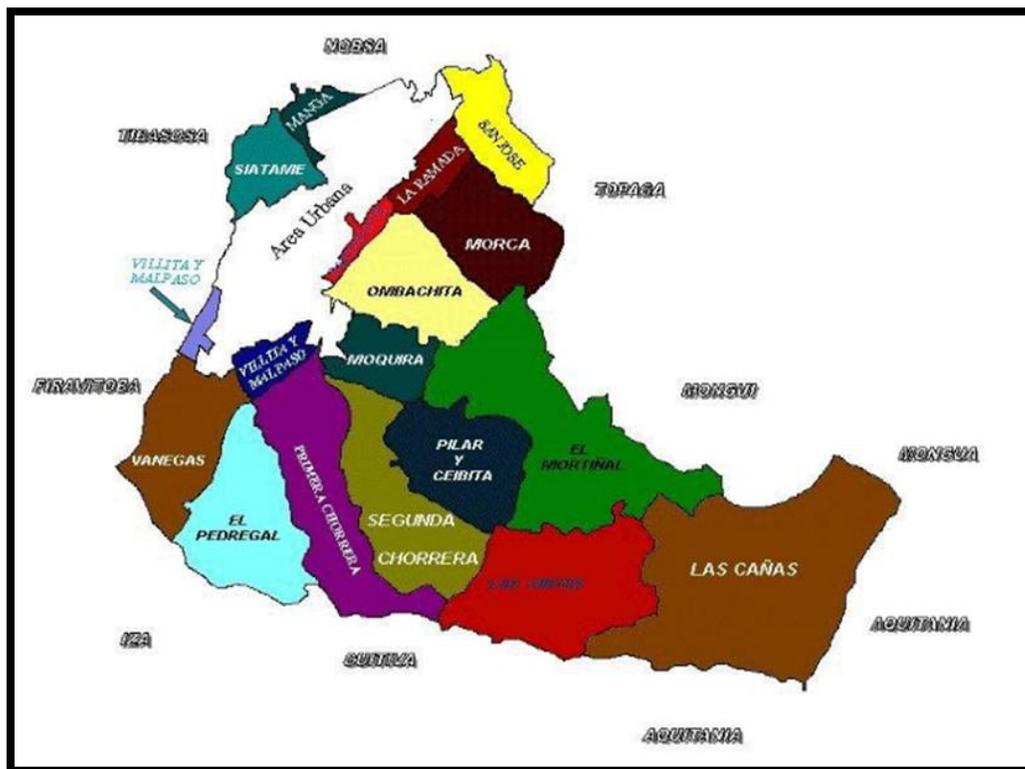
La información geotécnica se refiere a las características del subsuelo en la zona donde se realizara el trazado de la red de distribución, tomada de los planos geológicos, de información de campo o de estudios o diseños de viviendas, infraestructura vial y otros servicios. Deben identificarse las zonas de falla y las propensas a deslizamientos e inundaciones.

5.2 MARCO GEOGRÁFICO

El municipio de Sogamoso está ubicado en el centro oriente del departamento de Boyacá, en la República de Colombia, a una latitud de 5° 42' 57" Norte, y a una longitud de 72° 55' 38" Oeste. Se encuentra a una altitud cercana a los 2.600 metros sobre el nivel del mar. La altitud del municipio oscila entre los 2.500 y los 4000 metros sobre el nivel del mar. Encontrándose el punto más bajo en la vereda San José sector San José Porvenir (Cementos Argos) a 2.490 m.s.n.m. y el punto más alto en el pico Barro Amarillo en la vereda Mortiñal, que comparte con el Pico de Oro en la vereda las Cañas, ubicados ambos a 3.950 m.s.n.m. este último pico sirve de límite a los municipios de Monguí, Mongua y Sogamoso.⁶

⁶ ALCALDÍA DE SOGAMOSO BOYACÁ (Secretaria Local de Salud, 2011)

Ilustración 1 Mapa Político del Municipio de Sogamoso, Boyacá



FUENTE: Oficina Asesora de Planeación

5.2.1 LÍMITES DEL MUNICIPIO:

El municipio de Sogamoso se localiza en la Provincia de Sugamuxi, limita al norte con los municipios de Nobsa y Tópaga; al oriente con los municipios de Tópaga, Monguquí y Aquitania; al sur con los municipios de Aquitania, Cuitiva e Iza; y al occidente con los municipios de Tibasosa, Firavitoba e Iza.

Tabla 3 Características geográficas del municipio

Ítem		Descripción	Unidades
Extensión del municipio	Extensión total	208,54	Km^2
	Extensión área urbana	30,54	Km^2
	Extensión área rural	178	Km^2
Altitud de la cabecera municipal		2569	msnm
Temperatura media		17°	°C

Fuente: Autores.

5.2.2 ECONOMÍA DE LA REGIÓN

La base económica de la ciudad es el comercio interregional entre los Llanos Orientales y el centro del país, la industria siderúrgica y de materiales de construcción además de la explotación de calizas, carbón y mármol. Es la segunda ciudad del departamento y se le conoce como la Ciudad del Sol y del Acero.

La ciudad está conformada por 19 Veredas y 73 Barrios.

Tabla 4 Distribución por extensión territorial Municipio de Sogamoso

NOMBRE VEREDA O ZONA	ÁREA EN MTS CUADRADOS
Vanegas	793.4134
Pedregal	1,214.4102
Primera chorrera	1,495.9132
Segunda chorrera	1,580.1368
Pilar y ceibita	1,436.8534
Mortiñal	2,467.6398
Las cintas	1,867.2382
Siatame	427.2859
La manga	119.5701
Morca	854.9050
San José	539.9673
La ramada	306.4747
Pantanitos	103.9727
Ombachita	800.9701
Monquirá	475.0017
Villita y malpaso	222.1569
Las cañas	4,005.9536

FUENTE: Sistema de Información Municipio de Sogamoso

El número de habitantes de Sogamoso es de 114.676 personas, el cual representa el 9.02% del total de la población del Departamento.

5.3 MARCO DEMOGRÁFICO

Para determinar la cantidad de beneficiarios del servicio la junta de acción comunal de la vereda nos brindó la información necesaria que se refleja en la tabla 5.

Tabla 5 Tasa de población actual

ACUEDUCTO	Piedecuesta
Usuarios	43
Habitante/casa	4.4
Población actual	190
Tasa crecimiento (%)	2,39
Años de proyección	15
Población futura	271

Fuente: Autores

5.4 MARCO LEGAL

A continuación, mostramos la normatividad concerniente al sector del agua potable y saneamiento básico, las cuales están dadas para estandarizar los procesos de vertimiento, conducción y tratamiento de las aguas servidas, además del componente ambiental de tales procesos:

República de Colombia. Ley 99 de 1993. “Por la cual se crea el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA y se dictan otras disposiciones”⁷.

República de Colombia. Ley 373 de 1997. “Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua”. Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

⁷ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA y se dictan otras disposiciones. Ley 99 de 1993. Bogotá D.C. 1993.

República de Colombia. Decreto 3102 de 1997 “Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas y elementos de bajo consumo de agua”. “Es el consumo mensual promedio de cada usuario medido en condiciones normales en los seis (6) meses anteriores a la instalación de equipos, sistemas o implementos de bajo consumo de agua, ajustados por el factor de eficiencia de dichos equipos.”

República de Colombia. Decreto 475 de 1998 “Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable”.

Parágrafo: “Las personas que prestan el servicio público de acueducto, bajo condiciones normales, deberán garantizar su abastecimiento en continuidad y presión en la red de distribución, acorde con lo dispuesto en los planes de gestión y resultados (PGR), elaborados por las personas que prestan el servicio público de acueducto y aprobados por el Ministerio de Desarrollo Económico, de acuerdo con lo estipulado en la Ley 142 de 1994.”⁸

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, COLOMBIA. Resolución 0330 (8 de junio de 2017). Por la cual adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico “RAS”. Bogotá D.C.

⁸ MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Normas técnicas de calidad del agua potable. DECRETO 475 DE 1998. Bogotá D.C. 1998

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

La línea con la cual se desarrolló la investigación es hidrotecnia para el desarrollo sostenible y el bienestar de la comunidad donde se trabaja con el fin de dar solución al Suministro de agua y saneamiento básico de la comunidad.

6.2 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo cuantitativo ya que el problema que presenta la comunidad al no tener un servicio de agua con los mínimos índices de calidad hídrico es concreto, en donde se realiza la recolección de datos e información para obtener el estado actual del recurso, brindando una solución concreta para el problema

6.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación que se realizó es de tipo descriptivo, donde se analizó las características de cada uno de los objetos de estudio con que se cuenta como lo son el análisis de cada una de las casas de la vereda y el estado actual con el cual la comunidad sufre su necesidad de abastecimiento del recurso hídrico con el fin de llegar al cumplimiento de los objetivos propuestos que es el diseño del acueducto.

6.4 OPERACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 6 Operación de variables

VARIABLE	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN
Captación del agua	Caudales	Determinar el volumen de agua que pasa por el torrente de la vereda Monquirá en un tiempo determinado.	m^3/seg ; L/seg
	Población	Número de habitantes de la vereda Monquirá	Censo poblacional
Conducción del agua	Topografía	Descripción de la superficie del terreno de la vereda Monquirá	Metros

Fuente: Autores

6.4.1 Población

La población con la que se trabajo es la comunidad de la vereda Monquirá en Sogamoso Boyacá, la cual es finita ya que se puede detallar.

6.4.2 Muestra y tipo de muestreo

Corresponde a cabeza de familia o integrante de cada una de las casas que serán analizadas y no cuentan con el servicio que brinde un abastecimiento seguro del recurso hídrico.

El tipo de muestreo que se trabaja es muestreo no probabilístico ya que se realizó la encuesta a las personas más representativas en este caso los cabezas de hogar.

6.5 FASES DE INVESTIGACIÓN

Las fases en que se desarrolla el presente proyecto de investigación será:

6.5.1 Fase 1 descripción de la zona de estudio

- Recopilación de información sobre la Vereda a través de visitas de campo
- Descripción de la climatología con estudios previos suministrados por el IDEAM
- Descripción de la geología y de los suelos los cuales podemos encontrar con los antecedentes del instituto de servicio geológico colombiano (Ingeominas)
- Descripción topográfica de la vereda Monquirá en Sogamoso Boyacá con estudios del IGAG
- Descripción de los recursos hídricos
- Características socioeconómicas

6.5.2 Fase 2 estudio de la demanda

- Recopilación de la información para el estudio de la demanda a través de censos poblacionales.
- Análisis de los censos de población
- Obtención de las tasas de crecimiento por medio de ecuaciones
- Realizar la proyección de la población
- Obtención del caudal máximo diario
- Obtención del caudal máximo horario
- Coeficiente de consumo máximo diario
- Obtención del caudal de diseño

6.5.3 Fase 3 diseños de ingeniería

- Realización de los diseños de las estructuras de captación y conducción para el acueducto con programas como EPANET 2.0

- Pruebas de laboratorio
- Planteamiento de conclusiones
- Planteamiento de recomendaciones

6.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN INFORMACIÓN

Los instrumentos que se utilizaron para la recolección de la información fueron:

6.6.1 ENCUESTA:

Se realizó una encuesta para evidenciar el diagnóstico de acueducto por unidad familiar, así como la situación actual del sistema hidráulico de la vivienda realizando una valoración de las condiciones en que se encuentra y como se está abasteciendo la comunidad de la vereda (ver anexo G).

6.6.2 INFORMACIÓN SECUNDARIA:

De acuerdo con los factores y el estudio cuantitativo se realizará una serie de recopilación y obtención de la información a partir de los siguientes instrumentos:

- Reglamento del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Res. 0330/2017).
- Método de Crecimiento Geométrico para el Estudio de la Demanda.
- Estudios previos con descripción metodológica del IDEAM

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

7.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona que analizada es la vereda Monquirá localizada en el municipio de Sogamoso en el departamento de Boyacá.

7.1.1 CLIMATOLOGÍA

7.1.1.1 Caracterización hidroclimática

La zona de estudio está localizada en el centro y flanco oriental de la cordillera oriental, rodeada por formaciones montañosas características de la misma y caracterizada por climas templados, fríos y paramunos.

El municipio de Sogamoso tiene una temperatura promedio de 17° C, y su clima se clasifica en un 70% como frío húmedo, y el 30% restante como frío seco.

Su régimen de precipitación está directamente influenciado por la zona de convergencia intertropical, el cual a su vez puede sufrir intensificaciones o atenuaciones en su efecto por el factor orográfico. Este fenómeno se pone de manifiesto por lo general en las áreas situadas hacia la parte montañosa y de mayor altitud, donde se registran los volúmenes más altos de precipitación.

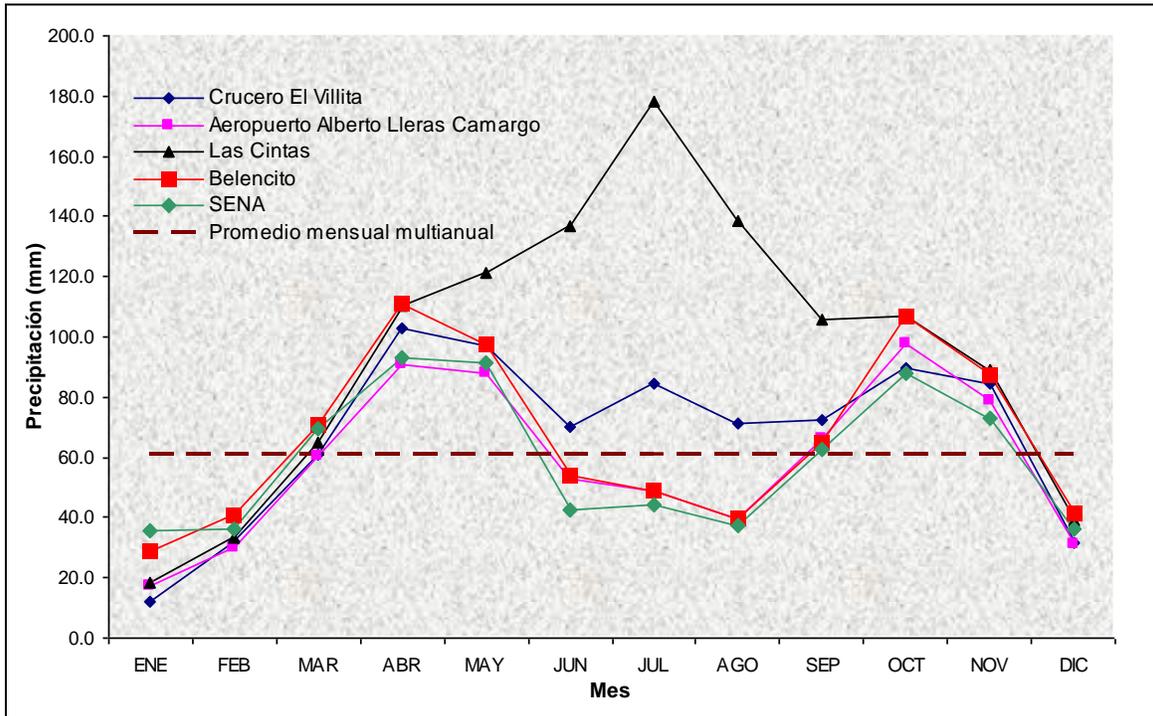
- **Precipitaciones**

Las lluvias predominantes en toda la región son de tipo orográfico. Este tipo de lluvia es característica de las zonas tropicales y presenta grandes precipitaciones de corta duración.

La distribución temporal de la precipitación en toda la zona urbana del municipio de Sogamoso es de tipo bimodal, con un descenso considerable en los meses de noviembre a febrero, y moderado de junio a agosto.

La precipitación en la zona urbana del municipio disminuye de sur a norte y de sur a noroccidente. De igual manera se puede interpretar que a medida que se va descendiendo en altitud, la precipitación es menor.

Ilustración 2 Valores medios mensuales de precipitación



Fuente. POT. Sogamoso.

Con relación a la ilustración 2 se puede decir que los registros de precipitación más altos corresponden a la estación Las Cintas con un módulo pluviométrico anual de 1143.3 mm. Las restantes estaciones presentan una tendencia similar durante el año, con excepción de la estación Crucero El Villita, la cual durante el periodo de junio–agosto presenta valores de precipitación ligeramente mayores.

El mayor registro de precipitación corresponde al mes de abril de la estación Belencito, con un valor de 439.3mm, mes este, que hace parte de uno de los periodos de lluvias anuales para Sogamoso. Asimismo, se observa que para todas las estaciones analizadas la precipitación mínima se presenta en el mes de enero con valores entre 0–2.4 mm, situación que corrobora este mes como uno de los pertenecientes a las épocas de estiaje.

En relación con las estaciones Aeropuerto Alberto Lleras C., SENA y Belencito, se puede afirmar que la ciudad de Sogamoso tiene un módulo pluviométrico anual de **734.4 mm**, y una precipitación media mensual multianual de **61.2 mm**.

La información básica disponible con relación a parámetros climatológicos y de precipitación corresponde a datos de mediciones efectuadas por el IDEAM, en estaciones ubicadas en la zona del proyecto.

- **Temperatura**

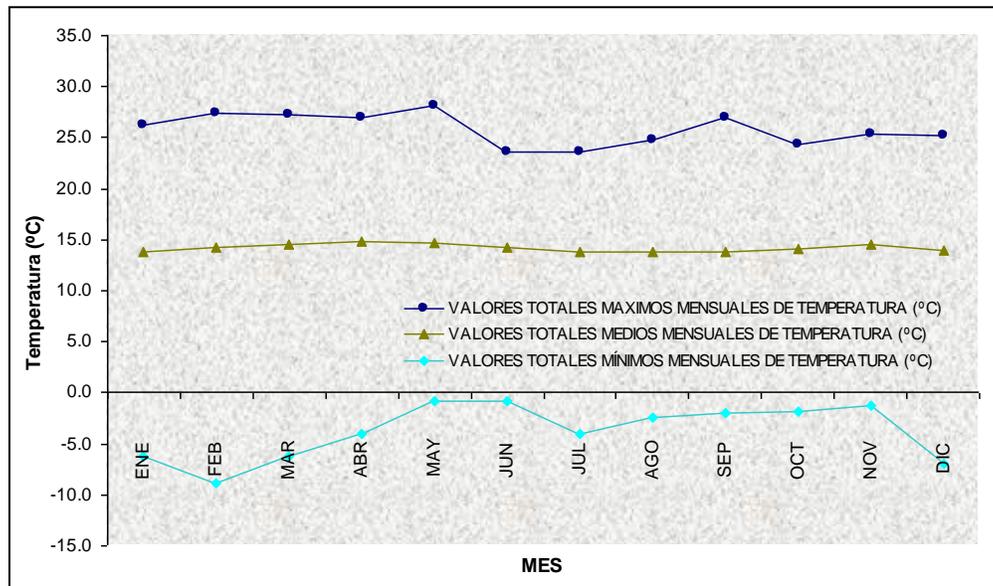
El municipio de Sogamoso se extiende desde los 2500 m.s.n.m. hasta los 3900 m.s.n.m, lo que implica temperaturas medias que fluctúan entre los 13.7 °C y los 14.8 °C.

La temperatura media anual de la ciudad de Sogamoso es de 14.2 °C; el rango de temperatura mínima media y máxima media varía en una magnitud de 3.8° C lo cual da cuenta de la homogeneidad de la temperatura media durante el año.

Asimismo, las variaciones de temperatura en el municipio de Sogamoso fluctúan entre un máximo de 28.2 °C registrado en el período de lluvias marzo-mayo, y un mínimo de - 8.8 °C que ocurre básicamente en el periodo seco de diciembre a marzo tal como se evidencia en la ilustración 3.

La humedad relativa media de la ciudad de Sogamoso alcanza un valor de 74.7%, un valor mínimo de 57.5%, el cual se presenta en el primer periodo seco del año, y un valor máximo de 86.5%, registrado en el segundo periodo de lluvias del año.

Ilustración 3 Variación de la temperatura

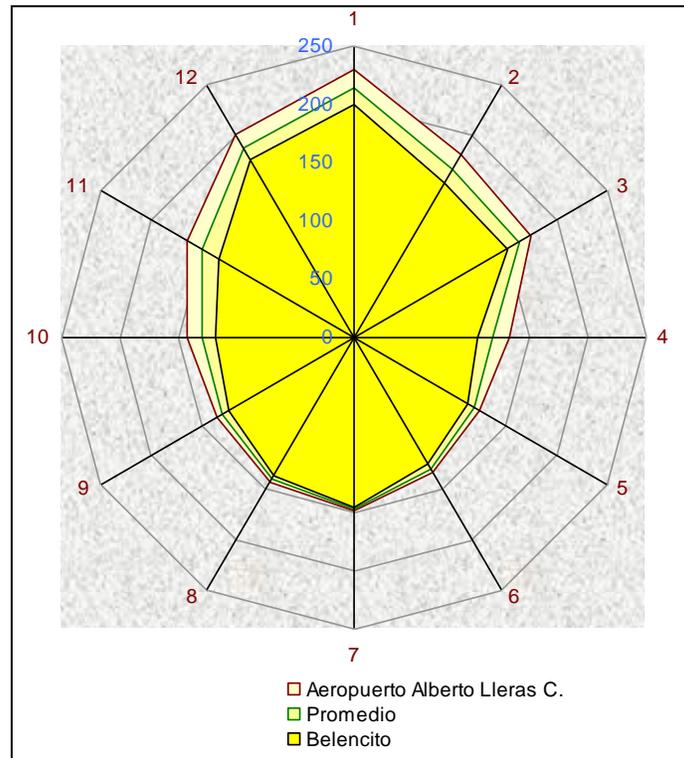


Fuente. POT. Sogamoso

- **Brillo Solar**

Según los registros del IDEAM se muestra que el período seco comprendido entre noviembre–marzo arroja un valor que supera las 150 horas mensuales; en tanto que la temporada húmeda, consecuentemente, presenta los valores mínimos. El período abril–mayo presenta los registros más bajos con un valor aproximado de 100 horas (ilustración 4).

Ilustración 4 Brillo solar



Fuente. POT. Sogamoso

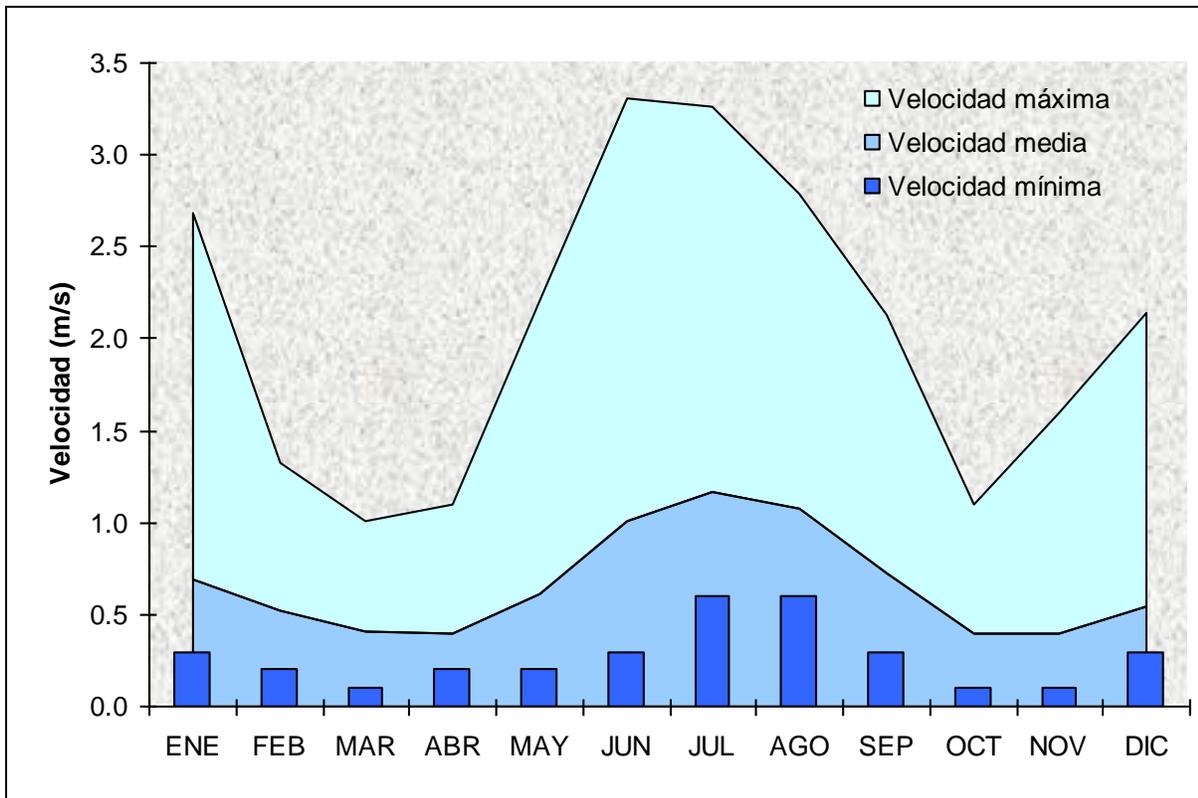
- **Velocidad y Dirección de los Vientos**

El comportamiento de este elemento del clima se encuentra sujeto a las variaciones orográficas de la zona, en la cual el período seco presenta corrientes de aire más fuertes con registros que oscilan entre 0,5 m/s y 2,3 m/s, registrándose el mes de junio con el valor más alto; durante el período húmedo la velocidad del viento varía muy poco, los valores registrados entre enero y mayo varían entre 0,5 m/s y 1,0 m/s, y entre septiembre y noviembre fluctúan entre 0,6 m/s y 1,4 m/s.

La dirección predominante de los vientos para el municipio de Sogamoso es sureste, a partir del mes de mayo hasta septiembre, con velocidades que varían entre 1,0 y 2,3 m/s. Luego de dirigirse hacia la dirección anterior, los vientos toman dirección sur durante los meses de octubre y noviembre con variaciones entre 0,6 y 1,2 m/s.

Durante diciembre los vientos cambian al este, para luego tomar dirección sureste en los meses de enero y febrero con valores de 0,9 y 0,8 m/s respectivamente. En marzo la dirección de los vientos cambia al suroeste como transición, y en abril vuelven a tomar dirección predominante sureste.

Ilustración 5 Valores de velocidad de viento



Fuente. POT. Sogamoso

7.1.2 HIDROGRAFÍA:

El sistema hidrográfico que se encuentra dentro del municipio de Sogamoso hace parte de dos grandes cuencas: la del río Magdalena y la del río Orinoco, ya que se encuentra en la divisoria de la cordillera oriental. Las cuencas se clasifican según se presenta en el cuadro siguiente.

Tabla 7 Clasificación de Cuencas

ORDEN DE CUENCA	VERTIENTE NORTE	VERTIENTE ORIENTAL
1º	Río Magdalena	Río Orinoco
2º	Río Chicamocha	Río Meta
3º	Río Monquirá Río Chiquito Quebrada La Honda Quebrada Las Torres	Río Cusiana Río Upia
4º	Quebrada La chorrera Quebrada El ahorcado Quebrada Pedregales Quebrada Llano Grande	Quebrada Hato Laguna Quebrada Piedra Pintada Quebrada Las Cañas Quebrada Melgarejo Quebrada La Iglesia

Fuente. Plan de Ordenamiento Territorial Sogamoso.

El municipio de Sogamoso se encuentra dentro de la Cuenca Alta del Río Chicamocha la cual posee una superficie de 2.126,6 km², distribuida en 23 municipios, entre los que se destacan Sotaquirá, Paipa, Toca, Pesca, Tuta, Duitama, Sogamoso, Siachoque y Firavitoba a los cuales corresponde el 64% de la superficie total de la cuenca. Si se considera el porcentaje del área municipal que se encuentra dentro de la cuenca, se destacan los municipios de Chivatá, Firavitoba, Iza, Oicatá, Tuta, Sogamoso y Toca localizados en su totalidad dentro de la cuenca).

A continuación, se presenta una breve descripción de las corrientes que atraviesa el área de estudio:

El Río Monquirá es la cuenca más importante del municipio. Baja del Sureste; tiene también dos vertientes principales: el *río de la primera Chorrera* que nace cerca al *Alto del Toldo*, y el río del antiguo molino que nace en la loma Peña Negra; confluyen en la vereda de Monquirá, y en uno solo toman el nombre de esta; deja luego la población a

sus orillas rodeándola por el costado suroeste, donde recibe las aguas de la quebrada de Mochacá, y sigue hacia el norte hasta entregar las suyas al cauce del río Chiquito. El cauce de este río antiguamente se dirigía hasta desembocar en el río grande o Sogamoso, pero algunas desventajas que su dirección causaba, tales como la humedad en el suelo del cementerio viejo; hicieron que se interesara por desviarla y encauzarla hacia el río ya mencionado.

Presenta como afluentes principales las quebradas Honda, El Hatillo, El Vino y La Chorrera, además de otras corrientes menores.

Ilustración 6 Río Monquirá



Fuente. Autores

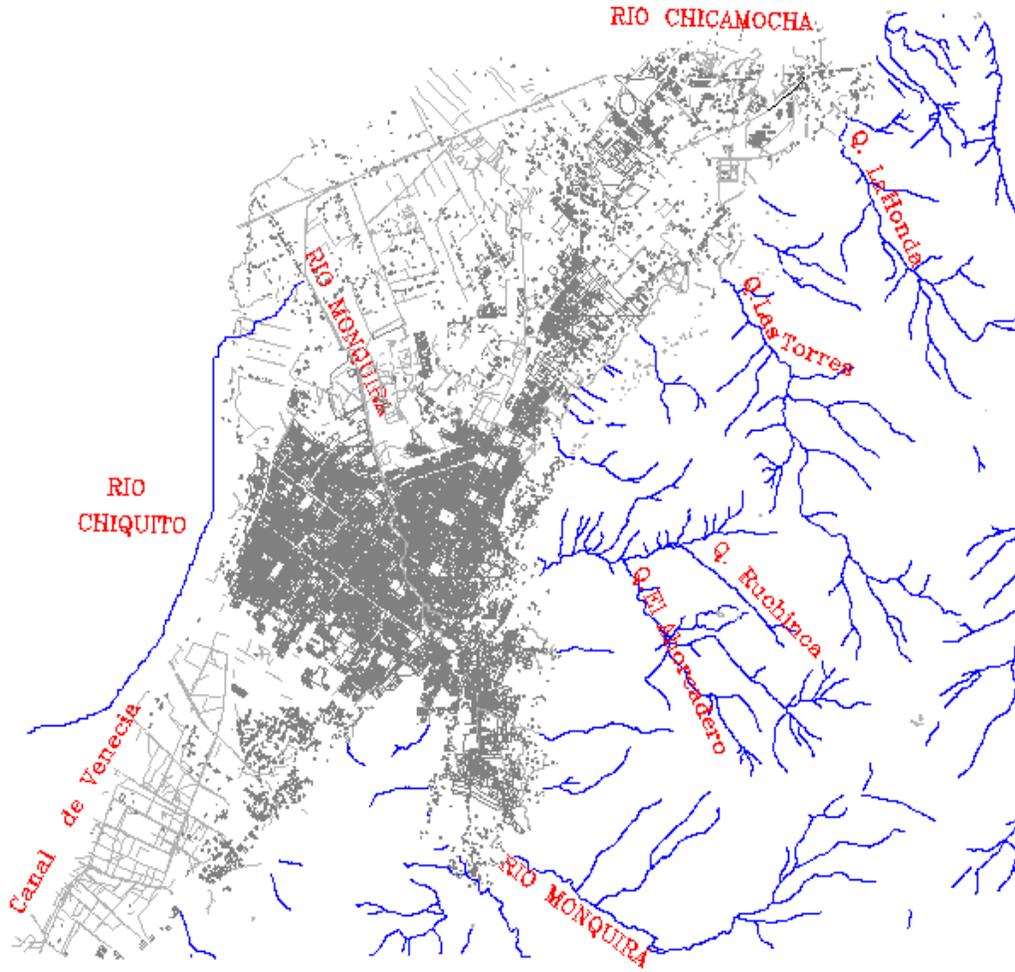
- ***Problemas Ambientales:***

Se observa contaminación de la fuente desde su punto de confluencia en la vereda Monquirá, por filtraciones de los pozos sépticos que la comunidad tiene en esta zona.

En la zona sub urbana del municipio, se observan sistemas de riego para cultivos de cebolla, papá, entre otros; dichos sistemas de riego utilizan al río Monquirá como fuente

de agua. En época de verano este uso se evidencia en el nivel de agua que lleva el canal del mismo nombre, como se observa en la siguiente fotografía.

Ilustración 7 Sistema hidrográfico municipio de Sogamoso



Fuente. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimiento

7.2 ESTUDIO DE LA DEMANDA

Recopilación de la información para el estudio de la demanda a través de censos poblacionales.

Para observar la situación actual del uso del agua e indagar sobre el comportamiento y la actitud de las personas frente al uso y ahorro del agua, se realizó una visita de campo a cada una de las viviendas de los usuarios del acueducto, donde se verificó el sistema

hidráulico, teniendo en cuenta el estado actual de cada uno de los servicios que existen en cada vivienda de los usuarios del acueducto como: El tanque de almacenamiento, baño, tanque de lavado y el uso que se le da al agua de reusó proveniente del tanque de lavado.

Con la información obtenida en la encuesta realizada mediante visita domiciliaria a una muestra representativa de usuarios se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 8 Listado de personas encuestadas

NOMBRE DEL USUARIO	VEREDA
<i>María del Transito Sierra</i>	MONQUIRA
<i>Miguel Antonio Alarcón</i>	MONQUIRA
<i>Luz Marina Barrera</i>	MONQUIRA
<i>Osman Uriel Rodríguez</i>	MONQUIRA
<i>Janeth Fernández</i>	MONQUIRA
<i>Marleny Fernández</i>	MONQUIRA
<i>Juan Alberto Moreno</i>	MONQUIRA
<i>Claudia Milena Gutiérrez</i>	MONQUIRA
<i>Miguel Barrera</i>	MONQUIRA
<i>María Hilda Gutiérrez</i>	MONQUIRA
<i>David Gutiérrez</i>	MONQUIRA
<i>Saúl Rodríguez</i>	MONQUIRA
<i>Aura Alicia Gutiérrez</i>	MONQUIRA
<i>Martha Cárdenas</i>	MONQUIRA
<i>Juan Antonio Sierra</i>	MONQUIRA
<i>Rafael Antonio Rodríguez</i>	MONQUIRA

José Ángel Rodríguez	MONQUIRA
Esperanza Alarcón	MONQUIRA
Nelsy Rodríguez	MONQUIRA
Fredy Alexander Rodríguez	MONQUIRA
Gilma Africano	MONQUIRA
Luis Antonio Pérez	MONQUIRA
María Teresa Gutiérrez	MONQUIRA
Flor Imelda Rodríguez	MONQUIRA
María I Álvarez	MONQUIRA
Lucila Barrera de Alvarado	MONQUIRA
Luis Eduardo Alvarado	MONQUIRA
Edelmira Alvarado	MONQUIRA
Arsenio Alvarado Montaña	MONQUIRA
Ignacia Alvarado	MONQUIRA
Edilberto Patiño	MONQUIRA
Cristina López	MONQUIRA
Fernando López	MONQUIRA
Jairo Flores	MONQUIRA
Roque Orduz	MONQUIRA
Ana Elida Merchán	MONQUIRA

Fuente: Autores

A continuación, se presenta el resultado de una de las encuestas realizadas evidenciando las condiciones en que se encuentra el sistema de abastecimiento y la situación del sistema hidráulico actual. (Ver anexo G).

Ilustración 8 ejemplo de encuesta realizada en la comunidad

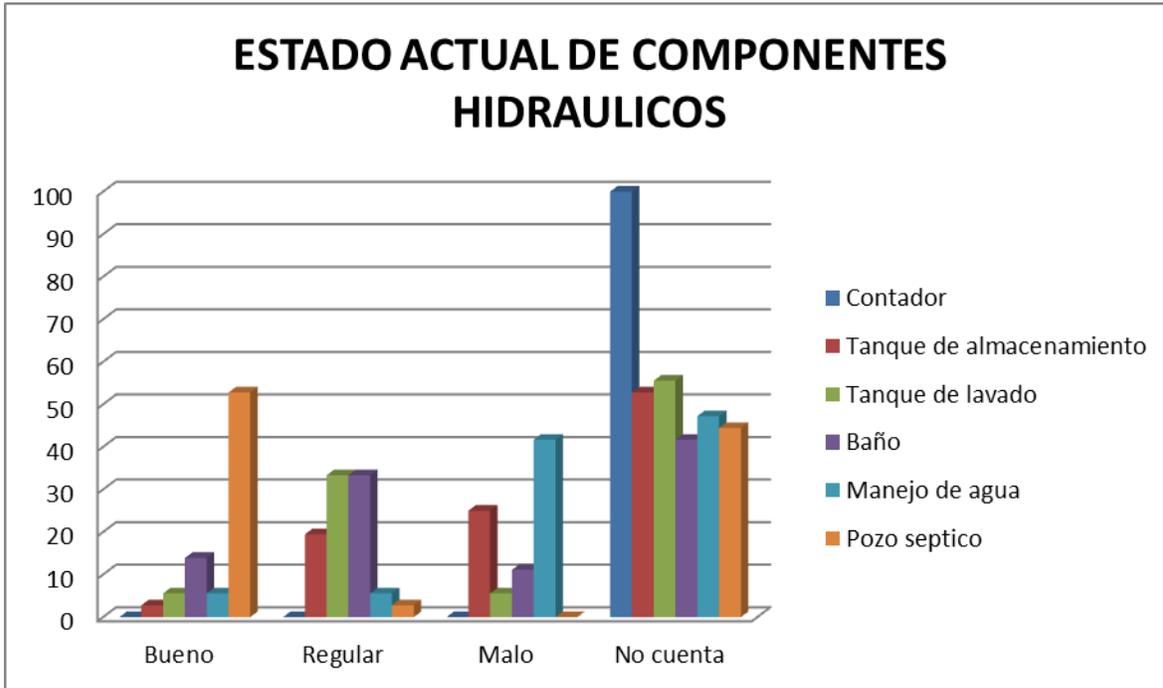
DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 1. <i>María del Transito Sierra</i>	UBICACION <i>VEREDA: MONQUIRA</i> <i>SECTOR: Piedecuesta</i>	COORDENADAS <i>X:</i> <i>Y:</i> <i>H:</i>	
ESTRATO. 1	<i>EPS Sisben</i>	<i>EDUCACION Primaria</i>	
<i>Fuente de captación actual. Pozo o mana</i>	<i>Red distribución. Manguera</i>	<i>Estado Red. Malo</i>	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCIÓN	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
 <i>CONTADOR</i>	<i>No cuenta</i>		
 <i>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</i>			X
 <i>TANQUE DE LAVADO</i>		X	
 <i>BANO</i>	X		
 <i>MANEJO DE REUSO DE AGUA</i>			X
 <i>VERTIMIENTO Pozo SEPTICO</i>	X		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: <i>No cuenta</i>			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: <i>Mantenimiento y limpieza del tanque, en asbesto</i>			
✓ TANQUE DE LAVADO: <i>Mantenimiento del tanque y colocar llave de cierre.</i>			
✓ BANO: <i>Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios del sanitario y lavamanos. Colocar ducha</i>			
✓ REUSO DE AGUA <i>Aprovechamiento del agua de reúso para riego de pastos y no existe, recolección de aguas de lluvia.</i>			
✓ VERTIMIENTO: <i>Cuenta con Pozo séptico</i>			

Fuente. Autores

7.2.1 Análisis de los censos de población

Se presenta en forma gráfica los resultados obtenidos, su descripción y análisis de los valores obtenidos.

Ilustración 9 resultado del estado actual de los componentes hidráulicos de las viviendas



Fuente. Autores

El 40% de las viviendas visitadas cuentan con tanque de almacenamiento en plástico con sus accesorios completos, significa que se puede asegurar el control del agua de llegada al tanque y no se presentan fugas, el 20% le falta realizar el mantenimiento de los accesorios del tanque graduando el nivel de los flotadores y el 40% mejorar el sistema de niveles del tanque mediante la implementación de flotadores para evitar fugas diarias del agua en las horas de llegada. Como recomendación se deben implementar campañas de lavado y desinfección de los tanques periódicamente.

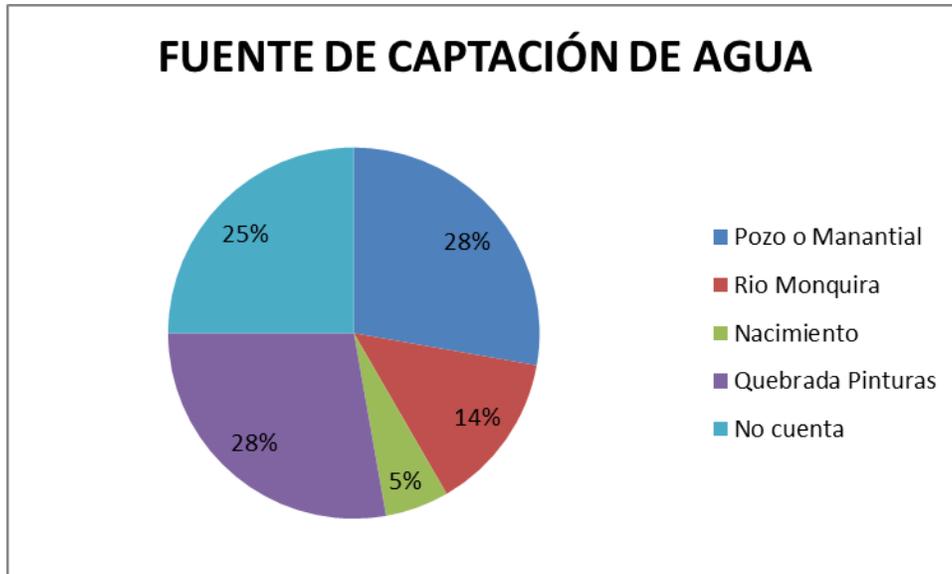
El 30% de las viviendas visitadas cuentan con tanque de lavado con su respectiva llave de cierre, el 10% les falta colocar en el tanque llaves de cierre y el 60% no cuentan con tanque de almacenamiento para el lavado de ropa, se encontraron canecas de almacenamiento sin llaves de cierre.

El 55% las viviendas visitadas existen baños en ladrillo y plancha, el 25% cuentan con todos los accesorios sanitarios en buen estado de funcionamiento, no presentan fugas de agua, El 50% no poseen duchas instaladas y el 15% presentan fugas en varios accesorios, deberán realizar el mantenimiento general.

En las viviendas visitadas el 84% reutilizan el agua para el riego de huertas casera o pastos para el ganado, el 16% no están reutilizando el agua para ninguna actividad agrícola o pecuaria.

En las viviendas visitadas el 90%, verificó que el vertimiento de aguas residuales domestica son vertidas en pozos sépticos en ladrillo.

Ilustración 10 resultado de la fuente de donde captan agua la comunidad



Fuente. Autores

Se pudo verificar que la gente del sector Piedecuesta capta el recurso hídrico de diversas maneras, siendo la quebrada pinturas que pasa cerca al corregimiento y pozo profundos los más utilizados con el 28% cada uno, de igual manera la se observa la conducción del agua a través de manguera sin tener en cuenta el más mínimo cuidado de higiene.

7.3 DISEÑOS DE INGENIERÍA

7.3.1 Pruebas de laboratorio Calidad de agua

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los análisis físico-químicos y bacteriológicos realizados en la red de distribución, estos análisis fueron suministrados por la junta de acción comunal de la vereda.

Tabla 9 Análisis físico-químicos y bacteriológicos en la Fuente de Abastecimiento

PARÁMETROS	Unidad	VALOR MÁX. ACEPTABLE DECRETO 1575/07 RESOLUCIÓN 2115/07	SERVIQUIMICOS
pH	Unidades	6,5-9	5.71
Alcalinidad total	mg/L CaCO ₃	200	12
Calcio	mg/L Ca	60	3.21
Conductividad	µs/cm	1000	26
Cloruros	mg/L Cl ⁻	250	0.5
Color Aparente	UPC	15	3.0
Dureza total	mg/L CaCO ₃	300	12
Fosfatos	mg/L PO ₄	0,04	0.13
Hierro total	mg/L Fe	0,3	0.01
Magnesio	mg/L Mg	36	0.97
Nitratos	Mg/l NO ₃	10	2.4
Nitritos	mg/L NO ₂	0,1	0.02
Sulfatos	mg/L SO ₄	250	2
Turbiedad	UNT	2	1
Coliformes totales	UFC/100 cm ³	0	180
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 cm ³	0	128
IRCA %			

Fuente: Junta de acción comunal vereda Monquirá.

Las características fisicoquímicas cumplen con las especificaciones establecidas en el decreto 1575 de 2007; pero las bacteriológicas no cumplen con los valores máximos admisibles de acuerdo al decreto 1575/2007, por lo tanto la importancia del tratamiento antes de su distribución.

La planta corresponde a un sistema de FILTRACIÓN DIRECTA, con procesos de inyección de coagulante y alcalinizante, floculación en lecho poroso, Sedimentación-filtración en lecho múltiple e inyección de desinfectante. Todo el proceso ocurre en recipientes convenientemente dispuestos para obtener una excelente calidad de agua tratada.

7.3.2 Topografía

Para la realización de los estudios topográficos se contó con el apoyo de personal de la junta de acción comunal de la vereda. Los resultados del levantamiento topográfico buscan mejorar el trazado para la línea de aducción y conducción (ver anexo A).

7.3.3 Estimación de la población

Al realizar la investigación en los distintos entes públicos se encontró que la información de la zona es escasa, a pesar de ello para el crecimiento de la población se basó en el último censo que se realizó por parte de la alcaldía local en el 2006 el cual tuvo como resultado una población neta de 150 habitantes a la fecha.

Teniendo en cuenta la población para el año (2016) cercana a las 200 personas, lo que indica que el nivel de complejidad es bajo según los parámetros de la tabla 1 de niveles de complejidad.

Tabla 10 Niveles de complejidad de un acueducto en función de la población

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios
Bajo	<2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio alto	12501 a 60000	Media
Alto	>60000	Alta

Fuente: Res. 0330/2017

7.3.3.1 Periodo de diseño

El RAS 2000 en complementación a lo que ha dicho en el título A y B expone en la resolución 0330 de 2017 que, para todos los componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, se adopta como periodo de diseño 25 años como se muestra en la tabla 10.

Tabla 11 Periodo máximo de diseño

Nivel de complejidad del sistema	Periodo de diseño máximo
Bajo, medio, medio alto y alto	25 años

Fuente: Resolución 0330/17

Observando el nivel de complejidad del sistema se toma según los parámetros del RAS 2017 un tiempo de proyección para el proyecto es de 25 años.

7.3.3.2 Población de diseño

En el título 2 de la Resolución 0330/17, se exponen los métodos de proyección de población para cada uno de los niveles de complejidad del sistema. La tabla 11 muestra la relación de los métodos con el nivel de complejidad

Tabla 12 métodos de cálculo permitidos según el nivel de complejidad

Método por emplear	Nivel de complejidad			
	Bajo	Medio	Medio alto	Alto
Aritmético, geométrico y exponencial	X	x		
Aritmético, geométrico y exponencial y otros			x	X
Por componentes (demográfico)			x	x
Detallar por zonas y detallar densidades			x	x

Fuente: Res. 0330/2017, título 2

Teniendo en cuenta la tabla anterior para el nivel de complejidad de proyecto (bajo) se realiza el cálculo por el método geométrico.

Ecuación 1 Tasa de crecimiento anual

$$r = \left[\frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right]^{\left[\frac{1}{T_{uc} - T_{ci}} \right]} - 1$$

r = Tasa de crecimiento anual

P_{uc} = Población del último censo (200 hab)

P_{ci} = Población del censo inicial (150 hab)

T_{uc} = Año del último censo (2016)

T_{ci} = Año del censo inicial (2006)

Es así como al reemplazar los valores obtenidos en la ecuación se obtiene la tasa de crecimiento para la vereda Monquirá de Sogamoso:

$$r = \left[\frac{200}{150} \right]^{\left[\frac{1}{2016 - 2006} \right]} - 1$$

$$r = 0,0291$$

$$r = 2,91\%$$

Realizar la proyección de la población

Con un nivel de complejidad bajo y por la información disponible, se utiliza el método geométrico.

Para la proyección de la población.

Ecuación 2 Proyección de la población

$$Pf = Pp * (1 + r)^n$$

Pf = Población futura

Pp = Población presente

n = periodo de diseño, en años

$r = \text{Tasa de crecimiento, en tanto por uno}$

$$Pf = 200 * (1 + 0,0291)^{25}$$

$$Pf = 409,70 \approx 410$$

En la tabla 10 se evidencia un resumen de la proyección de la población

Tabla 13 proyección de la población

ACUEDUCTO	
Usuarios	43
Habitantes por casa	4,65
Población actual	200
Tasa crecimiento (%)	2,91
Años de proyección	25
Población futura	410

Fuente: autoría propia

7.3.4 Dotación

7.3.4.1 Dotación Neta

Dotación Neta Máxima. Es la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

Siempre que existan datos de consumo histórico confiables para el municipio o distrito, la dotación neta máxima a utilizar en el diseño de un nuevo sistema de acueducto o la ampliación del sistema existente debe basarse en dichos datos.

La dotación neta máxima calculada no deberá superar los valores máximos establecidos en la Tabla 13.

Tabla 14. Dotación Neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida

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

Fuente: Res. 0330/2017

Dotación neta: Según la altura promedio sobre el nivel del mar de la zona atendida la dotación neta es de 120 L/háb-día. Lo cual significa que 1 habitante consume 120 litros de agua al día.

7.3.4.2 Dotación Bruta

Es la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante considerando para su cálculo el porcentaje de pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

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

Ecuación 3 Dotación bruta

$$D_{Bruta} = \frac{D_{neta}}{1 - \%Pérdidas}$$

Donde

D_{Bruta} = Dotación Bruta

D_{neta} = Dotación neta

$\%Pérdidas$ = pérdidas técnicas máximas admisibles

El porcentaje de pérdidas técnicas máximas admisibles en la ecuación anterior no deberá superar el 25%.

Para establecer las pérdidas en el sistema se calcula la dotación bruta con la dotación neta que se debería tener en cuenta para un municipio con un nivel de complejidad bajo y un nivel de pérdidas del 25%.

$$D_{Bruta} = \frac{120 \text{ l/hab.día}}{1-0.25} = 160 \text{ l/hab.día}$$

7.3.5 Demanda

7.3.5.1 Obtención del caudal medio diario

El caudal medio diario, Q_{md} , es el caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año. (RAS 2017, p38).

Puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 4 Caudal medio diario

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

$$Q_{md} = \frac{410 \text{ hab} * 160 \text{ l/hab}}{86400}$$

$$Q_{md} = 0,759 \text{ l/seg}$$

7.3.5.2 Obtención del caudal máximo diario

El Caudal Máximo Diario, QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año. (RAS 2000, p38) Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario k_1

Tabla 15 coeficiente de consumo diario k_1

POBLACION	Coeficiente de consumo máximo diario - k_1
$\leq 12.500 \text{ hab.}$	1.3
$> 12.500 \text{ hab.}$	1.2

Fuente: Res. 0330/2017

Ecuación 5 Caudal máximo diario k1

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

$$QMD = 0,759 \text{ l/seg} * 1,30$$

$$QMD = 0,987 \text{ l/seg}$$

7.3.5.3 Obtención del caudal máximo horario

El Caudal Máximo Horario, QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. (RAS 2000, p38). Se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario, k2

Tabla 16 coeficiente de consumo máximo horario k2

POBLACIÓN	Coeficiente de consumo máximo horario k2
≤ 12.500 hab.	1,6
> 12.500 hab.	1,5

Fuente: Res. 0330/2017

Según la anterior tabla y el nivel de complejidad del proyecto, manejamos un k2 de 1,6

Ecuación 6 Caudal máximo horario k2

$$QMH = QMD * k_2$$

$$QMH = 0,987 \text{ l/seg} * 1,6$$

$$QMH = 1,579 \text{ l/seg}$$

7.3.6 Análisis de caudal del afluente

Estimación de caudal total de la fuente abastecedora del acueducto es el Rio Monquirá. El caudal es la cantidad de agua que pasa por determinado punto de un curso fluvial.

Para determinar el caudal total de la fuente rio Monquirá se utiliza el aforo volumétrico descrito en el siguiente numeral.

7.2.6.1 Aforo volumétrico

Este método se aplica cuando la corriente o vertimiento presenta una caída de agua en la cual se pueda interponer un recipiente; se requiere un cronómetro y un recipiente aforado (balde de 10 o 20 litros con graduaciones de 1 L, o caneca de 55 galones con graduaciones de 1 a 5 galones). Se utiliza un balde para caudales bajos o una caneca cuando se deban manejar grandes caudales.

Se toma un volumen del agua dependiendo de la velocidad de llenado y se mide el tiempo transcurrido desde que se introduce hasta que se retira de ella.

El caudal se calcula de la siguiente manera:

Ecuación 7 Caudal

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dónde:

Q = Caudal en litros por segundo, L/s

V = Volumen en litros, L

T = Tiempo en segundos, s

Este método tiene la ventaja de ser el más sencillo y confiable, siempre y cuando el lugar donde se realice el aforo garantice que al recipiente llegue todo el volumen de agua que sale por la corriente; se debe evitar la pérdida de muestra en el momento de aforar, así como represamientos que permitan la acumulación de sólidos y grasas.

Tabla 17 Caudal de entrada a la Planta

VOLUMEN (L)	TIEMPO (S)	CAUDAL (L/S.)
20	2,58	7,75
20	2,46	8,13
20	2,42	8,26

Fuente: Autores

Ilustración 11 Aforo de caudal



Fuente: Autores

Ilustración 12 Punto de toma de muestra



Fuente: Autores

7.2.7 Diseño hidráulico

Se realiza el diseño hidráulico de las estructuras de captación, pre tratamiento como el desarenador, de almacenamiento y la recomendación de una Planta de tratamiento

7.2.7.1 *Diseño Bocatoma*

Según la resolución 0330 de 2017 los tipos de captaciones de las aguas superficiales deben seleccionarse a través de un análisis para definir el tipo de captación, en este caso se toma la captación toma o dique que es implementada para cauces donde se debe estabilizar el nivel de la fuente mediante un dique de represamiento construido transversalmente y la boca de captación se ubica sobre la cresta del vertedero.

A continuación se encontraran los cálculos de los elementos que componen la bocatoma lugar de captación del recurso hídrico y esto a partir de los siguientes datos:

- Caudal de diseño: $0.000987 \text{ m}^3/\text{s}$, es el caudal máximo diario QMD
- Diámetro de barras de la rejilla 3/8". El RAS 2017 sugiere que la separación entre barrotes debe estar entre 20 mm a 40 mm, se toman 2 cm.
- Velocidad entre barrotes 1.5 m/s, máxima 1.5 m/s según RAS 2017.
- Espesor de muro 0.2 m (asumido teniendo en cuenta que son estructuras hidráulicas en concreto reforzado).
- Borde libre 0.15m (asumido).
- Longitud hasta punto de desagüe (m) = 1.00 m.
- Ancho de la quebrada en el punto de captación: 2,50 m

7.2.7.2 *Diseño de la presa*

Para el diseño de la presa se tomó un ancho inicial de 2 m

La presa y la garganta de la bocatoma se diseñan como un vertedero de excesos con doble contracción, cuya ecuación es la siguiente:

$$Q = 1,84LH^{\frac{3}{2}}$$

Entonces la lámina de agua en las condiciones de agua sobre la presa:

Ecuación 8 Carga sobre la cresta del vertedero

$$H = \frac{Q}{1,84 L}^{\frac{2}{3}}$$

Q = Caudal de diseño

L = Longitud del vertedero (m)

H = Carga sobre la cresta del vertedero

$$H = \left(\frac{0,000987}{1,84 * 2} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H = 0,0041 m$$

Teniendo en cuenta que se presentan dos contracciones laterales, se realiza la corrección de la longitud del vertimiento

Ecuación 9 Longitud del vertimiento

$$L' = L - 0,1 n H$$

n = Número de contracciones laterales

L' = Longitud del vertimiento corregida

L = Longitud del vertimiento

$$L' = 2 - 0,1 * 2 * 0,0041$$

$$L' = 1,999 \approx 2m$$

Ecuación 10 Velocidad de la quebrada sobre la presa

$$V = \frac{Q}{L'H}$$

V = Velocidad de la quebrada sobre la presa

Q = Caudal de diseño

L' = Longitud del vertimiento

$$V = \frac{0,000987}{2 * 0,0041}$$

$$V = 0,12 \text{ m/s}$$

Según la Res. 0330/2017 la velocidad debe ser inferior a 0,15 m/s, 0,12 m/s cumple

7.2.7.3 *Rejilla y canal de aducción*

Ecuación 11 Alcance de chorro

$$X_s = 0,36V_r^{\frac{2}{3}} + 0,60H^{\frac{4}{7}}$$

Xs = Alcance filo superior

Vr = Velocidad de la quebrada

H = Profundidad de la lámina de agua sobre la presa

$$X_s = 0,36 * 0,12^{\frac{2}{3}} + 0,60 * 0,0041^{\frac{4}{7}}$$

$$X_s = 0,12 \text{ m}$$

Ecuación 12 Alcance del filo inferior

$$X_i = 0,18 V_r^{\frac{4}{7}} + 0,74H^{\frac{3}{4}}$$

Xi = Alcance filo inferior

Vr = Velocidad de la quebrada

H = Profundidad de la lámina de agua sobre la presa

$$X_i = 0,18 * 0,12^{\frac{4}{7}} + 0,74 * 0,0041^{\frac{3}{4}}$$

$$X_i = 0,06 \text{ m}$$

Ecuación 13 Ancho mínimo del canal

$$B = X_s + BL$$

B = Ancho del canal de aducción

Xs = Alcance filo superior

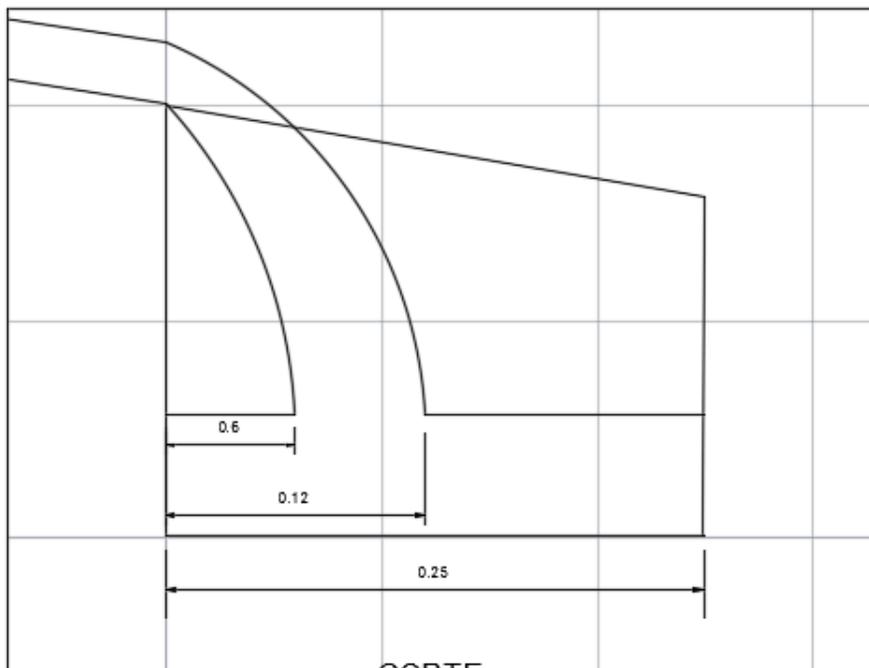
BL= borde libre asumido de 10cm

$$B = 0,12 + 0,10$$

$$B = 0,22 \text{ m} = 0,25 \text{ m}$$

Según la Res. 0330/2017 por efectos de operación de limpieza, mantenimiento y construcción se adopta un ancho mínimo de rejilla de B=0.25m

Ilustración 13 Canal de aducción



Fuente: Autores

- Longitud de rejilla y número de orificios

La velocidad en la rejilla debe ser menor 0.15 m/seg. Reduciendo el arrastre de material.

Ecuación 14 Área neta de la rejilla

$$A_n = \frac{Q}{kV_r}$$

An= Área neta de la rejilla

Vr= Velocidad entre barrotes

Q = Caudal de diseño

K= Coeficiente de perdidas menores

La Res. 0330/2017 sugiere que el valor de K, en el nivel de complejidad bajo y medio se puede considerar entre 0.5 y 0.7, se toma 0.7.

$$A_n = \frac{0,000987}{0,7 * 0,12}$$

$$A_n = 0,01175 \text{ m}^2$$

Ecuación 15 Longitud de la rejilla

Los barrotes que se adoptaron fueron de 3/8" \approx 0,009525, con una separación entre ellos de 2 cm

$$L_r = \frac{A_n(a + b)}{a B}$$

a = Separación entre barrotes

Lr = Longitud de la rejilla

b = Diámetro de cada barrote

A_n = Área neta de la rejilla

B = Ancho del canal de aducción

$$L_r = \frac{0,01175(0,02 + 0,009525)}{0,02 * 0,25}$$

$$L_r = 0,07 \text{ m}$$

Por construcción y mantenimiento se recomienda tomar 0.5 m como longitud mínima de la rejilla

Debido a la aproximación se hace un recalcu del área neta

$$A_n = \frac{a}{a + b} BL$$

$$A_n = \frac{0,02 * 0,25}{0,02 + 0,009525} * 0,50$$

$$A_n = 0,085 \text{ m}^2$$

Ecuación 16 Número de orificios

$$N = \frac{A_n}{a B}$$

$$N = \frac{0,085}{0,02 * 0,25}$$

$$N = 17 \text{ orificios}$$

Se adoptan 12 orificios con una separación de 2 cm entre sí, con ellos se recalcula para obtener las medidas de la rejilla

$$A_n = 0,02 * 0,25 * 17$$

$$A_n = 0,085 \text{ m}^2$$

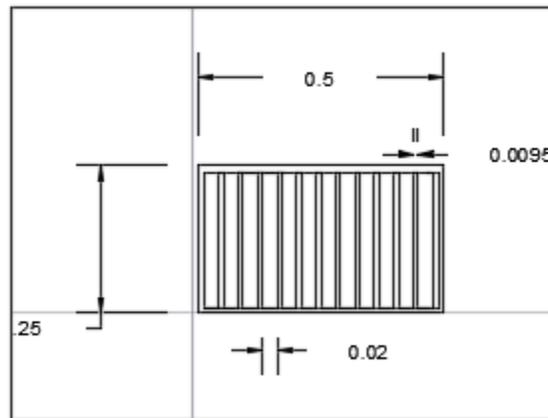
$$V_b = \frac{0,000987}{0,7 * 0,085}$$

$$V_b = 0,017 \text{ m/seg}$$

$$L_r = \frac{0,085(0,02 + 0,009525)}{0,02 * 0,25}$$

$$L_r = 0,50 \text{ m}$$

Ilustración 14 Diseño de rejilla



Fuente: Autores

Ecuación 17 Niveles de agua, aguas abajo

$$h_e = h_c = \left(\frac{Q^2}{g B^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

he = Profundidad aguas abajo

hc = Profundidad crítica

g = Aceleración de la gravedad

Q = Caudal de diseño

B = Ancho del canal de aducción

$$h_c = \left(\frac{0,000987^2}{9,81 * 0,25^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$h_c = 0,012 \text{ m}$$

Ecuación 18 Niveles de agua, aguas arriba

$$L_{canal} = L_{rejilla} + \text{espesor de muro}$$

$$L_{canal} = 0,50 + 0,30$$

$$L_{canal} = 0,8 \text{ m}$$

Se adoptó una pendiente de 3,0%

$$h_0 = \left[2h_e^2 + \left(h_e \frac{iL_c}{3} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} - \frac{2}{3} iL_c$$

ho= Profundidad aguas arriba

i = Pendiente del fondo del canal

Lc= Longitud del canal

he= Profundidad aguas abajo

$$h_o = \left[2(0,012)^2 + \left(0,012 - \frac{0,03 * 0,8}{3} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} - \frac{2}{3} * 0,03 * 0,8$$

$$h_o = 0,0014 \text{ m}$$

Ecuación 19 La altura total aguas arriba

$$H_o = h_o + BL$$

ho = Profundidad aguas arriba

BL = Profundidad del canal de aducción

H0 = Profundidad aguas arriba del canal de aducción más lámina de agua

$$H_o = 0,0014 + 0,15$$

$$H_o = 0,16 \text{ m}$$

Ecuación 20 La altura total aguas abajo

$$H_e = H_o + iL_c$$

H_e = Profundidad aguas abajo del canal de aducción más lámina de agua

I = Pendiente del fondo del canal

L_c = Longitud del canal

$$H_e = 0,16 + (0,03 * ,8)$$

$$H_e = 0,184 \text{ m} \approx 0,2 \text{ m}$$

Ecuación 21 Velocidad del agua al final del caudal

$$V_e = \frac{Q}{B h_e}$$

V_e = Velocidad del canal al final del canal

B = Ancho de la rejilla

h_e = Profundidad aguas abajo

Q = Caudal de diseño

$$V_e = \frac{0,000987}{0,25 * 0,012}$$

$$V_e = 0,329 \approx 0,33 \text{ m/seg}$$

7.2.7.4 Diseño de la cámara de recolección

Ecuación 22 Alcance filo superior

$$X_s = 0,36V_e^{\frac{2}{3}} + 0,60h_e^{\frac{4}{7}}$$

X_s = Alcance filo superior

V_e = Velocidad del canal al final del canal

h_e = Profundidad aguas abajo

$$X_s = 0,36 * 0,33^{\frac{2}{3}} + 0,60 * 0,012^{\frac{4}{7}}$$

$$X_s = 0,2198 \text{ m} \approx 0,22 \text{ m}$$

Ecuación 23 Alcance del filo inferior

$$X_i = 0,18 V_e^{\frac{4}{7}} + 0,74 h_e^{\frac{3}{4}}$$

X_i = Alcance filo inferior

V_e = Velocidad del canal al final del canal

h_e = Profundidad aguas abajo

$$X_i = 0,18 * 0,33^{\frac{4}{7}} + 0,74 * 0,012^{\frac{3}{4}}$$

$$X_i = 0,122 \text{ m}$$

Ecuación 24 Ancho de la cámara

$$B_{camara} = X_s + BL$$

B = Ancho de la cámara

X_s = Alcance filo superior

$$B = 0,22 + 0,30$$

$$B = 0,52 \text{ m}$$

Debido a practicidad para el mantenimiento y acceso se toma la decisión de adoptar una cámara de recolección cuadrada de 0.8 m * 0.8 m. Con un BL de 0.10cm.

Ecuación 25 Vertedero de excesos

$$H = \frac{Q^{\frac{2}{3}}}{1,84 L}$$

Q = Caudal medio

L = Longitud del vertedero

H = Carga sobre la cresta del vertedero

$$H = \left(\frac{0,008}{1,84 * 2} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H = 0,016 \text{ m}$$

Ecuación 26 Caudal captado

$$Q_{captado} = C_d A_{neta} \sqrt{2 g H}$$

Qcaptado= Caudal a través de la rejilla

Cd= Coeficiente de descarga (0,3)

Aneta = Área neta de la rejilla

H = Altura de la lámina de agua sobre la rejilla

$$Q_{captado} = 0,30 * 0,085 * \sqrt{2 * 9,81 * 0,0141}$$

$$Q_{captado} = 0,014 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Ecuación 27 Caudal de excesos

$$Q_{excesos} = Q_{captado} - Q_{diseño}$$

$$Q_{excesos} = 0,014 - 0,000987$$

$$Q_{excesos} = 0,0133 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Ecuación 28 Altura de los muros de contención

Según el caudal máximo del río de 0,04 m³ /s, la altura de la lámina de agua en la garganta de la bocatoma es:

$$H = \frac{Q}{1,84 L}^{\frac{2}{3}}$$

Q = Caudal máximo de la quebrada

L = Longitud del vertedero

H = Carga sobre la cresta del vertedero

$$H = \left(\frac{0,04}{1,84 * 2} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H = 0,05$$

Se sugiere una altura de muro de contención de 1m con un borde libre de 0.30m y un fondo de cámara de 0.40m

Ecuación 29 Altura de excesos

$$H = \left(\frac{Q}{1,84 B_{camara}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Hexc = Altura del vertedero de excesos

Q = Caudal de excesos

Bcámara = Ancho de la cámara

$$H_{exc} = \frac{Q}{1,84 B_{camara}}^{\frac{2}{3}}$$

$$H_{exc} = \left(\frac{0,0133}{1,84 * 0,8} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H_{exc} = 0,043$$

Ecuación 30 Velocidad de excesos

$$V_{exc} = \frac{Q_{exc}}{H_{exc} B_{camara}}$$

Vexc= Velocidad excesos

Bcamara = Ancho de la cámara

Hexc = Altura del vertedero de excesos

Qexc = Caudal de excesos

$$V_{exc} = \frac{0,0133}{0,043 * 0,8}$$

$$V_{exc} = 0,38 \text{ m/s}$$

$$X_s = 0,36V_e^{\frac{2}{3}} + 0,60h_e^{\frac{4}{7}}$$

X_s = Alcance filo superior

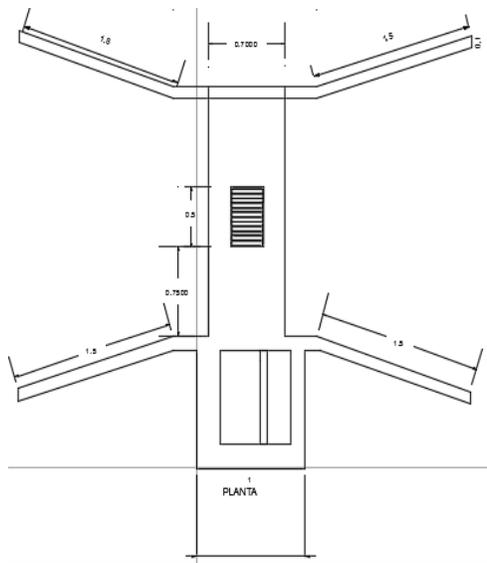
V_e = Velocidad del canal al final del canal

h_e = Profundidad aguas abajo

$$X_s = 0,36 * 0,38^{\frac{2}{3}} + 0,60 * 0,043^{\frac{4}{7}}$$

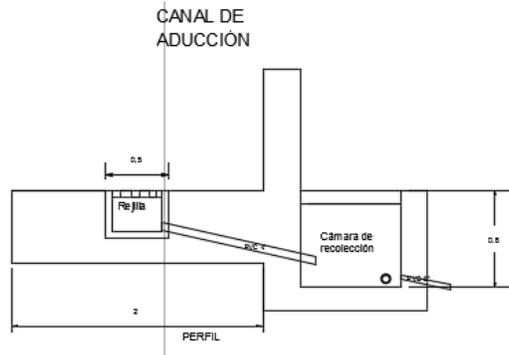
$$X_s = 0,29 \text{ m}$$

Ilustración 15 DISEÑO BOCATOMA



Fuente: Autores (Ver Anexo K)

Ilustración 16 Diseño bocatoma en corte



Fuente: Autores (Ver Anexo K)

7.2.7.5 Cálculo de cotas

- Partimos de la cota del fondo del río en el punto de captación.
 - Fondo del río = 2676,67 msnm

- Lámina sobre la presa
 - Diseño = $2676,67 + 0,0041 = 2676,674$ msnm
 - Máxima = $2676,67 + 0,5 = 2677,17$ msnm
 - Promedio = $2676,67 + 0,016 = 2676,686$ msnm
 - Corona de los muros de contención = $2676,67 + 0,3 = 2676,97$ msnm

- Canal de aducción
 - Fondo aguas arriba = $2676,67 - 0,16 = 2676,51$ msnm
 - Fondo aguas abajo = $2676,67 - 0,2 = 2676,47$ msnm
 - Lámina aguas arriba = $2676,51 + 0,0014 = 2676,5114$ msnm
 - Lámina aguas abajo = $2676,47 + 0,012 = 2676,482$ msnm

- Cámara de recolección
 - Lámina de agua = $2676,47 - 0,15 = 2676,32$ msnm
 - Cresta del vertedero de exceso = $2676,32 - 0,037 = 2676,283$ msnm
 - Fondo = $2676,283 - 0,4 = 2675,883$ msnm

- Tuberías de exceso
 - Cota de entrada = 2675,883 msnm

7.2.7.6 Diseño de la línea de aducción de la bocatoma al desarenador

Según la Res. 0330/2017 cuando en el sistema se cuenta con un tanque de almacenamiento, el desarenador y todas las estructuras deben ser diseñadas a partir del caudal máximo diario (QMD).

Datos iniciales.

Q diseño: 0,987L/s.

Coeficiente de rugosidad de manning (n): 0.009.

Longitud de la aducción (establecida por topografía): 50m.

Cota salida de la bocatoma: 2676,67 m.s.n.m.

Cota de entrada al desarenador: 2673m.s.n.m.

Ecuación 31 Calculo de la pendiente y diámetro de la tubería

$$S = \left(\frac{\text{cota bocatoma} - \text{cota desarenador}}{\text{longitud de aduccion}} \right) * 100$$

$$S = \left(\frac{2676,67 - 2673}{50} \right) * 100$$

$$S = (0,0752) * 100$$

$$S = 8\%$$

Entonces:

$$D = 1,548 \left(\frac{nQ}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

D = Diámetro

n = Coeficiente de rugosidad

Q = Caudal de diseño

S = Pendiente de la línea de aducción

$$D = 1,548 \left(\frac{0,009 * 0,000987}{0,08^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$D=0,0317 \text{ m}$$

Se adopta un diámetro comercial de 2" \approx 0.0508m, por condiciones mínimas de diseño tomamos un diámetro mayor.

Con este valor la pérdida unitaria será de:

Ecuación 32 Pendiente unitaria

$$Q = 0,2785C(Dj)^{2,63} * S^{0,54}$$

Dónde:

Q=Caudal de diseño (m³/s).

C=Coeficiente de rugosidad de Hazen.

D j=Diámetro (m).

S=Pendiente unitaria.

Entonces:

$$S = \sqrt[0,54]{\frac{Q}{0,2785 * C * D^{2,63}}}$$

$$S = \sqrt[0,54]{\frac{0,000987 \text{ m}^3/\text{s}}{0,2785 * 150 * 0,0508^{2,63}}}$$

$$S = 0,0054$$

Las pérdidas totales de la tubería serán de:

Ecuación 33 Pérdidas totales de la tubería

$$j = S * \text{longitud de la tubería}$$

$$j = 0,0054 * 50\text{m}$$

$$j = 0,27 \text{ m}$$

Ecuación 34 Velocidad de flujo en la tubería (v):

Condiciones de flujo a tubo lleno

$$V = 0,08494 * C * \left(\frac{D}{4}\right)^{0,63} * S^{0,54}$$

$$V = 0,08494 * 150 * \left(\frac{0,0508}{4}\right)^{0,63} * 0,0054^{0,54}$$

$$V = 0,49 \text{ m/s}$$

Según la resolución 0330 de 2017 para garantizar el arrastre de sedimentos, el valor de la velocidad de flujo en la tubería debe ser cercano a 0,50 m/s y la velocidad máxima no deberá sobrepasar los límites de velocidad recomendados , se considera aceptable.

7.2.7.7 Desarenador

En el estudio de sedimentación se hacen las siguientes suposiciones teóricas:

- El flujo se reparte uniformemente a través de la sección transversal
- El agua se desplaza con velocidad uniforme a lo largo del tanque.
- Toda partícula que toque el fondo antes de llegar a la salida será removida.

➤ Zonas del desarenador:

- Zona I: Cámara de aquietamiento. Por la ampliación de la sección, se disipa energía y velocidad en la tubería de llegada. El paso del agua a la zona siguiente puede establecerse por medio de un canal de repartición con orificios sumergidos. Lateralmente, se puede emplazar un vertedero de excesos que transporta el

caudal sobrante, nuevamente, al río mediante una tubería o canal que se une con el canal de lavado o limpieza de lodos.

- Zona II: Entrada al desarenador. Ubicada entre la cámara de aquietamiento y una cortina, que obliga a las líneas de flujo a descender con rapidez, sedimentando el material más grueso.
- Zona III: Zona de sedimentación. Consta de un canal rectangular con volumen, longitud y condiciones de flujo adecuados para que sedimenten las partículas. La dirección del flujo es horizontal y la velocidad es la misma en todos los puntos.
- Zona IV: Almacenamiento de lodos. Comprende el volumen entre la cota de profundidad útil en la Zona III y el fondo del tanque. El fondo tiene pendientes longitudinales y transversales hacia la tubería de lavado.
- Zona V: Salida del desarenador. Constituida por una pantalla sumergida, el vertedero de salida y el canal de recolección, que tienen la finalidad de recolectar el efluente sin perturbar la sedimentación de las partículas depositadas.

El período de diseño del desarenador es en general el mismo de la estructura de captación. El sistema de desarenadores debe estar constituido por un mínimo de dos módulos que funcionen en paralelo, con el fin de permitir una mejora en la operación del sistema cuando alguno de ellos esté fuera de servicio por razones de limpieza y mantenimiento

Caudal de diseño: $QMD=0.987 \text{ l/s}$

Diámetro de partícula a remover: 0.005 cm

Se desea sedimentar el 87.5% de la partícula de diámetro determinado

Viscosidad del agua (μ) a 15C es $0.01146 \text{ (cm}^2/\text{s)}$ hallada a partir de la tabla número 17.

Tabla 18 Viscosidad Cinemática

Temperatura(°C)	Viscosidad cinemática (cm ² /s)	Temperatura(°C)	Viscosidad cinemática(cm ² /s)
0	0,01792	16	0,01112
2	0,01763	18	0,01059
4	0,01567	20	0,01007
6	0,01473	22	0,00960
8	0,01386	24	0,00917
10	0,01308	26	0,00876
12	0,01237	28	0,00839
14	0,01172	30	0,00804
15	0,01146	32	0,00772

Fuente: Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores

➤ Dimensionamiento

Ecuación 35 Velocidad de sedimentación de la partícula

$$V_s = \frac{g * (\rho_s - \rho) * d^2}{18 * \mu}$$

Dónde:

V_s= velocidad de sedimentación de la partícula (cm/s)

ρ_s = Densidad relativa de la arena = 2,65

ρ = densidad del fluido = 1

g= aceleración de la gravedad (981 cm/s²)

d= diámetro de la partícula. (cm)

$$V_s = \frac{981 * (2,65 - 1) * 0,005^2}{18 * 0,01146}$$

$$V_s = 0,2 \frac{cm}{s}$$

Según la tabla 18 de relación entre el diámetro de partícula y velocidad de sedimentación para una partícula de 0,005cm es de $0,3 \frac{cm}{s}$

Tabla 19 relación entre diámetro de partículas y velocidad de sedimentación

Material	d Límite de las partículas(cm)	# de Reynolds	Vs	Régimen	Ley aplicable
Grava	>1.0	>10 000	100	Turbulent o	Newton $V_s = 1,82 \sqrt{dg \left(\frac{\rho_a - \rho}{\rho} \right)}$

Arena gruesa	0,100	1 000	10,0	Transición	$V_s = 0,22 \left(\frac{pa - p}{\mu} \right)^{2/3} \left[\frac{d}{(\mu/p)^{1/3}} \right]$
	0,080	600	8,3		
	0,050	180	6,4		
	0,050	27	5,3		
	0,040	17	4,2		
	0,030	10	3,2		
	0,020	4	2,1		
	0,015	2	1,5		
Arena fina	0,010	0,8	0,8	Laminar	$V_s = \frac{1}{18} g \left(\frac{pa - p}{\mu} \right) d^2$
	0,008	0,5	0,6		
	0,005	0,24	0,4		
	0,005	1,0	0,3		
	0,004	1,0	0,2		
	0,003	1,0	0,13		
	0,002	1,0	0,06		
	0,001	1,0	0,015		

Fuente: Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores

Se realiza un promedio para obtener el valor de la velocidad de sedimentación

$$V_{s\text{promedio}} = \frac{0,3 + 0,2}{2}$$

$$V_{s\text{promedio}} = 0,25 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

Se asume una profundidad útil de 1,5 m

Ecuación 36 Tiempo de caída de partícula (t)

$$t = \frac{H}{V_s}$$

Dónde:

H = profundidad útil

Vs = valor promedio velocidad sedimentación

$$t = \frac{150\text{cm}}{0,25 \frac{\text{cm}}{\text{s}}}$$

$$t = 600\text{s}$$

Tabla 20 Valores de a/t

Condiciones	Remoción 50%	Remoción 75%	Remoción 87,5%
Máximo teórico	0,50	0,750	0,875
Depósitos con muy buenos deflectores	0,73	1,52	2,37
Depósitos con buenos deflectores	0,76	1,66	2,75
Depósitos con deficientes Deflectores o sin ellos	1,00	3,00	7,00

Fuente: Corcho F y Duque. (2005). Acueductos teoría y diseño (p. 207)

Calculo tiempo de retención(a): La tabla 18 muestra la relación a/t para depósitos con buenos deflectores y remoción de 87,5% de remoción. a/t= 2,75

Entonces:

$$a = 2,75 * 600\text{s}$$

$$a = 1650\text{s}$$

Ecuación 37 Volumen del tanque (V) :

$$V = Q * a$$

$$V = 0,000987 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 1650$$

$$V = 1,63\text{m}^3$$

Ecuación 38 Área superficial (A) del tanque está dada por:

$$A = \frac{V}{H}$$

Dónde:

A = superficie desarenador (disponible)

V = volumen del tanque

H = profundidad útil

$$A = \frac{1,63m^3}{1,5m}$$

$$A = 1,08 m^2$$

Se compara la superficie disponible contra la requerida:

Ecuación 39 Comparación de la superficie disponible contra la requerida

$$A_{requerida} = \frac{Q}{V_s}$$

$$A_{requerida} = \frac{0,987 \frac{l}{s}}{2,5 \frac{l}{s} * m^2}$$

$$A_{requerida} = 0,196m^2$$

$$A > A_{requerida}$$

$$1,08m^2 > 0,196m^2$$

CUMPLE LA CONDICION

- Las dimensiones de la zona de sedimentación se obtienen de la siguiente manera:

Ecuación 40 ancho de la zona de sedimentación

$$L = 4 * b$$

$$A = L * b = 4b * b = 4b^2$$

Dónde:

L= largo (m)

b=ancho (m)

A= área superficie desarenador m^2

$$b = \sqrt{\frac{A}{4}}$$

$$b = \sqrt{\frac{1,08}{4}}$$

$$b = 0,52, m$$

Por facilidad en el proceso constructivo se aproxima $b = 0,60 m$

Se tiene:

Ecuación 41 Largo de la zona de sedimentación

$$L = 4 * b$$

$$L = 4 * 0,60m$$

$$L = 2,4 m$$

➤ Vertedero de exceso

Para el diseño del vertedero de exceso se tiene en cuenta:

La cota de la bocatoma (2676,67 m.s.n.m.)

La cota del desarenador (2673 m.s.n.m)

La longitud de la línea de aducción (50m),

Material de la tubería PVC y el diámetro de la tubería ($\theta = 2''$).

Ecuación 42 El caudal captado se da por la ecuación de Hazen-Williams:

$$Q = 0,2785 * C * D^{2,63} * S^{0,54}$$

Dónde:

Q= Caudal captado (m^3/s).

C=Coeficiente de rugosidad de la tubería (adimensional).

S=Pendiente (m/m).

Luego:

$$Q = 0,2785 * 150 * 0,0508^{2,63} * \left(\frac{2676,67 - 2673}{50}\right)^{0,54}$$

$$Q = 0,0040 m^3/s$$

$$Q = 4,02 \frac{l}{s}$$

El diseño del vertedero de exceso se hace para el mayor caudal, utilizando la fórmula de Francis

$$Q = CL H^{3/2}$$

Se asume $L=0,40$

Q = resta del caudal captado menos el caudal de diseño:

$$Q = \left(0,0040 \frac{m^3}{s}\right) - \left(0,000987 \frac{m^3}{s}\right)$$

$$Q = 0,003013 \frac{m^3}{s}$$

Luego:

$$H = \left(\frac{Q}{CL} \right)^{2/3}$$

$$H = \left(\frac{0,003013}{1,838 * 0,40} \right)^{2/3}$$

$$H = 0,025 \text{ m. c. a}$$

➤ Diseño vertedero de salida.

Se maneja un vertedero en todo el ancho del desarenador, diseñado a partir de la fórmula de Francis.

$$Q = C * b * H^{3/2}$$

b= 1,40m

$$H = \left(\frac{0,000987}{1,833 * 0,6} \right)^{2/3}$$

$$H = 0,0093 \text{ m}$$

Ecuación 43 Diseño de la zona de entrada

$$b/3 \leq \text{ancho} \leq b/2.$$

Se asume un ancho $= b/3 = 0,60/3 = 0,2 \approx 0,2\text{m}$,

L = 0,4m.

La profundidad $H' = H/3 = 0,025/3 = 0,043\text{m} \approx 0,04\text{m}$

Ecuación 44 Diseño zona de salida

Se diseña con la fórmula de tiro parabólico

$$x = v_0 * t \cos\theta$$

$$y = v_0 * t \sin\theta - \frac{1}{2} * g * t^2$$

Remplazando, $-1,5-0,0045 = 0,10\sin\theta * t - \frac{1}{2} * 9,81 * t^2$

Se despeja t , $-1,49 = t(0,10\sin\theta - \frac{1}{2} * (9,81 * t))$

$$t = 0,55s$$

Luego $x = 0,10 * \cos\theta * 0,55$

$$x = 0,055m$$

Se asumen las dimensiones para disposición de construcción y mantenimiento:

Largo $L = 0,40$

Ancho $b = 1,40m$

Profundidad $H = 1,50 * 0,20$; $H = 1,70m$

Ecuación 45 Diseño de la zona de lodos

Se utiliza una tolva de doble pendiente en el sentido longitudinal. El volumen de la tolva de lodos debe ser 0.20 veces el volumen de la zona de sedimentación.

$$V_{lodos} = 0,20 * V_{zonas}$$

$$V_{zonas} = 1,50m * 1,40m * 5,60m$$

$$V_{zonas} = 11,76 m^3$$

$$V_{lodos} = 0,20 * 11,76m^3$$

$$V_{lodos} = 2,35m^3$$

Ecuación 46 Dimensionamiento de la tolva de lodos

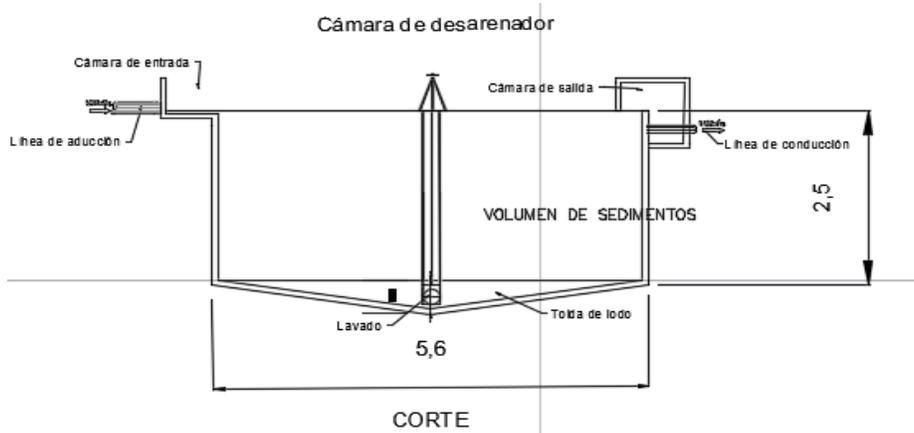
$A = 0,40m$

$H = 0,30m$

$H_t = 0,60m$

DISEÑO DEL DESARENADOR

Ilustración 17 modelo de desarenador



Fuente: Autores

(Ver anexo K)

7.2.8 Planta de tratamiento de agua potable

La planta corresponde a un sistema de FILTRACIÓN DIRECTA, con procesos de inyección de coagulante y alcalinizante, floculación en lecho poroso, Sedimentación-filtración en lecho múltiple e inyección de desinfectante. Todo el proceso ocurre en recipientes convenientemente dispuestos para obtener una excelente calidad de agua tratada.

Ilustración 18 Modelo de planta de potabilización



Fuente: HTA Aguas de Los Andes

7.2.8.1 Capacidad de la planta

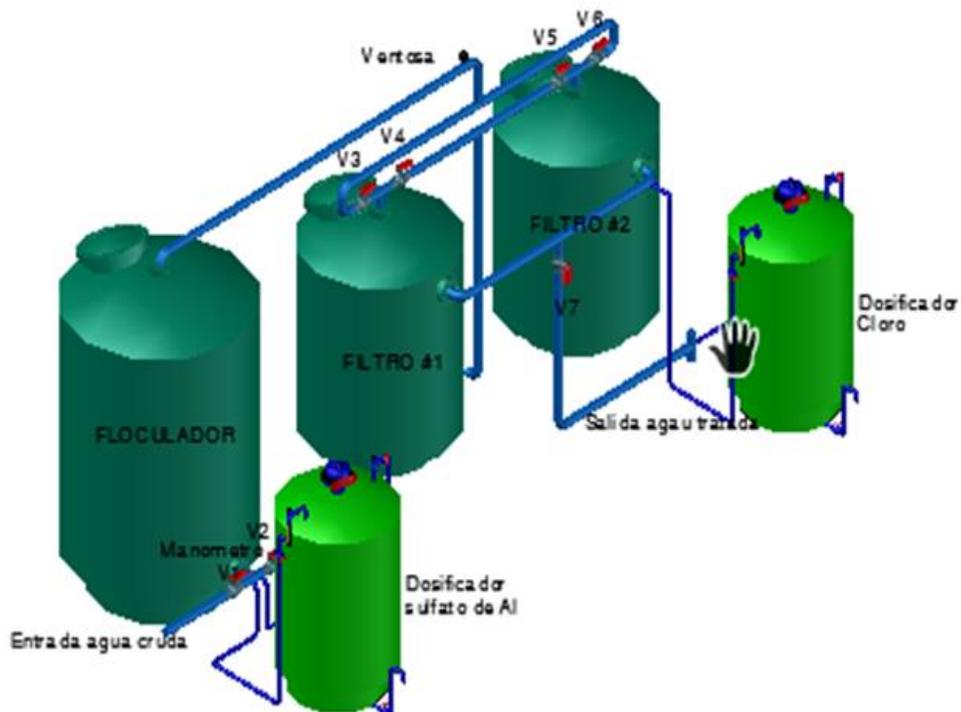
- Capacidad de la planta --> 1,5 Ips
- Número de usuarios 40

7.2.8.2 Condiciones de operación

- CABEZA DE PRESIÓN REQUERIDA --> MÍNIMO 6 MTS 4 (si no existe esta mínima cabeza es necesario recurrir a un sistema de bombeo)
- REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA - CERO 4 (todo opera con energía hidráulica proveniente de la misma conducción)
-

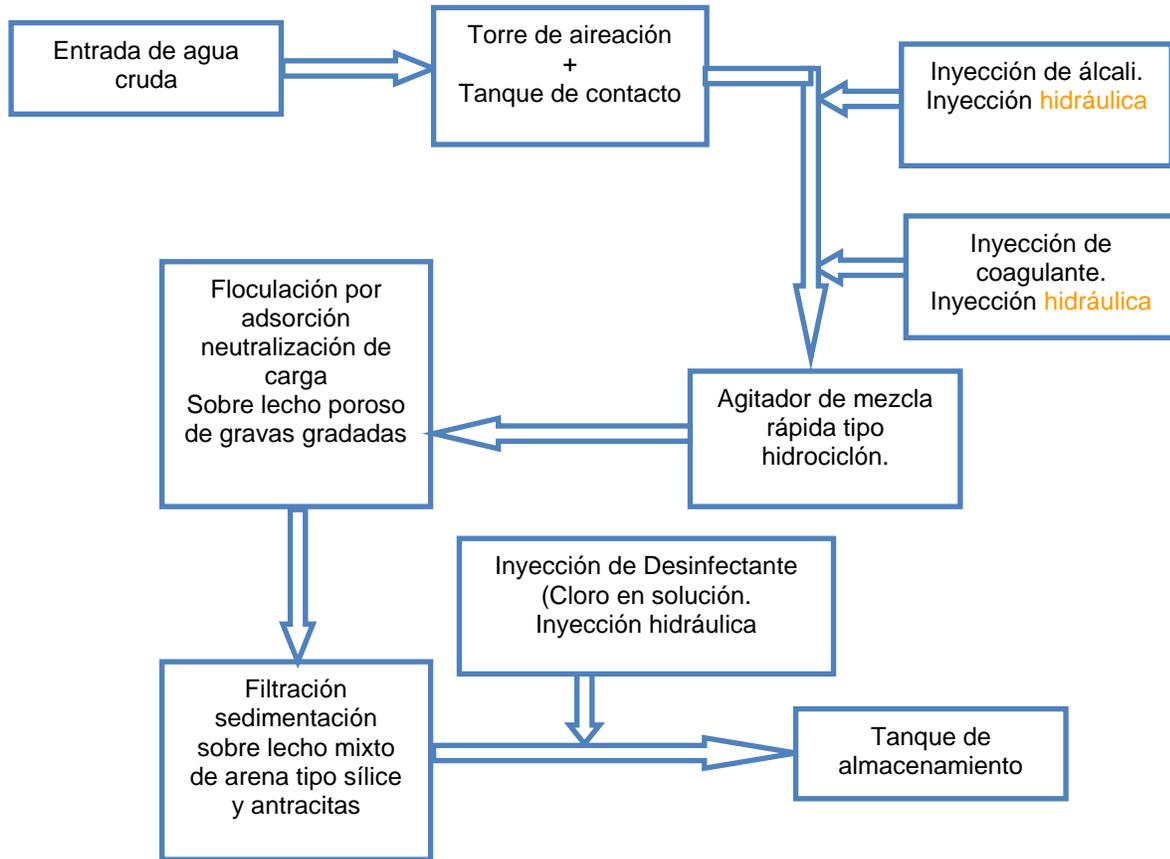
Se presentan los parámetros de operación de la planta. Teniendo en cuenta que el sistema seleccionado contempla procesos de mezcla rápida, floculación sobre lecho poroso, filtración directa y desinfección. El siguiente es el diagrama de flujo del sistema.

Ilustración 19 Esquema general de planta



Fuente: Autores

Ilustración 20 Diagrama de proceso



Fuente: HTA Aguas de Los Andes

7.2.8.3 Aireación

Cuando se requiere este proceso se dispone de una torre de oxidación de bandejas con lecho de carbón Coke.

7.2.8.4 Inyección de coagulante y alcalinizante

Inyección hidráulica con dosificador tipo presión diferencial, que permite hacer dosificación de químicos a diferentes ratas de flujo sin necesidad de equipos electromecánicos.

7.2.8.5 Mezcla rápida

Se presenta en la entrada de la planta justo en el sitio de inyección de coagulante y alcalinizante. En un recipiente ciclónico que permite la incorporación del químico en el agua.

7.2.8.6 Floculación.

Se presenta en el interior del lecho poroso, en compartimientos que permiten realizar el lavado del lecho con agua filtrada para evitar el excesivo gasto de agua en el lavado. Este método de floculación permite un gran ahorro de químicos ya que opera en el rango de coagulación por desestabilización de cargas y no requiere formar flocs de gran tamaño como lo exige el sistema convencional.

7.2.8.7 Sedimentación.

Debido a la velocidad de flujo tan baja que se presenta en los compartimientos alguna porción de los microflocs procedentes del lecho se decantan por sedimentación en el fondo del mismo lecho; la evacuación de éste sedimento se realiza simultáneamente con el agua de lavado de los Floculadores.

7.2.8.8 Filtración.

Se presenta en el interior de un lecho del tipo múltiple de antracita y arenas gradadas del tipo silíceas, con colector de fondo que permite uniformidad de flujo. La filtración se presenta en compartimientos convenientemente dispuestos para permitir el lavado de los lechos con agua limpia que evita sobre gastos en el agua de lavado.

7.2.8.9 Desinfección.

Inyección hidráulica con dosificador tipo Hidro que permite hacer dosificación de químicos a diferentes ratas de flujo sin necesidad de equipos electromecánicos.

7.2.8.10 Consumo de químicos.

- Coagulante. Por tratarse de un sistema de filtración directa se realiza la coagulación por absorción neutralización de cargas lo que se consigue con dosis de 5 a 10 PPM dependiendo de la naturaleza del agua; en las plantas instaladas este valor es aprox. 7PPM.
- Alcalinizante. La adición de alcalinizante depende también de la alcalinidad natural del agua y no siempre se requiere, sin embargo el sistema ofrecido contempla el dosificador.

- Desinfectante. El consumo de desinfectante depende del residual que se requiera en los puntos finales del sistema de distribución y del tiempo de contacto en el mismo. También depende del grado de pureza del químico utilizado.

7.2.8.11 Obra civil requerida para el montaje de la planta.

Para la instalación de la planta se requiere una placa para el montaje de los equipos, así mismo para la protección de los equipos es necesario proteger el sitio con la construcción de un cerramiento perimetral.

7.2.8.12 Mezcla rápida.

Es recomendable permitir dentro del mezclador un tiempo de mezcla de 1 a 5 segundos y un gradiente de 1000 a 3000 S⁻¹ (Arboleda Valencia). Para el presente estudio seleccionamos un mezclador cilíndrico vertical con entrada tangencial y salida axial (Mezclador tipo hidrociclón), Utilizamos las siguientes expresiones.

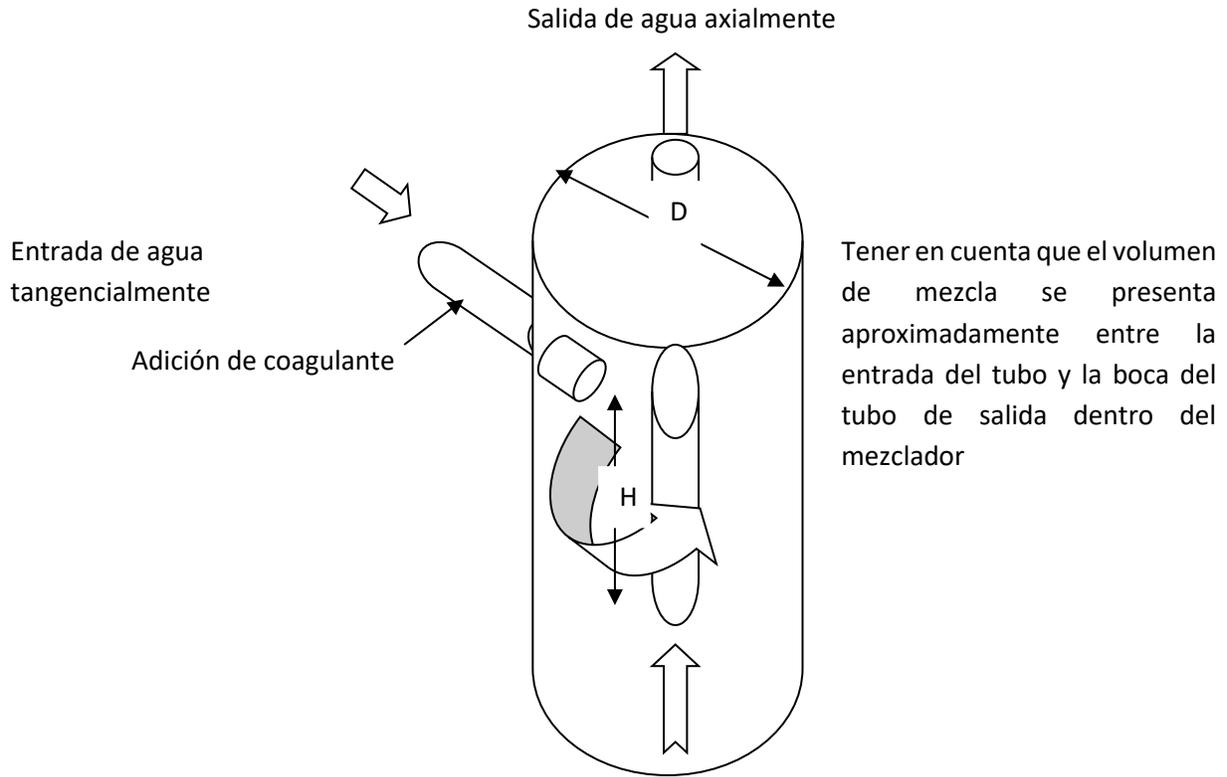
Tabla 21 Cálculos del cilindro mezclador

Parámetro	Expresión	Valor
Caudal de operación (Q - lps)	De diseño	1,5
Tiempo de mezcla (Tm - seg)	De diseño	12
Volumen del mezclador (Vm - m ³)	$V = Q \times Tm$	0,01896
Altura del mezclador del mezclador (Hm - m)	Asignar a H un valor teniendo en cuenta que el mezclador es de forma cilíndrica disposición vertical y flujo helicoidal.	0,4
Diámetro del mezclador (Dm - m)	$Dm = (Vm \times 4 / 3,1416 / Hm)^{0,5}$	0,25
Velocidad en tubería de entrada (ve - m/s)	RAS 2000	1
Diámetro tubería de entrada (de - m)	$de = (4 \times Q / 3,1416 / ve)^{0,5}$	0,04

Gradiente hidráulico (G - s ⁻¹)	$G = (P/\mu)^{0,5}$ donde P en Kg-/s-m ² . y μ en Kg-s/m ² Nota. Asignar a G un valor entre 1000 y 3000 para permitir una buena mezcla.	2000	
Potencia hidráulica por unidad de volumen disipada en el mezclador (P - Kg/ s-m ²)	$P = (G^2 \times \mu)$ Nota. Ver valor de μ en tabla de propiedades físicas del agua, con la temperatura de operación.	4.560.000	
Perdida hidráulica h _f para producir el gradiente requerido (m)	$h_f = P \times V_m / Y \times Q$ donde : Y = peso específico del agua kg/m ³ . h _f = Perdida de carga en el mezclador Nota . Para producir está perdida se dispone de una válvula en la entrada del mezclador	0,06	
Disposición del mezclador.	De acuerdo al dimensionamiento anterior se recomienda construir un mezclador de forma cilíndrica vertical con flujo helicoidal, de con las siguientes características:		
		Diámetro, D-m	0,25
		Altura, h-m	0,40
Diámetro de conexión, D-Pulg.	1,77		

Fuente: HTA Aguas de Los Andes

Ilustración 21 Esquema de operación del mezclador



Fuente: HTA Aguas de Los Andes

7.2.8.13 Floculación.

El sistema seleccionado es un floculador de lecho poroso. La floculación ocurre durante el paso del agua a través de los espacios del lecho en el interior del floculador. El floculador lo conforman varios compartimientos conectados en paralelo para permitir realizar el lavado del lecho por retroflujo accionando un conjunto de válvulas. A continuación se presenta el dimensionamiento.

Tabla 22 Cálculos del *floculador*

Parámetro	Expresión	Valor
Caudal de operación (Q - lps)	De diseño	1,5
Numero de cámaras de floculación. N _f	Cuando el caudal es muy grande es conveniente disponer de varios floculadores en paralelo para limitar el tamaño de los mismos	1
Caudal de cada floculador (Q _f - lps)	$Q_f = Q_d / N_f$	1,5
Tiempo de floculación sobre el lecho(T _f - min)	De diseño. Se recomienda para este tipo de floculadores mayor que 5 min	10
Volumen del lecho V _f (m ³)	$V_f = Q \times T_f$	0,95
Velocidad de flujo v _f (m/día)	$v_f = Q / A$ se asignan valores entre 80 y 300 m/día. Teniendo en cuenta que para mayores velocidades se presenta mayor pérdida de carga y turbiedades altas requieren velocidades muy bajas	120
Altura del lecho H _{lf} (m)	$H_{lf} = V_f / A_f$	1,36
Temperatura del agua °C	Condiciones del proyecto	22,00
Viscosidad cinemática (m ² /s/)	de propiedades físicas del agua	9,70E-07

Diámetro de gravas (d_g - m)	del proyecto, Se utilizan tres tipos de gravas para causar diferentes gradientes de velocidad, para el cálculo de la pérdida hidráulica se utiliza el diámetro promedio.	0,004
Numero de Reynolds Re	$Re = v_f \times d_g / \nu$ donde $v_f =$ velocidad de flujo $d_g =$ diámetro prom de grava $\nu =$ Viscosidad Re debe ser mayor que 6 para evitar que se presente flujo laminar dentro del medio poroso.	5,73
Factor de fricción f	$f = 150 \times ((1-p)/Re) + 1,75$ donde p= porosidad de la grava que generalmente es 0,4	17,46
Pérdida de energía (H_f - m)	$H_f = f/\alpha \times ((1-p)/p^3) \times H \times v^2/d_g \times g$ donde α factor de forma que generalmente es 0,8, p= porosidad generalmente 0,4 para este tipo de grava.	0,014
Gradiente hidráulico (G - s^{-1})	$G = (g \times H_f / p / \nu / t)^{0,5}$ donde $\nu =$ viscosidad cinemática	24,01
Constante de Camp (Gt)	$Gt = G \times T_f$. debe estar entre 14000 y 16000 para obtener buenas eficiencias	14407,19
Área de floculación m^2	$A_f = V_f / H_{f1}$	0,70

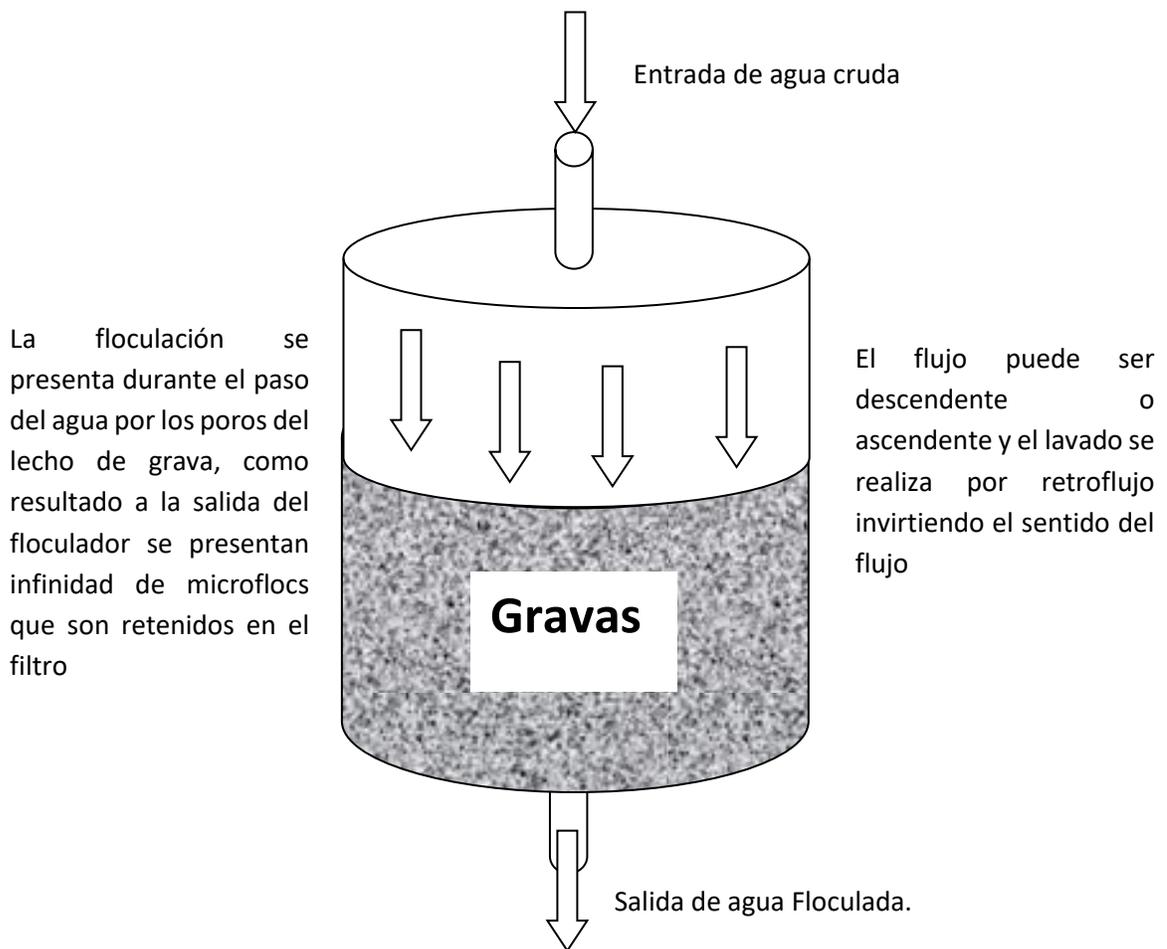
PROPUESTA DE DISEÑO DE UN ACUEDUCTO EN LA VEREDA MONQUIJA (SOGAMOSO)

Diámetro de cada Floculador (df - m)	$df = ((4 \times Af) / \pi)^{0,5}$ Asumiendo que el floculador es de forma cilíndrica disposición vertical, flujo ascendente y lavado descendente por inversión del flujo.	0,94
Altura de floculador por encima del lecho. Hs – m	Se requiere disponer un volumen en la parte superior del lecho para aumentar el tiempo de retención y permitir la formación de un microfloc adecuado.	0,50
Altura total del floculador m	$Ht = Hf + Hs$	1,86
Volumen total de cada floculador V _{ff} - m ³	$V_{ff} = \pi/4 \times Df^2 \times Ht$	1,30
Tiempo de residencia en el lecho del floculador T _{rf} - min	$T_{rf} = (H_{Lf} \times \%P) / V_{ff}$ donde %P = Porosidad del lecho aprox 0,4; el tiempo de residencia debe ser mayor de 5 min	6,53
Velocidad en tubería de entrada (ve - m/s)	RAS 2000 menor que 1 m/s	1
Diámetro tubería de entrada (de - m)	$de = (4 \times Q / 3,1416 / ve)^{0,5}$	0,04
Disposición del Floculador	De los anteriores cálculos se decide disponer un sistema de floculación así:	
	Numero de floculadores	1,00
	Altura. H-m	1,86

	Diámetro. D-m	0,94
	Diámetro de conexión. D-Pulg	1,77

Fuente: HTA Aguas de Los Andes

Ilustración 22 Esquema de operación del floculador de lecho poroso



Fuente: HTA Aguas de Los Andes

7.2.8.14 Sedimentación

Como el sistema seleccionado corresponde a un sistema de filtración directa el proceso de sedimentación no se requiere debido a que en el floculador se produce un floc demasiado pequeño que no se decantaría en el sedimentador, razón por la cual se pasa directamente a los filtros.

7.2.8.15 Filtración

Se presenta en el interior de un lecho del tipo múltiple de antracita y arenas gradadas del tipo silíceas, con colector de fondo que permite uniformidad de flujo. La filtración se presenta en compartimientos convenientemente dispuestos para permitir el lavado de los lechos por retroflujo.

La velocidad de filtrado juega un papel importante pues de ella depende en gran medida la eficiencia tanto del proceso de filtrado como de la carrera de filtrado la tasa de filtrado para este tipo de operación se recomienda que sea del orden de 120 m/día

Tabla 23 cálculos para la filtración

Parámetro	Expresión	Valor
Caudal de operación (Q - lps)	De diseño	1,5
Velocidad de flujo v_f (m/día)	$v_f = Q / A$ se asignan valores entre 80 y 240 m/dia. Teniendo en cuenta que para mayores velocidades se presenta mayor pérdida de carga	100
Área de filtración A_f (m ²)	$A_f = (Q / v_f)$	1,37
Diámetro de filtración D_f – m	$D_f = (4 \times A_f) / \pi$ Asumiendo que el floculador es de forma cilíndrica, disposición vertical de flujo descendente y lavado ascendente por retroflujo alimentado de otro filtro.	1,32

Número total de Filtros. N_f	Para permitir la operación de lavado por retroflujo de los Filtros se dispone de dos o más compartimientos	2,00
Diámetro de cada Filtro (d_f - m)	$d_f = ((4 \times A_f) / \pi \times N_f)^{0,5}$ Asumiendo que el floculador es de forma cilíndrica	0,93
Altura del lecho del filtro. H_{if} -m	RAS 2000 0,2 m de arena 8-14 TA, 0,15 m de arena 14-20 TA, 0,35 m de arena 20-40 TA y 0,3 m de antracita TE 1,1 mm	0,9
Altura de expansión para lavado del filtro. H_{ef} -m.	RAS 2000	0,4
Velocidad en tubería de entrada (v_e - m/s)	RAS 2000	1
Diámetro tubería de entrada (d_e - m)	$d_e = (4 \times Q / 3,1416 / v_e)^{0,5}$	0,04
Disposición del Filtro.	De los anteriores cálculos se decide disponer un Filtro de las siguientes características:	
	Altura del cuerpo del filtro. H-m	1,40
	Diámetro. D-m	0,93
	Diámetro de conexión. D-Pulg.	1,77

Fuente: HTA Aguas de Los Andes

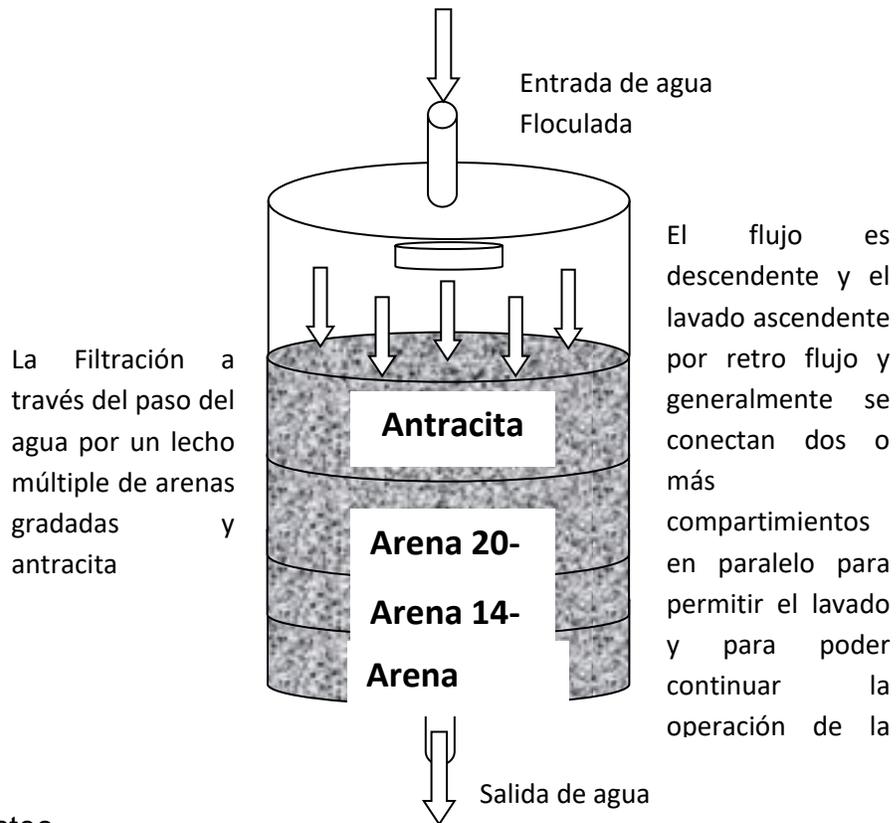
La altura del filtro depende de la cantidad de lecho filtrante y del volumen para la expansión del lecho durante el lavado, Usando una composición estándar para la altura del lecho del filtro tomamos así las alturas

Tabla 24 Espesores del lecho para la filtración

Tipo de arena	Tamaño	Espesor de capa
Arena 8-14 tamiz Americano	T.E. 0,45-0,55 mm	0,2 m
Arena 14-20 tamiz Americano	T.E. 0,45-0,55 mm	0,1 m
Arena 14-20 tamiz Americano	T.E. 0,45-0,55 mm	0,35 m
Antracita	T.E. 0,45-0,55 mm	0,3 m
Expansión de lecho		0,25 m
Total Altura del tanque		1,20 m

Fuente: Autores

Ilustración 23 Esquema de operación del filtro



Fuente: Aguasistec

7.2.8.16 Retrolavado

Parámetro	Expresión	Valor
Caudal de operación (Q - lps)	De diseño	1,5
Velocidad de fluidificación de la antracita v_f (m/día)	De ensayos de laboratorio para tamaño efectivo de 0,9 mm	130
Caudal de lavado por filtro Q_l (lps)	$Q_l = v_f \times A_f$	1,03

7.2.8.17 Múltiple de interconexión

Parámetro	Expresión	Valor
Caudal de operación (Q - lps)	De diseño	1,5
Velocidad v_e (m/s)	Recomendación de RAS 2000	1
Diámetro en principal D_p (pulg)	$D_p = (4 \times Q / \pi / v_e)^{0,5}$	1,77

7.3 MODELACIÓN EN EPANET

El programa utilizado es EPANET 2.0 el cual lleva a cabo la modelación y simulación hidráulica de la red propuesta.

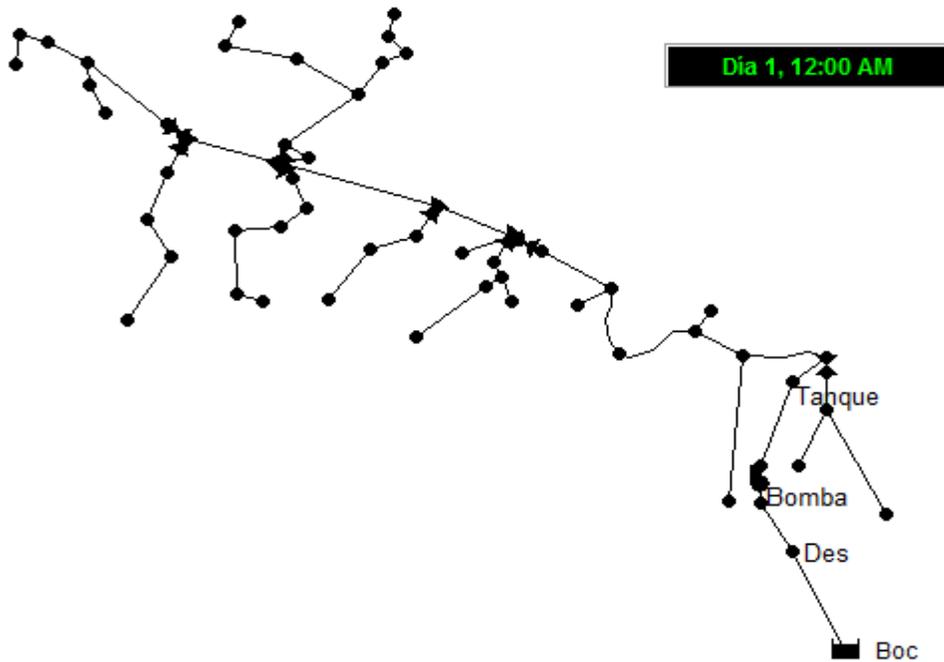
El diseño hidráulico de la red tiene el siguiente criterio:

- El RAS 2017 sugiere que para nivel bajo de complejidad el caudal de diseño será el caudal máximo horario (QMH).

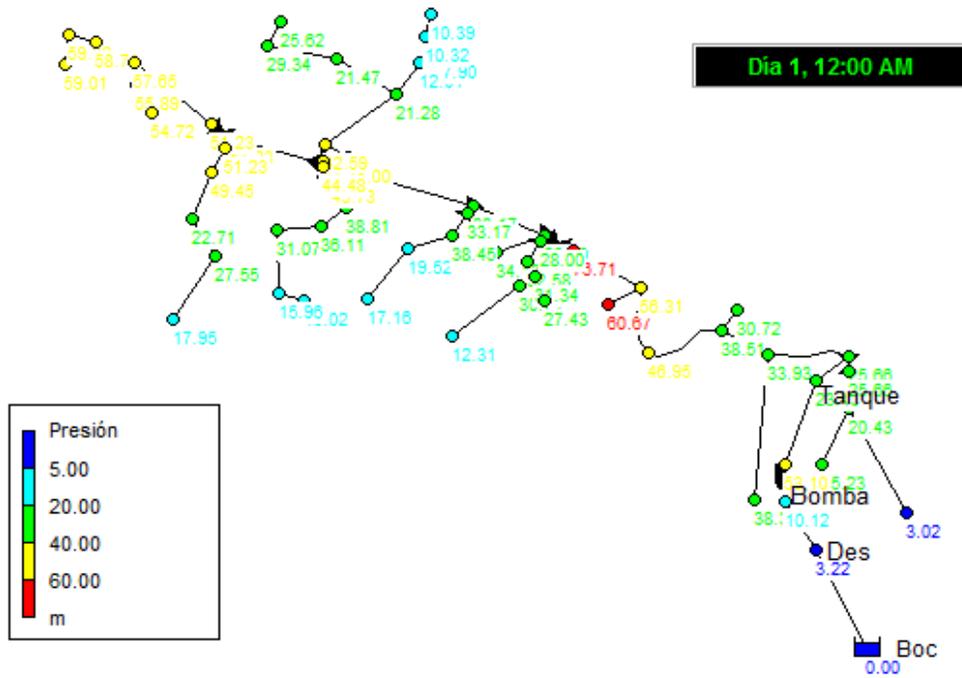
El caudal de diseño usado para el diseño de la red es el caudal máximo horario por usuario que es aproximadamente de

$$\frac{QMH}{Num. casas} = \frac{1,579}{40} = 0,0394 \approx 0,04$$

Ilustración 24 Modelo hidráulico de la red de aducción y distribución

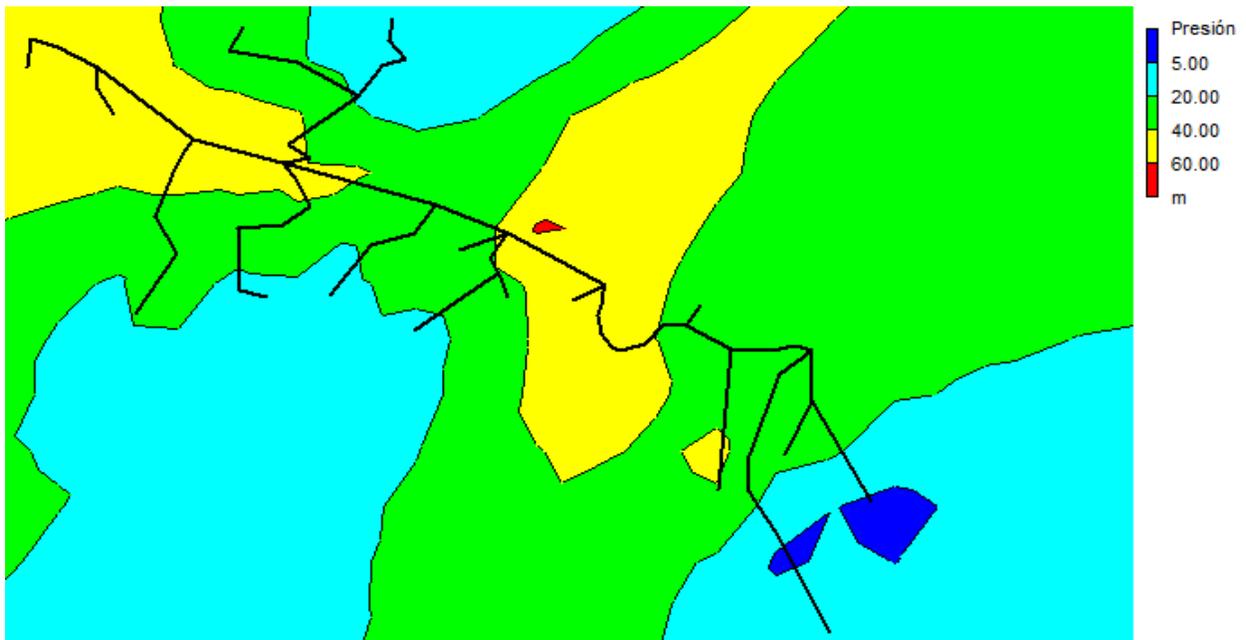


Fuente: Autores



Fuente: Autores

Ilustración 25 vista general del sistema de abastecimiento



Fuente: Autores

7.3.1 Análisis de modelación en EPANET

Después de haber hecho la respectiva modelación de la red de distribución del acueducto se encontró que la simulación de la red se produjo con éxito, con los siguientes parámetros:

- Presión: Es necesario realizar bombeo desde el desarenador hasta la planta de tratamiento para garantizar que la conducción del agua llegue con la presión mínima 10 m.c.a como indica la resolución 0330 de 2017 establece la presión mínima para la red de distribución y la presión máxima de 60 m.c.a.

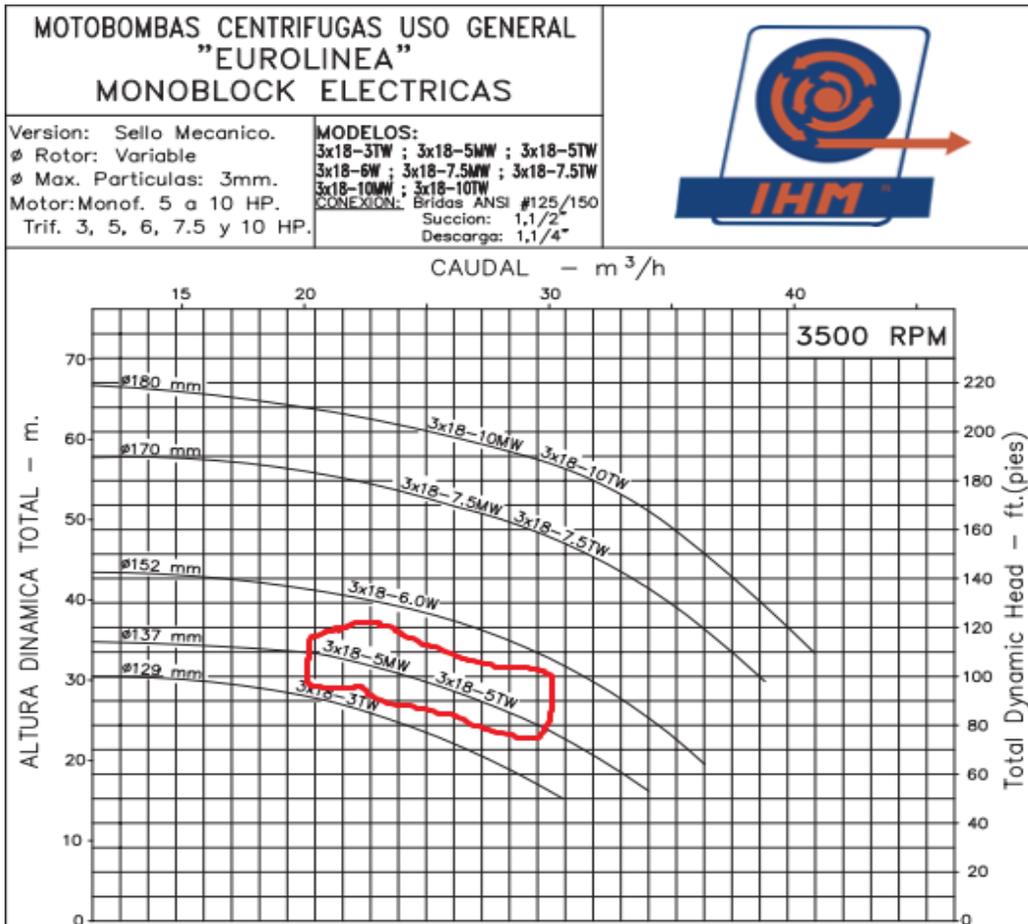
Tabla 24 Presiones mínimas en la red de distribución

NIVEL DE COMPLEJIDAD	PRESIÓN MÍNIMA (KPA)	PRESIÓN MÍNIMA (METROS)
Bajo	98,1	10
Medio	98,1	10
Medio alto	147,2	15
Alto	147,2	15

Fuente: RAS 2017(p. B142)

- La bomba que se instalara será una bomba centrifuga de la familia euro línea eléctrica 3x18 – 5MW de la empresa Ignacio Gómez IHM SAS, curva característica y especificaciones (ver anexo H)

Ilustración 26 curva característica bomba 3x18 – 5MW



Fuente: Bombas Ignacio Gómez

- Entre la conexión 58 y 59 es necesario instalar una válvula reductora con una consigna de 30 para proteger la integridad de la red, reduciendo la presión de tal manera que conlleve a cumplir las presiones máximas que otorga la Res. 0330 2017.
- Con respecto a la velocidad se observa que debido a la topografía se maneja velocidades que permiten que haya flujo con sedimento, de igual manera en la partes altas a pesar que la presión disminuye notablemente sigue manteniendo una velocidad media que no permitiría sedimentación.

7.3.2 Diámetro de tubería y tipo de material

Con la modelación realizada en EPANET los diámetros resultantes serán los utilizados, el material recomendado para la construcción de la red es PVC teniendo en cuenta que brinda ventajas de durabilidad, manejo en la instalación y economía.

- Los diámetros que maneja la red de distribución son de 2" (dos pulgadas) - 1 1/2" (pulgada y media) - 1" (una pulgada) - 3/4" (tres cuartos de pulgada) (Ver Anexo L)
- La tubería utilizada para la modelación es del manual PAVCO con un RDE 21 PVC y una presión de trabajo máxima de 200 PSI y RDE 13.5 PVC Con una presión de trabajo de 315 psi y RDE 11 PVC con presión de trabajo de 400 psi

Ilustración 27 Tuberías de presión PAVCO

		Tuberías Presión PAVCO							
Diámetro Nominal		Referencia	Peso	Diámetro Exterior Promedio		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Promedio	
mm	puig.		g/m	mm	puig.	mm	puig.	mm	
RDE 9 PVC									
Presión de Trabajo a 23°C: 500 PSI									
RDE 11 PVC									
Presión de Trabajo a 23°C: 400 PSI									
RDE 13.5 PVC									
Presión de Trabajo a 23°C: 315 PSI									
RDE 21 PVC									
Presión de Trabajo a 23°C: 200 PSI									
21	1/2	2900266	218	21.34	0.84	2.37	0.09	16.60	
26	3/4	2900210	304	26.67	1.05	2.43	0.09	21.81	
21	1/2	2902449	157	21.34	0.84	1.58	0.06	18.18	
33	1	2900213	264	33.40	1.31	2.46	0.09	28.48	
26	3/4	2900237	189	26.7	1.05	1.52	0.06	23.63	
33	1	2900220	252	33.4	1.31	1.60	0.06	30.20	
42	1.1/4	2900225	395	42.2	1.66	2.01	0.08	38.14	
48	1.1/2	2902450	514	48.3	1.90	2.29	0.09	43.68	
60	2	2902453	811	60.3	2.37	2.87	0.11	54.58	
73	2.1/2	2900230	1185	73.0	2.87	3.48	0.14	66.07	
88	3	2900233	1761	88.9	3.50	4.24	0.17	80.42	
114	4	2900240	2904	114.3	4.50	5.44	0.21	103.42	
168	6	2904616	5835	168.3	6.62	8.03	0.32	152.22	
RDE 26 PVC									
Presión de Trabajo a 23°C: 160 PSI									
60	2	2900246	655	60.3	2.37	2.31	0.09	55.70	
73	2.1/2	2900248	964	73.0	2.87	2.79	0.11	67.45	
88	3	2900251	1438	88.9	3.50	3.43	0.13	82.04	
114	4	2900254	2376	114.3	4.50	4.39	0.17	105.52	
168	6	2904617	4759	168.3	6.62	6.48	0.25	155.32	
RDE 32.5 PVC									
Presión de Trabajo a 23°C: 125 PSI									
88	3	2900256	1157	88.9	3.50	2.74	0.11	83.42	
114	4	2900258	1904	114.3	4.50	3.51	0.14	107.28	
RDE 41 PVC									
Presión de Trabajo a 23°C: 100 PSI									
114	4	2900261	1535	114.3	4.50	2.79	0.11	108.72	

Para Tuberías de 8", 10", 12", 14", 16", 18" y 20" de diámetro véase nuestro Manual Técnico Unión Platino. La longitud normal de los tramos es de 6mt. La Tubería no debe roscarse.

Fuente: Manual técnico tubosistemas PAVCO presión PVC (pg.7)

7.4 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Por las características de la red se sugiere usar un tanque de distribución, dado que el tanque estaría ubicado antes de la red de distribución.

Para el diseño hidráulico del tanque es aconsejable generar una curva de consumo horario de la población, dado que no se cuenta con los datos necesarios para generar una curva de este tipo, la Res. 0330/2017 afirma: "En el nivel bajo de complejidad, si no existen datos que describan las curvas de variación del consumo horario, el volumen almacenado será igual a 1/3 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día de máximo consumo, garantizando en todo momento las presiones adecuadas"(p199 Res. 0330/2017).

Por la complejidad del acceso a la zona y teniendo en cuenta un posible daño en las estructuras de captación, se propone tomar un tiempo de contingencia de 2 días, lo que permitirá solucionar cualquier daño sin la necesidad de interrumpir el servicio.

Por lo cual, el volumen del tanque es:

$$V = \frac{1}{3} * QMD * t \text{ contingencia}$$

Dónde:

V= volumen tanque (m³).

QMD= caudal máximo diario (L/s).

T contingencia= tiempo de contingencia (s)

$$V = \frac{1}{3} * 0,987 * (86400 * 2)$$

$$V = 56,851 \text{ m}^3$$

Por facilidad de limpieza, procesos constructivos e higiene el tanque de almacenamiento es un geotanque prefabricado de tipo australiano (empresa Geosinc S.A.S), con capacidad de 66.922 l = 66,9 m³ con las siguientes dimensiones: diámetro = 5,96 m; altura = 2,4 m.

Los Geotanques son estructuras circulares para el almacenamiento de agua, químicos y otra sustancia que se requiera; posee múltiples ventajas como que es fácilmente removible, sismoresistente, bajo costo y su reparación es muy sencilla; están fabricados con estructura metálica rígida totalmente galvanizada, la cual garantiza una excelente resistencia a las presiones laterales ejercidas por los fluidos que se almacenen y recubierto por una geomembrana de Polipropileno Flexible Cal 40 Mils – Blanco /Negro ó HDPE, que garantiza un excelente resistencia mecánica, flexibilidad, resistencia a los rayos ultravioleta (UV), por consiguiente su duración es muy prolongada (hasta 25 años).

Características:

- Alta resistencia al impacto.
- Fácil de asear.
- Fácil instalación.
- No son atacados por hongos y bacterias.
- Están protegidos de la acción de los rayos ultravioleta.
- Bajo costo
- Gran durabilidad
- Sismoresistente
- Fácilmente Removible
- Alta resistencia mecánica

Ilustración 28 Modelo de tanque de almacenamiento



Fuente: <http://www.geosinc.org>

7.5 RECOMENDACIONES

Aprovechamiento del agua lluvia: Los usuarios objeto de la investigación, se encuentran localizados en áreas rurales, generando dos tipos de demanda diferente a suplir. Primero se encuentra la demanda destinada al consumo humano, representando el 62 % del consumo total, siendo el 38 % restante destinado al riego, aseo y demás labores relacionadas con la economía propia del sitio (agrícola). El porcentaje destinado a consumo no humano puede ser suplido por sistemas de aprovechamiento de agua lluvia y su óptimo sistema de tratamiento, para lo cual se propone:

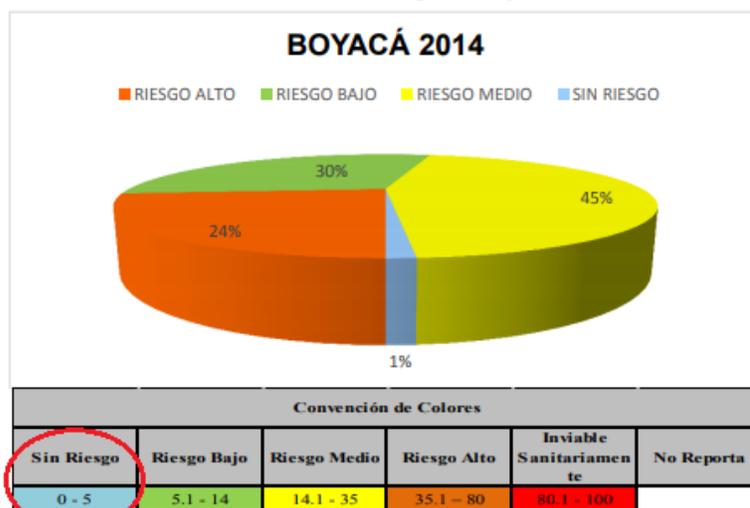
- Sistema de captación de agua lluvia adecuado por usuario, adecuado a las condiciones propias de cada lugar; con el objetivo de tener un sistema de canales y bajantes de materiales apropiados que abarquen la mayor área de captación posible.
- Almacenamiento del recurso captado, en tanques de especificaciones técnicas idóneas para una adecuada conservación del agua, con un volumen de almacenamiento suficiente para abastecer el sistema de tratamiento.
- Tratamiento del agua captada, con el fin de cumplir con parámetros mínimos de potabilidad, siendo los bebederos de ganado uno de los usos dado al recurso, se propone la instalación del sistema PTALL de la empresa EDUARDOÑO; planta con una capacidad de tratamiento de 1000l / día y costo de 2.660.000 pesos

Esta alternativa permite la construcción de una PTAP principal de menor capacidad y bajo costo, al reducirse el consumo del recurso tratado por la misma.

(Se adjunta ficha técnica de la PTALL y cotización)

Según “El informe nacional para la calidad el agua 2014” realizado por el ministerio de salud y protección social el IRCA rural (Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano) correspondiente a la ciudad de Sogamoso es de 0.08 sin riesgo.

Ilustración 26 Distribución del nivel de riesgo en Boyacá de acuerdo con el IRCA



Cuadro No. 11. Departamento de Boyacá

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL	CABECERA	RESTO	MUESTRAS RURALES	MUESTRAS URBANAS	TOTAL MUESTRAS REPORTADAS	MESES REPORTADOS	IRCA RURAL	IRCA URBANO	IRCA PROMEDIO	RIESGO
Tunja	184.820	177.050	7.770	80	114	194	11	38,34	0,41	16,05	RIESGO MEDIO
Almeida	1.802	277	1.525	12	9	21	9	70,67	2,27	41,36	RIESGO ALTO
San Mateo	3.784	1.478	2.306	11	9	20	9	50,54	5,06	30,07	RIESGO MEDIO
San Miguel de Sema	4.563	488	4.075	5	9	14	7	14,81	12,79	13,51	RIESGO BAJO
San Pablo de Borbur	10.564	1.310	9.254	7	10	17	8	66,62	0,92	27,97	RIESGO MEDIO
Santana	7.712	2.341	5.371	13	8	21	7	55,58	25,99	44,31	RIESGO ALTO
Santa María	4.042	2.318	1.724	7	6	13	7	50,83	11,35	32,61	RIESGO MEDIO
Santa Rosa de Viterbo	13.399	7.149	6.250	24	10	34	10	25,77	2,58	18,95	RIESGO MEDIO
Santa Sofía	2.745	728	2.017	22	10	32	9	80,97	17,11	61,01	RIESGO ALTO
Sativanorte	2.390	533	1.857	5	11	16	8	52,85	14,50	26,48	RIESGO MEDIO
Sativasur	1.133	271	862	7	9	16	9	45,23	8,95	24,82	RIESGO MEDIO
Siachoque	8.960	1.561	7.399	18	10	28	10	47,00	0,00	30,21	RIESGO MEDIO
Soatá	7.446	5.291	2.155	18	10	28	9	58,34	0,19	37,57	RIESGO ALTO
Socotá	8.333	1.057	7.276	12	10	22	9	83,55	0,00	45,57	RIESGO ALTO
Socha	7.194	3.621	3.573	22	6	28	8	34,02	11,00	44,95	RIESGO ALTO
Sogamoso	113.758	98.559	15.199	37	102	139	11	42,90	0,80	12,00	RIESGO BAJO
Somondoco	3.703	795	2.908	9	8	17	8	69,95	7,62	40,71	RIESGO ALTO
Sora	3.022	496	2.526	9	9	18	8	16,89	3,05	9,97	RIESGO BAJO
Sotaviviré	7.833	717	7.116	57	2	59	9	50,14	0,00	48,44	RIESGO ALTO

Fuente: Ministerio de Salud

De acuerdo con la información anterior se recomienda, la instalación de PTAP's con sistema de ultrafiltración por usuario, de esta manera la construcción de una

PTAP de altas especificaciones técnicas y costo elevado podría ser suplido por micro PTAP's adaptables a las condiciones propias de cada usuario, se recomienda la Planta de Ultrafiltración de agua potable.

Este tipo de tratamiento elimina el 99.999% de bacterias y el 99.999% de virus al atrapar los agentes patógenos en la membrana hueca de filtración con perforaciones de menor tamaño al de virus y bacterias.

(Se adjunta ficha técnica del producto)

<http://www.eduardono.com/ambiental/2/Ficha-planta-ultrafiltracion-agua-potable.pdf>

8 CONCLUSIONES

- Al realizar la visita a cada una de las viviendas se pudo evidenciar que la forma que se capta el recurso hídrico aun es artesanal por medio de mangueras, pozos profundos y en ocasiones aprovechando la escorrentía superficial debido a las precipitaciones.
- Se pudo evidenciar que las condiciones sanitarias en donde almacenan el recurso hídrico la mayoría de viviendas no cumple con los requerimientos mínimos para el adecuado almacenamiento sin despreciar el agua, se observan bastantes acometidas improvisadas sin el ideal sellamiento lo que genera goteo y baños en donde el escape de agua generaría sobre costos para el acueducto.
- Al realizar la modelación en EPANET de las líneas de conducción y aducción se observa que debido a la topografía se manejaría presiones y caudales ideales, con la necesidad de un sistema de bombeo que lleve el recurso hídrico desde el tanque de almacenamiento hasta la PTAP.
- Es así como después de realizar los estudios y cálculos pertinentes se logra el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la vereda Monquirá (Sogamoso - Boyacá) en donde se podría dar una solución a una problemática social que trae a su vez problemas de salubridad.

9. RECOMENDACIONES

- Diseñar y aplicar campañas masivas de educación ambiental dirigidas a toda la comunidad en la cual se busque principalmente la concientización y sensibilización por el buen uso de los recursos naturales, su importancia en el ecosistema especialmente el agua, para así generar una cultura de uso eficiente y ahorro.
- Generar conciencia para evitar el robo de agua en acueductos rurales donde las redes en muchos casos están a la vista, las acometidas son extensas permitiendo los contrabandos y acometidas clandestinas, donde la principal actividad de sustento es la ganadería y la agricultura que demandan agua permanentemente, nuevamente se ve la necesidad de educar al usuario antes de pensar en solo implementar medios de control.
- En la red modelada en EPANET 2.0 se evidencian presiones máximas de 90 m.c.a, si se requiere tener presiones máximas de 60 m.c.a se tiende a instalar a lo largo de la red válvulas que disminuyan las presiones en tales puntos.
- Mejorar la infraestructura en las acometidas internas de cada vivienda para optimizar el suministro de agua potable.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDÍA DE SOGAMOSO BOYACÁ (Secretaria Local de Salud, 2011).
- ARTURO M. Lauro Horacio. Diseño básico de acueductos y alcantarillados. Bogotá: Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá. 1998.
- BÁEZ NOGUERA, Jorge. Ingeniería ambiental. Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales. Barranquilla: Ediciones Uninorte, 2004. p. 60.
- López, R.A. (2003, julio). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Bogotá. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico:
- MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, COLOMBIA. Resolución 0330 (2017). Por la cual se dota el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico "RAS". Bogotá D.C.
- RIVAS M., Gustavo. Abastecimiento de Aguas y Alcantarillados. Caracas, Venezuela: Ediciones Vega. 1983.
- PRIETO BOLÍVAR, Carlos Jaime. El agua: Sus formas, efectos abastecimiento, daños y conservación. Bogotá. 2004. 2 ed. P 42. Ecoe ediciones.

ANEXOS

Anexo A cartera topográfica y plano

#	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
Δ1	11199190,73	1129892,02	2692,98	DELTA
Δ2	1120086,31	1129928,84	2698,10	DELTA
1	1119876,14	1129882,26	2678,12	FUEN
2	1119877,53	1129880,69	2678,52	FUEN
3	1119879,17	1129881,92	2677,36	FUEN
4	1119878,72	1129883,61	2677,57	FUEN
5	1119879,10	1129885,09	2677,57	FUEN
6	1119881,06	1129881,23	2677,04	FUEN
7	1119870,42	1129917,62	2677,59	RIO
8	1119876,83	1129909,28	2676,67	RIO
9	1119894,78	1129894,85	2678,12	SC
10	1119897,17	1129900,01	2680,11	SC
11	1119901,70	1129907,21	2684,65	SC
12	1119903,58	1129886,30	2675,18	SC
13	1119905,06	1129889,24	2676,38	SC
14	1119951,30	1129871,81	2672,34	SC
15	1119952,54	1129871,81	2672,34	SC
16	1119952,69	1129879,62	2673,74	SC
17	1119983,42	1129865,13	2666,07	SC
18	1119986,10	1129872,20	2670,03	SC
19	1119986,06	1129879,57	2670,03	SC
20	1119994,06	1129887,29	2672,91	SC
21	1120005,09	1129882,91	2672,41	SC
22	1120010,94	1129890,78	2674,48	SC
23	1120003,93	1129901,95	2677,96	SC
24	1119999,55	1129893,38	2675,11	SC
25	1120005,75	1129857,39	2659,22	RIO
26	1120018,94	1129869,72	2664,88	SC
27	1120019,22	1129876,13	2668,32	SC
28	1120021,15	1129883,71	2671,75	SC
29	1120045,17	1129837,97	2656,00	RIO
30	1120048,71	1129847,82	2659,40	SC
31	1120051,06	1129855,78	2662,79	SC
32	1120055,57	1129864,79	2665,84	SC
33	1120077,04	1129810,59	2654,05	RIO

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN ACUEDUCTO EN LA VEREDA MONQUIJA (SOGAMOSO)

	34	1120080,99	1129815,42	2658,05	SC
	35	1120085,84	1129824,31	2660,36	SC
	36	1120089,16	1129830,04	2661,78	SC
	37	1120086,72	1129797,51	2653,75	RIO
	38	1120093,16	1129804,38	2657,45	SC
	39	1120095,43	1129809,89	2660,61	SC
	40	1120097,33	1129816,53	2663,37	SC
	41	1120087,75	1129782,88	2659,40	SC
	42	1120091,56	1129782,51	2661,80	SC
	43	1120128,28	1129829,27	2682,82	C
	44	1120138,74	1129876,52	2687,63	C
Δ3		1120083,73	1129711,78	2660,62	DELTA
	45	1119958,45	1129951,73	2718,94	C
	46	1119962,30	1129956,34	2718,20	EJ
	47	1119977,41	1129960,93	2716,42	EJ
	48	1120013,76	1129964,93	2711,62	EJ
	49	1120036,39	1129958,06	2707,45	EJ
	50	1120061,26	1129952,91	2703,29	EJ
	51	1120098,95	1129925,84	2695,79	EJ
	52	1120137,18	1129906,71	2690,41	EJ
	53	1120162,89	1129890,74	2687,48	EJ
	54	1120194,10	1129877,79	2683,02	PUE
	55	1120190,62	1129880,75	2683,36	PUE
	56	1120189,45	1129877,10	2683,28	PUE
	57	1120196,53	1129879,15	2683,15	PUE
	58	1120195,09	1129875,17	2683,15	PUE
	59	1120084,52	1129763,52	2652,88	RIO
	60	1120091,15	1129764,99	2654,55	SC
	61	1120093,54	1129767,00	2657,18	SC
	62	1120103,49	1129737,15	2655,03	RIO
	63	1120108,87	1129741,29	2655,03	SC
	64	1120113,43	1129744,84	2659,08	SC
	65	1120116,23	1129747,95	2661,97	SC
	66	1120118,90	1129718,13	2652,33	RIO
	67	1120138,67	1129727,48	2657,67	SC
	68	1120147,70	1129730,80	2659,08	SC
	69	1120158,63	1129733,85	2660,52	SC
	70	1120169,01	1129737,96	2662,29	SC
	71	1120179,61	1129743,24	2662,91	SC
	72	1120179,62	1129743,25	2662,91	PASO

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN ACUEDUCTO EN LA VEREDA MONQUIRA (SOGAMOSO)

	73	1120180,43	1129741,05	2662,07	PASO
	74	1120200,15	1129748,88	2662,78	PASO
	75	1120201,05	1129746,61	2662,81	PASO
	76	1120213,64	1129749,93	2665,91	SC
	77	1120219,33	1129751,95	2667,96	SC
	78	1120210,55	1129756,28	2668,20	SC
	79	1120222,29	1129741,62	2666,28	SC
Δ4		1120209,22	1129765,34	2672,14	DELTA
Δ5		1120248,02	1129742,60	2672524,00	DELTA
	80	1120203,09	1129870,58	2682,03	EJ
	81	1120205,05	1129839,58	2679,58	BV
	82	1120207,02	1129810,58	2676,65	EJ
	83	1120204,32	1129781,94	2673,36	BV
	84	1120216,23	1129761,74	2671,06	EJ
	85	1120232,87	1129742,64	2668,43	EJ
	86	1120242,90	1129756,93	2676,22	C
Δ6		1120215,99	1129677,09	2664,08	DELTA
	87	1120234,35	1129732,65	2667,15	EJ
	88	1120225,36	1129703,67	2663,19	EJ
	89	1120204,75	1129676,06	2660,16	EJ
	90	1120203,96	1129662,87	2659,39	EJ
	91	1120213,36	1129650,56	2658,35	EJ
Δ7		1120226,78	1129646,01	2657,62	DELTA
Δ8		1120259,87	1129644,92	2654,80	DELTA
	92	1120276,56	1129647,81	2649,47	EJ
	93	1120323,03	1129600,67	2638,25	EJ
	94	1120333,66	1129579,07	2634,27	EJ
	95	1120262,02	1129553,45	2628,67	C
Δ9		1120333,61	1129413,34	2635,66	DELTA
Δ10		1120304,27	1129425,43	2638,15	DELTA
	96	1120221,13	1129458,14	2643,71	C
	97	1120284,08	1129534,46	2625,88	C
	98	1120288,89	1129538,27	2624,77	C
	99	1120308,02	1129538,27	2623,60	EJ
	100	1120319,81	1129504,11	2622,20	C
	101	1120326,24	1129501,96	2621,04	EJ
	102	1120340,99	1129481,22	2618,74	EJ
	103	1120346,31	1129458,76	2617,46	C
	104	1120319,75	1129411,40	2636,35	C
	105	1120267,50	1129361,53	2638,66	C

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN ACUEDUCTO EN LA VEREDA MONQUIRA (SOGAMOSO)

	106	1120262,76	1129298,47	2638,65	C
	107	1120344,10	1129532,76	2628,34	EJ
	108	1120353,26	1129517,31	2626,07	EJ
	109	1120382,67	1129449,58	2618,57	EJ
	110	1120391,17	1129420,32	2615,17	EJ
Δ11		1120325,88	1129387,91	2635,53	DELTA
	111	1120349,45	1129480,33	2615,00	RIO
	112	1120336,45	1129502,78	2615,89	RIO
	113	1120330,13	1129521,79	2617,90	RIO
	114	1120318,33	1129540,97	2617,78	RIO
Δ12		1120306,60	1129270,02	2632,74	DELTA
	115	1120274,52	1129274,78	2638,73	C
	116	1120313,14	1129198,21	2627,37	C
	117	1120240,38	1129150,73	2636,91	C
	118	1120338,02	1129261,03	2623,67	C
	119	1120350,59	1129312,85	2618,73	C
	120	1120364,30	1129343,10	2616,12	C
	121	1120381,70	1129325,32	2612,53	RIO
	122	1120387,09	1129306,33	2608,98	RIO
	123	1120385,75	1129277,12	2606,42	RIO
	124	1120388,87	1129266,00	2605,66	RIO
	125	1120401,39	1129253,87	2604,17	RIO
	126	1120411,20	1129197,76	2605,61	C
	127	1120436,87	1129263,77	2609,17	EJ
	128	1120426,91	1129287,65	2609,82	EJ
	129	1120417,06	1129287,65	2610,76	EJ
	130	1120412,83	1129308,65	2611,46	C
	131	1120428,39	1129345,72	2611,65	C
	132	1120406,18	1129345,72	2611,92	EJ
	133	1120413,49	1129344,48	2612,71	C
	134	1120423,71	1129287,34	2610,09	C
	135	1120521,73	1129337,50	2631,60	C
	136	1120541,74	1129260,60	2623,43	C
	137	1120566,45	1129280,12	2627,12	C
	138	1120484,61	1129404,32	2631,92	C
	139	1120530,83	1129427,26	2641,06	C
	140	1120530,83	1129444,13	2645,14	C
	141	1120549,38	1129432,56	2642,63	C
	142	1120572,46	1129409,17	2642,54	C
	143	1120442,15	1129215,16	2603,95	EJ

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN ACUEDUCTO EN LA VEREDA MONQUIJA (SOGAMOSO)

	144	1120439,70	1129209,54	2603,96	RIO
	145	1120354,40	1129181,52	2632,24	C
	146	1120470,74	1129139,80	2600,37	C
	147	1120499,63	1129127,70	2599,23	C
	148	1120533,85	1129112,18	2598,75	EJ
	149	1120535,14	1129081,71	2596,80	EJ
	150	1120540,10	1129071,01	2596,38	EJ
	151	1120540,14	1129070,98	2596,37	C
	152	1120532,16	1129047,18	2595,95	C
	153	1120551,44	1129048,29	2595,16	C
	154	1120551,54	1129045,95	2595,12	EJ
	155	1120561,96	1129027,07	2594,46	EJ
	156	1120554,48	1129033,68	2593,41	RIO
	157	1120535,12	1129060,67	2595,30	RIO
	158	1120523,01	1129092,93	2595,47	RIO
	159	1120512,84	1129132,98	2597,52	RIO
	160	1120494,82	1129164,91	2599,95	EJ

Anexo B trabajo de campo, levantamiento topográfico



Fuente: autoría propia

Anexo C trabajo de campo, levantamiento topográfico



Fuente: autoría propia

Anexo D trabajo de campo, levantamiento topográfico



Fuente: autoría propia

Anexo E trabajo de campo, levantamiento topográfico



Fuente: autoría propia

Anexo F. Formato de encuesta a realizar a la comunidad

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 1.	UBICACION VEREDA MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO: _____	EPS: _____	EDUCACION: _____	
Fuente de captación actual:	Red distribución:	Estado Red:	
SITUACION ACTUAL DEL SISTEMA HIDRAULICO DE LA VIVIENDA			
REGISTRO FOTOGRAFICO	REGISTRO FOTOGRAFICO	REGISTRO FOTOGRAFICO	REGISTRO FOTOGRAFICO
VALORACIÓN:			
DESCRIPCION	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
✚ CONTADOR			
✚ TANQUE DE ALMACENAMIENTO			
✚ TANQUE DE LAVADO			
✚ BANO			
✚ MANEJO DE REUSO DE AGUA			
✚ VERTIMIENTO			
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR:			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO:			
✓ TANQUE DE LAVADO:			
✓ BANO			
✓ REUSO DE AGUA			
✓ VERTIMIENTO:			

Fuente: autoría propia.

Anexo G. Encuestas realizadas

Encuesta N°1

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 4. <u>Osman Uriel Rodríguez</u>	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Secundaria	
Fuente de captación actual. No Cuenta	Red distribución.	Estado Red.	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCIÓN	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
🚰 CONTADOR	No cuenta		
🚰 TANQUE DE ALMACENAMIENTO	No cuenta		
🚰 TANQUE DE LAVADO	No cuenta		
🚰 BANO	No cuenta		
🚰 MANEJO DE REUSO DE AGUA	No cuenta		
🚰 VERTIMIENTO POZO SEPTICO	No cuenta		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: No cuenta			
✓ TANQUE DE LAVADO: No cuenta.			
✓ BANO: No cuenta			
✓ REUSO DE AGUA No cuenta			
✓ VERTIMIENTO. No cuenta			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 2.

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 5. Janeth Fernández	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Secundaria	
Fuente de captación actual. Q. Pintura	Red distribución. Manguera	Estado Red. Regular	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCION	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
✚ CONTADOR	No cuenta		
✚ TANQUE DE ALMACENAMIENTO			X
✚ TANQUE DE LAVADO		X	
✚ BANO	X		
✚ MANEJO DE REUSO DE AGUA			X
✚ VERTIMIENTO POZO SEPTICO	X		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Colocar Tanque de almacenamiento			
✓ TANQUE DE LAVADO: Mantenimiento de paredes del tanque.			
✓ BANO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios del sanitario y lavamanos.			
✓ REUSO DE AGUA – No hay Aprovechamiento del agua de reúso y no existe, recolección de aguas de lluvia.			
✓ VERTIMIENTO. Cuenta con pozo séptico			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 3

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 6. <u>Marleny</u> Fernández	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION secundaria	
Fuente de captación actual. Q. Pintura	Red distribución. Manguera	Estado Red. Regular	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCION	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
✚ CONTADOR	No cuenta		
✚ TANQUE DE ALMACENAMIENTO		X	
✚ TANQUE DE LAVADO	X		
✚ BANO	X		
✚ MANEJO DE REUSO DE AGUA			X
✚ VERTIMIENTO POZO SEPTICO	X		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Mantenimiento y limpieza del tanque y colocar accesorios de cierre-			
✓ TANQUE DE LAVADO: Mantenimiento preventivo del tanque			
✓ BANO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios del sanitario y lavamanos. Colocar ducha			
✓ REUSO DE AGUA – No hay Aprovechamiento del agua de reúso y no existe, recolección de aguas de lluvia.			
✓ VERTIMIENTO. Cuenta con pozo séptico			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 4

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 7. Juan Alberto Moreno	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual. Nacimiento	Red distribución. Manguera	Estado Red. Regular	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCION	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
🚰 CONTADOR	No cuenta		
🚰 TANQUE DE ALMACENAMIENTO	X		
🚰 TANQUE DE LAVADO		X	
🚰 BANO	X		
🚰 MANEJO DE REUSO DE AGUA		X	
🚰 VERTIMIENTO POZO SEPTICO	X		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Mantenimiento y limpieza del tanque			
✓ TANQUE DE LAVADO: Mantenimiento del tanque y colocar llave de cierre.			
✓ BANO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios del sanitario			
✓ REUSO DE AGUA Aprovechamiento del agua de reúso para riego de pastos y no existe, recolección de aguas de lluvia.			
✓ VERTIMIENTO. Cuenta con pozo séptico			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 5

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 8. <i>Claudia Milena Gutiérrez</i>	UBICACION <i>VEREDA: MONQUIRA</i> <i>SECTOR: Piedecuesta</i>	COORDENADAS X: Y: H:	
<i>ESTRATO. 1</i>	<i>EPS Sisben</i>	<i>EDUCACION Primaria</i>	
<i>Fuente de captación actual. No cuenta</i>	<i>Red distribución.</i>	<i>Estado Red.</i>	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCION	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
🚰 <i>CONTADOR</i>	<i>No cuenta</i>		
🚰 <i>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</i>	<i>No cuenta</i>		
🚰 <i>TANQUE DE LAVADO</i>	<i>No cuenta</i>		
🚰 <i>BANO</i>	<i>No cuenta</i>		
🚰 <i>MANEJO DE REUSO DE AGUA</i>	<i>No cuenta</i>		
🚰 <i>VERTIMIENTO Pozo séptico</i>	<i>No cuenta</i>		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: <i>No cuenta</i>			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: <i>No cuenta</i>			
✓ TANQUE DE LAVADO: <i>No cuenta</i>			
✓ BANO: <i>No cuenta</i>			
✓ REUSO DE AGUA <i>No cuenta</i>			
✓ VERTIMIENTO. <i>No cuenta</i>			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 6

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 9. Miguel Barrera	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual. Manantial	Red distribución. Manguera	Estado Red. Regular	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCION	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
🚰 CONTADOR	No cuenta		
🚰 TANQUE DE ALMACENAMIENTO			X
🚰 TANQUE DE LAVADO		X	
🚰 BANO			X
🚰 MANEJO DE REUSO DE AGUA		X	
🚰 VERTIMIENTO POZO SEPTICO		X	
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: No cuenta			
✓ TANQUE DE LAVADO: Mantenimiento del tanque y colocar llave de cierre.			
✓ BANO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios del sanitario y lavamanos. Colocar ducha			
✓ REUSO DE AGUA Aprovechamiento del agua de reúso para riego de pastos y no existe, recolección de aguas de lluvia.			
✓ VERTIMIENTO. Cuenta con pozo séptico en regular estado			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 7

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 10. María Hilda Gutiérrez	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual. No cuenta	Red distribución. Manguera	Estado Red. Regular	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCION	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
🔻 CONTADOR	No cuenta		
🔻 TANQUE DE ALMACENAMIENTO	No cuenta		
🔻 TANQUE DE LAVADO	No cuenta		
🔻 BANO	No cuenta		
🔻 MANEJO DE REUSO DE AGUA	No cuenta		
🔻 VERTIMIENTO POZO SEPTICO	No cuenta		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: No cuenta			
✓ TANQUE DE LAVADO: No cuenta			
✓ BANO: No cuenta			
✓ REUSO DE AGUA No cuenta			
✓ VERTIMIENTO. No Cuenta con pozo séptico			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 8

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 11. David Gutiérrez	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual. Q. Pintura	Red distribución. Manguera	Estado Red. Regular	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCION	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
✚ CONTADOR	No cuenta		
✚ TANQUE DE ALMACENAMIENTO	No cuenta		
✚ TANQUE DE LAVADO	No cuenta		
✚ BANO	No cuenta		
✚ MANEJO DE REUSO DE AGUA	No cuenta		
✚ VERTIMIENTO POZO SEPTICO	No cuenta		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: No cuenta			
✓ TANQUE DE LAVADO: No cuenta			
✓ BANO: No cuenta			
✓ REUSO DE AGUA No cuenta			
✓ VERTIMIENTO. No cuenta con pozo séptico			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 9

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 12. Saúl Rodríguez	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual. No cuenta.	Red distribución.	Estado Red.	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCION	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
✚ CONTADOR	No cuenta		
✚ TANQUE DE ALMACENAMIENTO	No cuenta		
✚ TANQUE DE LAVADO	No cuenta		
✚ BANO	No cuenta		
✚ MANEJO DE REUSO DE AGUA	No cuenta		
✚ VERTIMIENTO POZO SEPTICO	No cuenta		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: No cuenta			
✓ TANQUE DE LAVADO: No cuenta			
✓ BANO: No cuenta			
✓ REUSO DE AGUA No cuenta			
✓ VERTIMIENTO. No cuenta			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 10

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 13. Aura Alicia Gutiérrez	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual. Manantial	Red distribución. No cuenta	Estado	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
descripción	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
🚰 CONTADOR	No cuenta		
🚰 TANQUE DE ALMACENAMIENTO	No cuenta		
🚰 TANQUE DE LAVADO			X
🚰 BANO	No cuenta		
🚰 MANEJO DE REUSO DE AGUA	No cuenta		
🚰 VERTIMIENTO Pozo séptico	No cuenta		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: No cuenta			
✓ TANQUE DE LAVADO: Mantenimiento del tanque y colocar llave de cierre.			
✓ BANO: No cuenta			
✓ REUSO DE AGUA No cuenta.			
✓ VERTIMIENTO. No cuenta			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 11

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 14. Martha Cárdenas	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual. Manantial	Red distribución. No cuenta	Estado Red.	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCION	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
✚ CONTADOR	No cuenta		
✚ TANQUE DE ALMACENAMIENTO	No cuenta		
✚ TANQUE DE LAVADO	No cuenta		
✚ BANO	No cuenta		
✚ MANEJO DE REUSO DE AGUA	No cuenta		
✚ VERTIMIENTO Pozo séptico	No cuenta		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: No cuenta			
✓ TANQUE DE LAVADO: No cuenta			
✓ BANO: No cuenta			
✓ REUSO DE AGUA:			
✓ VERTIMIENTO No cuenta			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 12

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 15. Juan Antonio Sierra	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual. Zanja o Toma	Red distribución. Manguera	Estado Red. Regular	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCION	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
✚ CONTADOR	No cuenta		
✚ TANQUE DE ALMACENAMIENTO			X
✚ TANQUE DE LAVADO	No Cuenta		
✚ BANO		X	
✚ MANEJO DE REUSO DE AGUA			X
✚ VERTIMIENTO POZO SEPTICO	X		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: No cuenta			
✓ TANQUE DE LAVADO: No cuenta			
✓ BANO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios del sanitario y lavamanos. Colocar ducha			
✓ REUSO DE AGUA: Aprovechamiento del agua de reúso para riego de pastos y no existe, recolección de aguas de lluvia.			
✓ VERTIMIENTO. Cuenta con pozo séptico			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 13

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 15. Rafael Antonio Rodríguez	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual. Rio Monquirá	Red distribución. Manguera	Estado Red. Regular	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCIÓN	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
✚ CONTADOR	No cuenta		
✚ TANQUE DE ALMACENAMIENTO		X	
✚ TANQUE DE LAVADO	No Cuenta		
✚ BANO		X	
✚ MANEJO DE REUSO DE AGUA			X
✚ VERTIMIENTO POZO SEPTICO	X		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios			
✓ TANQUE DE LAVADO: No cuenta			
✓ BANO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios del sanitario y lavamanos. Colocar ducha			
✓ REUSO DE AGUA Aprovechamiento del agua de reúso para riego de pastos y no existe, recolección de aguas de lluvia.			
✓ VERTIMIENTO. Cuenta con pozo séptico			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 14

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 16. José Angel Rodríguez	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual. Rio Monquirá	Red distribución. Manguera	Estado Red. Regular	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCIÓN	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
✚ CONTADOR	No cuenta		
✚ TANQUE DE ALMACENAMIENTO		X	
✚ TANQUE DE LAVADO		X	
✚ BANO		X	
✚ MANEJO DE REUSO DE AGUA			X
✚ VERTIMIENTO POZO SEPTICO	X		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios			
✓ TANQUE DE LAVADO: Mantenimiento del tanque y colocar llave de cierre			
✓ BANO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios del sanitario y lavamanos.			
✓ REUSO DE AGUA No hay Aprovechamiento del agua de reúso no existe recolección de aguas de lluvia.			
✓ VERTIMIENTO. Cuenta con pozo séptico			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 15

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 17. Esperanza Alarcón	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual. No Cuenta.	Red distribución.	Estado Red.	
SITUACION ACTUAL DEL SISTEMA HIDRAULICO DE LA VIVIENDA			
La vivienda será construida a futuro			
VALORACIÓN			
DESCRIPCION	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
🚰 CONTADOR			
🚰 TANQUE DE ALMACENAMIENTO			
🚰 TANQUE DE LAVADO			
🚰 BANO			
🚰 MANEJO DE REUSO DE AGUA			
🚰 VERTIMIENTO POZO SEPTICO			
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Al construir se debe instalar el tanque adecuado y con accesorios óptimos			
✓ TANQUE DE LAVADO: Al construir se debe instalar el tanque adecuado y con accesorios óptimos			
✓ BANO: Construir con todos sus accesorios del sanitario, lavamanos y ducha			
✓ REUSO DE AGUA Aprovechamiento del agua de reúso para riego de pastoso huerta casera y recolección de aguas de lluvia.			
✓ VERTIMIENTO. Pozo séptico adecuado			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 16

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 18. Nelsy Rodríguez	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual.	Red distribución.	Estado Red.	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
La vivienda se construirá a futuro			
VALORACIÓN			
DESCRIPCIÓN	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
🔧 CONTADOR			
🔧 TANQUE DE ALMACENAMIENTO			
🔧 TANQUE DE LAVADO			
🔧 BANO			
🔧 MANEJO DE REUSO DE AGUA			
🔧 VERTIMIENTO POZO SEPTICO			
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Al construir se debe instalar el tanque adecuado y con accesorios óptimos			
✓ TANQUE DE LAVADO: Al construir se debe instalar el tanque adecuado y con accesorios óptimos			
✓ BANO: Construir con todos sus accesorios del sanitario, lavamanos y ducha			
✓ REUSO DE AGUA Aprovechamiento del agua de reuso para riego de pastoso huerta casera y recolección de aguas de lluvia.			
✓ VERTIMIENTO. Pozo séptico adecuado			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 17

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 19. Fredy Alexander Rodríguez	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Secundaria	
Fuente de captación actual.	Red distribución.	Estado	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
La vivienda será construida a futuro			
VALORACIÓN			
DESCRIPCIÓN	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
✚ CONTADOR			
✚ TANQUE DE ALMACENAMIENTO			
✚ TANQUE DE LAVADO			
✚ BANO			
✚ MANEJO DE REUSO DE AGUA			
✚ VERTIMIENTO POZO SEPTICO			
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Al construir se debe instalar el tanque adecuado y con accesorios óptimos			
✓ TANQUE DE LAVADO: Al construir se debe instalar el tanque adecuado y con accesorios óptimos			
✓ BANO: Construir con todos sus accesorios del sanitario, lavamanos y ducha			
✓ REUSO DE AGUA Aprovechamiento del agua de reúso para riego de pastoso huerta casera y recolección de aguas de lluvia.			
✓ VERTIMIENTO. Pozo séptico adecuado			

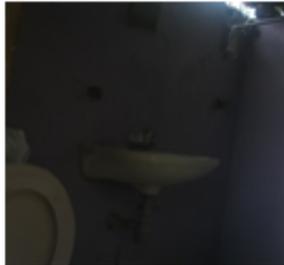
Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 18

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 20. Gilma Africano	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual. Rio <u>Monquirá</u>	Red distribución. Manguera	Estado Red. Regular	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCIÓN	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
✚ CONTADOR	No cuenta		
✚ TANQUE DE ALMACENAMIENTO		X	
✚ TANQUE DE LAVADO	No Cuenta		
✚ BANO		X	
✚ MANEJO DE REUSO DE AGUA			X
✚ VERTIMIENTO POZO SEPTICO	X		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Instalación adecuada del tanque para evitar fugas			
✓ TANQUE DE LAVADO: No cuenta			
✓ BANO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios del sanitario y lavamanos. Colocar ducha			
✓ REUSO DE AGUA Aprovechamiento del agua de reúso para riego de pastos y no existe, recolección de aguas de lluvia.			
✓ VERTIMIENTO. Cuenta con pozo séptico			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 19

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 21. Luis Antonio Pérez	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual. Manantial o Pozo	Red distribución. Manguera	Estado Red. Regular	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCIÓN	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
🚰 CONTADOR	No cuenta		
🚰 TANQUE DE ALMACENAMIENTO			X
🚰 TANQUE DE LAVADO		X	
🚰 BANO		X	
🚰 MANEJO DE REUSO DE AGUA			X
🚰 VERTIMIENTO POZO SEPTICO	X		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Instalar tanque de almacenamiento			
✓ TANQUE DE LAVADO: Mantenimiento y adecuación de Tanques de lavado, colocar llaves			
✓ BANO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios del sanitario y lavamanos. Colocar ducha			
✓ REUSO DE AGUA Aprovechamiento del agua de reúso para riego de pastos y no existe, recolección de aguas de lluvia.			
✓ VERTIMIENTO. Cuenta con pozo séptico			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 20

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 22. María Teresa Gutiérrez	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACIÓN Primaria	
Fuente de captación actual. Q. Pinturas	Red distribución. Manguera	Estado Red. Regular	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCIÓN	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
✚ CONTADOR	No cuenta		
✚ TANQUE DE ALMACENAMIENTO	No Cuenta		
✚ TANQUE DE LAVADO	No Cuenta		
✚ BANO	No Cuenta		
✚ MANEJO DE REUSO DE AGUA	No Cuenta		
✚ VERTIMIENTO POZO SEPTICO	No Cuenta		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Instalación adecuada del tanque con sus accesorios			
✓ TANQUE DE LAVADO: Construcción del tanque con sus accesorios de cierre			
✓ BANO: Construcción de baño			
✓ REUSO DE AGUA Aprovechar el agua de reúso para riego de pastos y recolección de aguas de lluvia.			
✓ VERTIMIENTO. No Cuenta con pozo séptico			

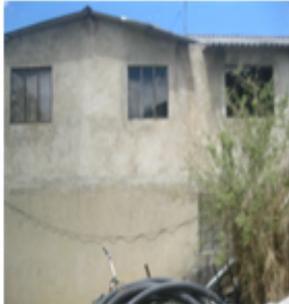
Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 21

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 23. Flor Imelda Rodríguez	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual. Rio Monquirá	Red distribución. Manguera	Estado Red. Regular	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCIÓN	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
✚ CONTADOR	No cuenta		
✚ TANQUE DE ALMACENAMIENTO	No cuenta		
✚ TANQUE DE LAVADO		X	
✚ BANO		X	
✚ MANEJO DE REUSO DE AGUA			X
✚ VERTIMIENTO POZO SEPTICO	X		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: No cuenta			
✓ TANQUE DE LAVADO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios colocar llave de cierre			
✓ BANO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios del sanitario y lavamanos. Colocar ducha			
✓ REUSO DE AGUA Aprovechar el agua de reúso para riego de pastoso huerta, no existe recolección de aguas de lluvia.			
✓ VERTIMIENTO. Cuenta con pozo séptico			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 22

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 24. María I Alvarez	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual. Rio Monquirá	Red distribución. Manguera	Estado Red. Regular	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCIÓN	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
🔧 CONTADOR	No cuenta		
🔧 TANQUE DE ALMACENAMIENTO		X	
🔧 TANQUE DE LAVADO		X	
🔧 BANO		X	
🔧 MANEJO DE REUSO DE AGUA			X
🔧 VERTIMIENTO POZO SEPTICO	X		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios			
✓ TANQUE DE LAVADO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios, colocar llave de cierre			
✓ BANO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios del sanitario y lavamanos. Colocar ducha			
✓ REUSO DE AGUA Aprovechar el agua de reúso para riego de pastos y no existe recolección de aguas de lluvia.			
✓ VERTIMIENTO. Cuenta con pozo séptico			

Fuente: autoría propia.

Encuesta N° 23

DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO POR UNIDAD FAMILIAR			
NOMBRE DEL USUARIO: 25. Lucila Barrera de Alvarado	UBICACION VEREDA: MONQUIRA SECTOR: Piedecuesta	COORDENADAS X: Y: H:	
ESTRATO. 1	EPS Sisben	EDUCACION Primaria	
Fuente de captación actual. Q. Pinturas	Red distribución. Manguera	Estado Red. Regular	
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA VIVIENDA			
			
VALORACIÓN			
DESCRIPCIÓN	BUEN ESTADO	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO
✚ CONTADOR	No cuenta		
✚ TANQUE DE ALMACENAMIENTO			X
✚ TANQUE DE LAVADO		X	
✚ BANO		X	
✚ MANEJO DE REUSO DE AGUA			X
✚ VERTIMIENTO POZO SEPTICO	X		
RECOMENDACIONES			
✓ CONTADOR: No cuenta			
✓ TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Instalación adecuada con sus accesorios del tanque			
✓ TANQUE DE LAVADO: Revisión y mantenimiento preventivo del tanque y colocar llave de cierre			
✓ BANO: Revisión y mantenimiento preventivo de accesorios del sanitario y lavamanos. Colocar ducha			
✓ REUSO DE AGUA aprovechar el agua de reuso para riego de pastos y no existe recolección de aguas de lluvia.			
✓ VERTIMIENTO. Cuenta con pozo séptico			

Fuente: autoría propia.

Anexo H. Especificaciones de la bomba

BOMBA 3x18-5MW

Referencia: 64616000A2



INFORMACIÓN TÉCNICA	
Conexión succión	1.1/2" NPT
Conexión descarga	1.1/4" NPT
Altura (ADT) Max	34 m
Caudal Max	145 GPM
Caudal medio	105 GPM
Altura media	30 m
Motor	Monofásico
Potencia	5 HP
Voltaje	220 V
Velocidad	3500 RPM
Peso	43 Kg
Dimensiones	0.54/0.35/0.38 Mts

Características

- Construida en hierro, con descarga coaxial, para trabajo pesado.
- Carcasa con anillo de fricción, bridada y ubicable en varias posiciones.
- Rotor cerrado balanceado mecánica e hidráulicamente.
- Obturación por sello mecánico con eje protegido por casquillo
- Tipo industrial robusta y extrafuerte.
- Motor monofásico odp.
- Para trabajo continuo

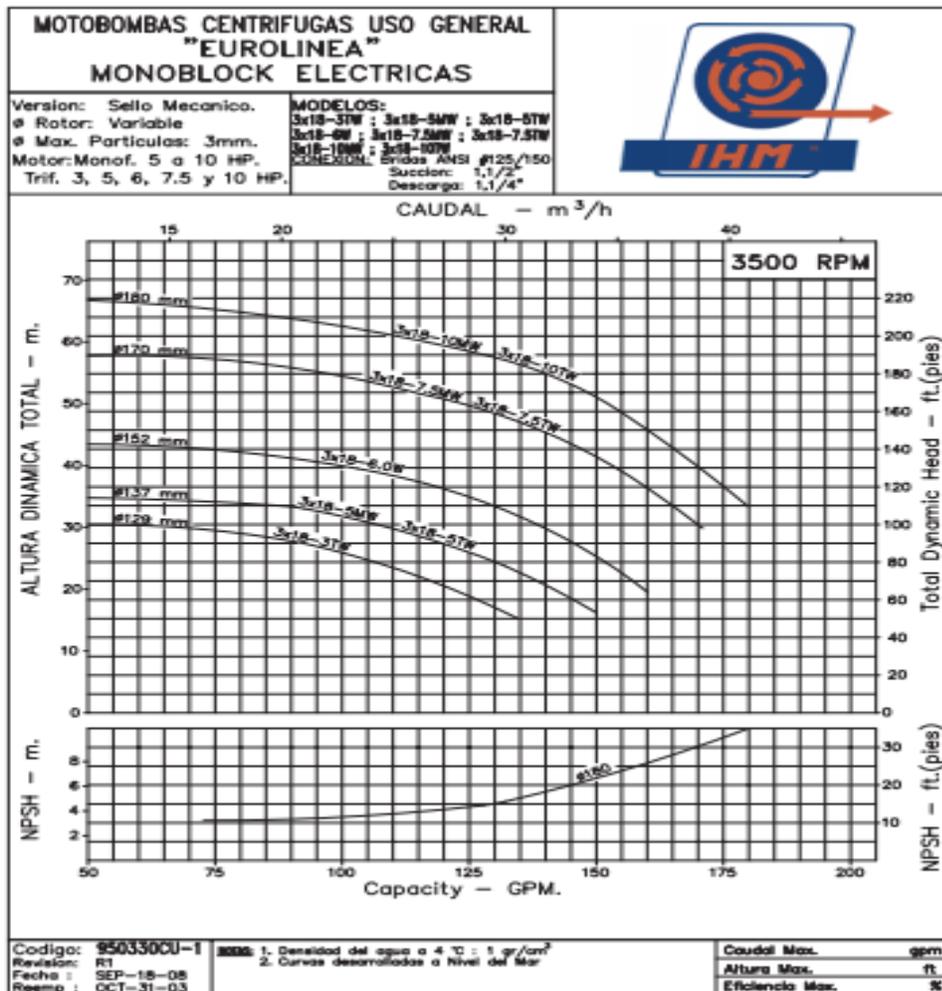
Aplicaciones

- Trasiego, drenajes y servicios generales en la industria
- Elevación de agua tanque bajo – tanque alto en acueductos
- Equipos de presurización de redes
- Sistemas de enfriamiento, recirculación y aire acondicionado
- Riego por aspersión, goteo y gravedad.
- Limpieza y lavado a presión
- Transferencia de líquidos e hidrocarburos
- Fuentes de aguas

Especificaciones

- Electrobomba construida en hierro gris cl.30 con anillo de fricción en bronce.
- Conexión de succión de 1.1/2" ansi #125 y descarga de 1.1/4" ansi #125
- Rotor cerrado en hierro, con paso de sólidos de 3 mm
- Obturación por sello mecánico carbón – cerámica de 1.1/4 tipo resorte largo.
- Con casquillo en acero inoxidable aisi 304.
- Motor monofásico odp de 5 hp – 220 voltios – 3500 rpm.

Curvas características bombas “Eurolinea”



Anexo. I Elementos hidráulicos EPANET 2.0

Anexo. J Planos Topográficos

Anexo. K Diseño Bocatoma y desarenador

