

Estudio para el montaje de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) tipo compacta, en
la vereda Cualamaná, municipio de Melgar Tolima.

Presentado por:

Jaiber Iván Cruz Cód. 1024507524

Directora trabajo de grado:

Ing. Ingrid Carolina Vega

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios

Especialización en gestión de proyectos

2019

Estudio para el montaje de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) tipo compacta, en
la vereda Cualamaná, municipio de Melgar Tolima.

Presentado por:

Jaiber Iván Cruz Cód. 1024507524

Trabajo de grado para optar al título de especialista en gestión de proyectos

Directora trabajo de grado:

Ing. Ingrid Carolina Vega

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios

Especialización en gestión de proyectos

2019

Tabla de Contenido

TÍTULO DEL PROYECTO	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
TÉRMINOS Y DEFINICIONES	11
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO 1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO	15
Antecedentes del Problema	15
Contexto donde se Presenta el Conflicto (Localización)	17
Conflicto.	18
Descripción del problema.	19
Sponsor del proyecto.	20
Acueducto veredal Cualamaná.	20
Arcadia municipal de Melgar.	20
Empresa de servicios públicos del municipio (Empumelgar E.S.P).	20
Multinacional petrolera (Perenco Oil and Gas Colombia Limited).	20
Stakeholders del proyecto.	21
Constricciones y restricciones del proyecto.	21
Preguntas sistematizadoras del proyecto	22
CAPITULO 2. JUSTIFICACIÓN	23
CAPITULO 3. OBJETIVOS	26
Objetivo General	26
Objetivos Específicos	26
Marco Legal	26

CAPITULO 4. DESARROLLO DEL PROYECTO APLICADO	30
Potabilización del Agua	30
Tipos de PTAP	30
Plantas convencional.	30
Planta compacta (seleccionado para el proyecto).	31
Ventajas del sistema compacto diseñado.	32
Planta presurizadas.	33
PTAP Abierta modular.	34
Ósmosis inversa. Serie B.	34
Proceso de potabilización del agua.	35
Captación.	35
Canalización.	35
Floculación.	36
Decantación.	36
Filtración.	36
Cloración o desinfección.	36
Alcalinización.	36
Distribución.	36
Diseño Metodológico	37
Medición del caudal de diseño.	37
Método de medición volumétrico (aplicado al proyecto).	37
Procedimiento de medición.	38
Solución del problema.	39
Muestreo manual (método aplicado para el proyecto).	40
Orden del muestreo.	40

Tipos de muestras.	40
Recipientes para recoger las muestras.	41
Recipiente para exámenes fisicoquímicos.	41
Recipiente para exámenes microbiológicos.	42
Limpieza de los recipientes y equipos de muestreo.	43
Para análisis fisicoquímico general.	43
Para análisis microbiológico.	43
Propuesta de planta potabilizadora.	46
Ubicación de la planta.	48
CAPITULO 5. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	49
Costos de la realización del proyecto	49
Presupuesto para el montaje planta de tratamiento	49
Estructura de descomposición del trabajo EDT o WBS	50
Programación de Obra	51
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	57
Anexo A. Cotización Aguafilter JF Ltda.	57
Anexo B. Cotización Acuatecnica S.A.S.	63

Índice de Tablas

Tabla 1.	26
Tabla 2.	46
Tabla 3.	49

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de la vereda Cualamaná.	17
Figura 2. Plantas convencionales.	30
Figura 3. Plantas compacta.	31
Figura 4. Planta Presurizadas.	33
Figura 5. PTAP abierta modula.	34
Figura 6. Ósmosis inversa. Serie B.	34
Figura 7. Esquema de potabilización del agua.	37
Figura 8. Procedimiento de medición.	38
Figura 9. Recipiente para exámenes fisicoquímicos.	41
Figura 10. Recipiente para exámenes microbiológicos.	42
Figura 11. Resultados de laboratorio.	45
Figura 12. Planta PTAP. Cumbal, Nariño, Aguafilter JF Ltda.	46
Figura 13. Plan de tratamiento compacta. Vereda Cualamaná.	50
Figura 14. Programación de la obra.	51

TÍTULO DEL PROYECTO

Estudio para el montaje de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) tipo compacta, en la vereda Cualamaná, municipio de Melgar Tolima.

RESUMEN

En el presente trabajo de proyecto aplicado, se evidencian los estudios y análisis técnicos realizados para la elaboración del montaje de una planta de tratamiento de agua potable tipo compacta, para la comunidad de la vereda Cualamaná ubicada en el municipio de Melgar Tolima. Éste se realizó por medio de la investigación de la actual calidad del agua proveniente del acueducto veredal que consume la población para así determinar los contenidos físico químicos que corregirá el montaje de la planta de tratamiento. es de aclarar que el alcance del presente proyecto es toda la parte documental técnica, estudios y análisis de agua, diseño de las obras civiles necesarias para el montaje de la unidad potabilizadora compacta (PTAP) y sus respectivos planos de ingeniería.

La parte de construcción y montaje es la segunda fase que requerirá de la parte de inversión económica para poder ejecutar las obras, pero no es el alcance de este proyecto pues los costos como veremos en los estudios y análisis de la planta son de consideración. Al terminar el respectivo proyecto se entregará una copia a la junta del acueducto veredal para que tramiten los recursos con la alcaldía, empresa de servicios públicos o cualquier Sponsor interesado en patrocinar el proyecto.

Palabras Clave: Agua potable, físicoquímico, microbiológico, población, sistema compacto de potabilización.

ABSTRACT

In this applied project work, it is allowed to carry out the technical studies and analyzes for the assembly of a compact type drinking water treatment plant, for the community of the Cualamaná village located in the municipality of Melgar Tolima. The work intends to carry out the investigation of the current quality of the water coming from the village aqueduct that the population consumes in order to determine the physical chemical contents that will correct the assembly of the treatment plant. It is to clarify that the scope of this project is the whole part technical documentary, studies and water analysis, design of the civil works necessary for the assembly of the compact water treatment unit (PTAP) and their respective engineering drawings.

The construction and assembly part will be a second phase that will require the economic investment part to be able to execute the works, but it is not the scope of this project because the costs as we will see in the studies and analysis of the plant are considered. At the end of the respective project, a copy will be delivered to the board of the village aqueduct so that they process the resources with the mayor's office, utility company or any Sponsor interested in sponsoring the Project.

Keywords: Drinking water, chemical, microbiological, population, compact drinking water system

TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Agua cruda: Es el agua natural que no ha sido sometida a proceso de tratamiento para su potabilización.

Agua potable o agua para consumo humano: Es aquella que cumple las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en la Resolución 2115 de 2007.

Alcalinidad: Capacidad del agua para neutralizar ácidos. Esta capacidad se origina en el contenido de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos y ocasionalmente silicatos y fosfatos. Es expresada en miligramos por litro de equivalente de carbonato de calcio (CaCO_3) (Viessman, et al, 2009).

Análisis físico del agua: Ensayos realizados en el laboratorio a fin de conocer las características físicas de una muestra de agua; los parámetros físicos analizados son turbiedad, color, temperatura, sólidos y conductividad (RAS, 2000 Título C).

Análisis microbiológico del agua: Ensayos realizados en el laboratorio con el fin de determinar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos de una muestra de agua como la de Coliformes Fecales (RAS, 2000 Título C).

Análisis químico del agua: Ensayos realizados en el laboratorio a fin de conocer las características químicas de una muestra de agua; los parámetros químicos analizados son alcalinidad, acidez, dureza total, nitrógeno amoniacal, cloruros, DQO, calcio y magnesio (Hammer, 2012).

Calidad del agua: Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia.

Caudal: El caudal de agua es el volumen, por ejemplo, la cantidad de litros, que pasa por una sección específica de la quebrada, río o arroyo en un tiempo determinado, por ejemplo, segundos.

Desinfección: Proceso físico o químico en el cual son eliminados o destruidos los organismos patógenos presentes en el agua (RAS, 2000 Título C).

Laboratorio de análisis del agua para consumo humano: Es el establecimiento público o privado, donde se realizan los procedimientos de análisis de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano según artículo 27 del Decreto 1575 de mayo 9 de 2007.

Muestra: Toma puntual de agua en los puntos de muestreo concertados, que refleja la composición física, química y microbiológica representativa del momento, para el proceso de vigilancia de la Autoridad Sanitaria.

Muestreo: Proceso de toma de muestras que son analizadas en laboratorios para obtener información sobre la calidad del agua del sitio concertado en que fueron tomadas.

Olor y sabor: Los olores y sabores en el agua están íntimamente ligados; Estos se deben, a la presencia de materia orgánica, sulfato de sodio y magnesio, diferentes tipos de algas, hongos, plancton, entre otros (Romero, 2005).

Periodo de diseño: Es el tiempo que se supone la obra estará trabajando al 100% de su capacidad. El periodo de diseño, está ligado a los aspectos económicos, por lo que no se deben desatender los aspectos financieros.

Tratamiento: Conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas, microbiológicas y organolépticas, para que sea potable de acuerdo a las normas establecidas en la Resolución 2115 de 2007 (RAS, 2000 Título C).

Vida útil: La “vida útil” se considera al tiempo en que las obras estarán en servicio al 100% sin que tengan unas erogaciones de operación y mantenimiento elevadas. El tiempo está determinado por la duración de los materiales de que estén hechos los componentes de la obra.

INTRODUCCIÓN

El proyecto planteado es orientado al desarrollo social comunitario, partiendo de la identificación de una oportunidad de mejora, relacionada con la aplicación de técnicas de ingeniería en pro de mejorar la calidad de los recursos naturales como el agua que abastece a una población del sector rural, el líquido preciado que por fortuna abunda en el país, pero que en muchos casos no es potable o apta para el consumo humano.

El conocimiento de la necesidad particular de una comunidad de la zona oriente del Tolima, y de muchas otras comunidades sobre todo a nivel rural, impulsa esta idea de realizar un estudio y análisis básicos para el montaje de una planta de tratamiento de agua potable, para acueductos que hoy en día suministran el agua a las comunidades. El desarrollo del proyecto se enfoca en potabilizar el agua, con lo cual reducirá las enfermedades en niños y adultos de la tercera edad quienes son los más afectados en temas de salud y bienestar. Al definir un tipo de planta compacta (PTAP), se calcularán los costos de materiales y mano de obra en su montaje y construcción para determinar un presupuesto final, adicionalmente se realizará una programación de obra lo cual será una aplicación que integra todos los conceptos relacionados con la gestión de proyectos, lo cual se quiere aplicar en casos o situaciones de la vida real. Se consultarán datos reales en el lugar de proyecto como la población, muestras del líquido actual que se consume en la zona, variables ambientales y algunos datos geográficos. El resultado final contendrá los estudios, análisis y propuesta técnica, sus respectivas memorias de cálculo que servirán de soporte para que la comunidad pueda buscar el financiamiento y construcción del proyecto que es uno de los objetivos primarios del proyecto.

CAPÍTULO 1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO

Antecedentes del Problema

En Colombia el acceso al agua potable y saneamiento básico ha aumentado la calidad significativamente durante la última década. Sin embargo, aún quedan desafíos importantes, incluso una cobertura insuficiente de los servicios, especialmente en zonas rurales y una calidad inadecuada de los servicios de agua y saneamiento. En comparación con algunos otros países de América Latina, el sector está caracterizado por altos niveles de inversiones y de recuperación de costos, la existencia de algunas grandes empresas públicas eficientes y una fuerte y estable participación del sector privado local.

Según consultas realizadas de acuerdo con las cifras oficiales del DANE, la población del país en el año 2013 alcanzó los 47,1 millones de habitantes, de los cuales 11,2 millones (23,8%) se ubican en la zona rural de las regiones Andina (46%), Caribe (23%) y Pacífica (22%). De estos, un 23% de la población se concentra en áreas nucleadas y el 77% en áreas dispersas (DANE, 2014).

En el municipio de Melgar Tolima la empresa encargada del manejo del suministro de agua es la empresa Empumelgar SAS ESP, quien se encarga del mantenimiento y operación del acueducto a nivel del casco urbano y zonas rurales. El manejo de los acueductos rurales está dividido, una parte los que se siguen manejando por las juntas de acción comunal de las veredas caso particular de la vereda Cualamana donde se está enfocando este trabajo. Reciente mente se han instalado plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) en veredas aledañas a esta como los son las veredas Águila Media, Calcuta.

Según el diario “Nuevo Día” en el año 2016 se entregó por parte del Fonade, Ministerio de Vivienda y el Municipio de Melgar una mejora y construcción de una planta de tratamiento para

las veredas el Salero y la primavera, que benefició a 420 habitantes del sector, una inversión superior a los \$600.000 millones de pesos dirigidos para los temas de construcción, ampliación y mejoramientos del acueducto.

Un primer trabajo relevante en la zona realizado por Cortez y Fajardo (2015) corresponde a un diseño de un sistema compacto de potabilización de agua para consumo humano en la granja la fortaleza ubicada en el municipio de Melgar- Tolima vereda Ceboruco, este trabajo realizo todo el estudio técnico del agua partiendo de un muestreo que cumple la normatividad técnica vigente encontrando deficiencias en su calidad, para cual fue propuesto un sistema convencional de tratamiento y así poder dar una calidad aceptable al agua destinada al consumo de los habitantes. El proyecto fue planeado para una población de 155 habitantes de la granja, teniendo en cuenta sus actividades agrícolas y crianza de animales, el beneficio del proyecto es amplio en la medida que se reducen las enfermedades en niños menores de 5 años y personas de la tercera edad, también se mejora el tema socioeconómico debido a que para el abastecimiento de la población recurrían a la compra de agua en carro tanque la cual tenía costos considerables y la calidad no cumplía los parámetros exigidos por el RAS 2000 Titulo C y la Resolución 2115 de 2007 respecto a la calidad del agua potable.

En la investigación realizada se encontró un trabajo realizado para un municipio de un departamento cercano, realizado por (Díaz Bautista, 2017) el cual consistió en la evaluación y optimización de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Tena en el departamento de Cundinamarca, este trabajo a diferencia del anterior mencionado se realizó para encontrar mejoras en un sistema de abastecimiento ya construido de acueducto y planta de tratamiento, pero el mencionado sistema presentaba fallas técnicas las cuales requerían ser modificadas, en semejanza con el proyecto actual es que la vereda Cualamana actualmente

cuenta con un sistema de acueducto y su red de distribución pero carece de una planta que potabilice el agua antes del consumo humano en este región de oriente tolimense. Este proyecto produjo como aportes principales el rediseño del floculador, la instalación de un macro medidor y la modificación del difusor de cloro, aspectos técnicos que contribuyen al correcto funcionamiento de un sistema de abastecimiento hídrico ya construido.

Contexto donde se Presenta el Conflicto (Localización)

El presente proyecto se encuentra geográficamente ubicado el municipio de Melgar Tolima vereda Cualamana, entre el Municipio Nilo al norte y Municipio Cunday al sur, Municipio Icononzo al oriente y Municipio Carmen de Apicalá al occidente; Latitud: $4^{\circ}11'05.6280$ ($4,1799^{\circ}$) norte Longitud: $74^{\circ}33'59.4660$ ($74,6088^{\circ}$) oeste, Altitud: 658 metros (2159 pies). Su clima es cálido semiseco con temperaturas que varían entre los 22 y los 35 °C, siendo el promedio anual de 28 °C.



Figura 1. Ubicación geográfica de la vereda Cualamana. Fuente: (Alcaldía de Melgar, 2015).

En la vereda Cualamaná actualmente se realizan actividades agrícolas, turísticas y de explotación petrolera, siendo estas sus principales actividades económicas, está habitada actualmente por unos 650 habitantes, según información consultada con la junta de acción comunal y base de datos del acueducto veredal, quienes serían los directos beneficiarios con la ejecución del proyecto.

Conflicto.

El actual suministro de agua para la población de la vereda Cualamaná, objeto de estudio del presente proyecto, actualmente cuenta con un sistema tradicional de acueducto, que es operado por la Junta de Acción Comunal de la vereda, dentro de las actividades de mantenimiento realizan cambio de tuberías o parte de la red de distribución cuando estas presentan daños físicos, por ejemplo, fallas en las tuberías. Adicionalmente realizan algunas limpiezas de la bocatoma principal donde se presentan acumulación de sedimentos y material orgánico que interrumpe el correcto funcionamiento de la bocatoma.

Por último, realizan el lavado del tanque principal de distribución para retirar los sedimentos e impurezas que llegan a este. El sistema actual requiere de un sistema que potabilice el agua antes de ser suministrada a los habitantes, debido a que contiene sedimentos e impurezas que pueden ser retirados a través de un sistema de potabilización (PTAP). La carencia de este sistema de ingeniería da origen al actual proyecto que busca mediante investigación realizada en campo para determinar los contenidos actuales y la calidad del agua que consume actualmente la población, diseñar una unidad potabilizadora de agua que mejore la calidad del líquido que allí se consume.

Descripción del problema.

La vereda Cualamana actualmente no cuenta con sistema de potabilización de agua, actualmente solo existe una red de acueducto que abastece a la población. Ante la carencia de una planta potabilizadora de agua, surge la iniciativa del presente proyecto, el cual busca beneficiar a toda la población en general, comunidades escolares, comedor comunitario, actividades agrícolas y ganaderas propias de la región. El agua tiene una función muy importante, en temas de sanitarios y de higiene, por ello la importancia de su calidad y pureza para antes del consumo. El agua contaminada está relacionada con las siguientes enfermedades: cólera, fiebre tifoidea, shigella, poliomielitis, meningitis, hepatitis, diarrea. En general, la mayoría se puede prevenir con un tratamiento adecuado del agua, antes de consumirla. Como es sabido estas enfermedades atacan principalmente a niños menores de 5 años y personas de la tercera edad, y aunque en la región no se han reportado casos de enfermedades graves por el agua, se ha sabido de algunos casos de brotes en la piel que poder causado por el mismo. Todo lo anterior es lo que el presente proyecto busca reducir o erradicar por completo mejorando así la calidad de vida de la comunidad y mejorando sustancialmente la economía, entendiendo que actualmente deben hervir el agua para la cocción de alimento o comprar agua tratada embotellada a costos considerables.

Pregunta de investigación

¿Como realizar el estudio para el montaje de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) tipo compacta, en la vereda Cualamaná municipio de Melgar Tolima?

Sponsor del proyecto.

Acueducto veredal Cualamana.

Siendo la organización que actualmente opera y hace las labores de mantenimiento del acueducto, en cabeza del presidente señor Gerson Vargas Moreno, se ha mostrado mucho interés por el tema orientado a la mejora en la calidad del agua, resumiendo un poco el tema y si asegurar el financiamiento de las entidades anteriormente mencionadas como sponsor del proyecto, se creería que una buenas gestión para la búsqueda de los recursos económicos para la ejecución del proyecto, podría darse de múltiples maneras, en alianzas y posibles convenios de cooperación, donde la comunidad también podría colaborar con mano de obra por ejemplo para la realización de las obras civiles y del montaje que requiere la planta de tratamiento.

Alcaldía municipal de Melgar.

Debido a su responsabilidad gubernamental y social, el máximo ente del municipio ya en el pasado ha sido sponsor de proyectos similares por ejemplo en la vereda el salero, tiene toda la autonomía y capacidad de gestionar recursos ante la gobernación del departamento y del estado si se requiere.

Empresa de servicios públicos del municipio (Empumelgar E.S.P).

La empresa de servicios públicos del Municipio de Melgar Tolima, tanto a nivel urbano como rural, tiene bastantes intereses en ampliar su cobertura de agua potable a la población, siendo este uno de los principales motivos por los cuales podrían apalancar y financiar el proyecto, en un porcentaje considerable.

Multinacional petrolera (Perenco Oil and Gas Colombia Limited).

Esta compañía de origen francés actualmente adelanta temas de exploración y explotación de petróleo y gas en el campo Guando, a la cual pertenece la vereda Cualamana. En todo el tiempo

de sus actividades han realizado obras de beneficio social para la comunidad y de responsabilidad social empresarial, por eso el proyecto podría verse apoyado por esta multinacional en alianzas estratégicas con la Alcaldía Municipal, con la cual vienen realizando proyectos de inversión social en la zona, y pues al ser una necesidad básica la calidad del agua sería de alto impacto para la comunidad.

Stakeholders del proyecto.

- Junta de acción comunal de la vereda Cualamana.
- Habitantes de la vereda Cualamana.
- Gremio agricultor y ganadero de la zona.
- Contratistas de obras civiles.
- Empresa de servicios públicos del municipio (Empumelgar E.S.P).
- Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico.

Según el análisis realizado, son los entes o personas interesados en la realización de un proyecto de este tipo, el cual tendría unos beneficiarios, pero así mismo otros involucrados desde su proceso constructivo hasta su operación, control y mantenimiento.

Constricciones y restricciones del proyecto.

En el caso particular de este proyecto se realizará el análisis conocido en la gestión de proyectos como triple restricción, que involucra en costo, tiempo y alcance. Para este caso se van a determinar los costos totales del proyecto, es decir cuánto valdrá su construcción y montaje para dejarlo en funcionamiento, de allí mismo se definirá un cronograma que establecerá los tiempos de ejecución. En el tema del alcance una restricción sería que no se elija el sistema más apropiado para definir el tipo de unidad potabilizadora, ya que hay varias opciones, pero según el criterio de ingeniería se determinará un tipo específico de Planta de Tratamiento (PTAP). Del tipo

de planta que se seleccione también estarán directamente relacionados los costos y cantidad de materiales que se requerirán, así mismo su tiempo de ejecución, por eso la idea es definir un tipo de planta potabilizadora que tenga un gran equilibrio económico y de practicidad, sin afectar la funcionalidad que se busca, es allí donde el resultado del proyecto tendrá su valor agregado.

Preguntas sistematizadoras del proyecto

- ¿El agua consumida actualmente en la población de la vereda Cualamana del municipio de Melgar Tolima, es potable o apta para el consumo humano?
- ¿Cuáles serían las posibles soluciones para potabilizar el agua?
- ¿Qué riesgos sanitarios o enfermedades puede causar un agua no tratada en los seres humanos?
- ¿Qué características fisicoquímicas y microbiológicas contiene el agua que consume la población de la vereda Cualamana?
- ¿De qué manera se solucionaría el problema del agua no apta para consumo humano?

CAPITULO 2. JUSTIFICACIÓN

Según el diario El Espectador soportado en información estadística del Dane para el año 2018 hay todavía a 3,6 millones de personas que no cuentan con acueducto y en la zona rural la cobertura no supera el 75% de la población lo que quiere decir que por lo menos el 25% de la población rural no tiene acceso al agua potable y a otros temas de saneamiento básico como alcantarillados (Delgado-Gómez, 2018). Dicho lo anterior con la presente iniciativa se pretende contribuir con los estudios y análisis básicos para determinar la planta de PTAP más adecuada, que permita brindar agua potable a esta comunidad, y este proyecto se podría replicar en otras veredas aledañas que tiene el mismo problema actualmente.

Si bien es cierto se han realizado inversiones muy significativas en cumplimiento de esta tarea que va encaminada con un objetivo de las Naciones Unidas y la meta es que para el año 2030 todos los países tengan una cobertura del 100% de acceso al agua potable y saneamiento básico, es por esto que la orientación a tener proyectos de inversión social es de carácter vital para la mejora de la calidad de vida en la población en tiempo presente y futuro.

Cifras del Ministerio de Vivienda informan que este Gobierno ha realizado inversiones para el sector de agua potable y saneamiento básico (construcción, ampliación, optimización y rehabilitación) por \$8,1 billones para la ejecución de 2.115 proyectos. Además, se han entregado más de 1.690 obras que requirieron un gasto de \$4,2 billones, sin contar con los \$3,9 billones destinados a 424 proyectos en ejecución.

A continuación, se relacionarán las enfermedades más comunes que se presentan por consumo de agua sin potabilizar o tratar:

- **Diarrea:** provoca que las personas pierdan líquido y electrolitos, lo que supone la deshidratación y lleva en algunos casos a causar la muerte en el paciente. Los niños y las

niñas que padecen episodios repetidos de esta dolencia son más vulnerables ante la desnutrición y otras enfermedades.

- **Disentería:** provocada por bacterias, esta enfermedad causa diarrea en los pacientes. En las personas adultas rara vez sucede, aunque bien es cierto que los niños y las niñas son sus principales víctimas.
- **Cólera:** es una infección bacteriana aguda del intestino que provoca numerosos episodios de diarrea y vómitos intensos, los cuales, a su vez, pueden generar deshidratación aguda y provocar la muerte.
- **Paludismo:** es una enfermedad provocada por un parásito transmitido a través ciertos tipos de mosquitos que habitan en zonas de aguas estancadas o en sitios donde el agua no goza de la calidad suficiente.
- **Esquistosomiasis:** esta anomalía es causada por parásitos que penetran la piel de las personas que se están lavando o bañando en fuentes de agua contaminado, provocando infecciones que dañan el hígado, los intestinos, los pulmones y la vejiga, entre otros órganos.
- **Tifus:** enfermedad provocada por bacterias que causa fiebres, diarreas, vómitos e inflamación del bazo y del intestino.
- **Tracoma:** es una infección de los ojos provocada por las deficientes prácticas higiénicas debido a la falta de agua o la existencia de condiciones insalubres. Los niños y las niñas son especialmente vulnerables a ella.
- **Fiebre tifoidea:** es una infección bacteriana causada por la ingesta de agua contaminada. Los pacientes a quienes se les diagnostica sufren dolor de cabeza, náuseas y pérdida de apetito, entre otros síntomas.

Según OXFAM Intermón, cada 20 segundos una madre pierde un hijo por falta de agua limpia en el mundo y 1,5 millones de niños mueren al año por causa del agua contaminada. Teniendo en cuenta la diversidad de riesgos en cuestión de salud, este proyecto también se enfoca en una mejora en las condiciones actuales de salud para la población beneficiada (Tosco, 2017).

CAPITULO 3. OBJETIVOS

Objetivo General

Realizar un estudio para el montaje de una planta de tratamiento de agua potable tipo compacta, para la comunidad de la vereda Cualamaná, en el municipio de Melgar Tolima.

Objetivos Específicos

- Evaluar la calidad de agua actual que consume la población, a través de análisis físico químico y microbiológico.
- Determinar el costo total para la construcción del proyecto.
- Programar los tiempos necesarios en la fase de construcción y montaje de la planta de tratamiento.
- Plantear el estudio técnico para el montaje de planta de tratamiento.
- Dimensionar el tipo de planta compacta mas apropiada para el proyecto.

Marco Legal

Dentro de las legislaciones nacionales que existen actualmente, referentes al tema de saneamiento ambiental y agua potable, se destacan las emitidas Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en el caso de la Resolución 2115 de 2007 y el Decreto 1575 de 2007. A continuación, se relacionan los decretos más relevantes que aplican directamente con la realización del proyecto.

Tabla 1.

Decretos para viabilidad del proyecto.

Norma	Artículo	Descripción
-------	----------	-------------

Tabla 1.

Decretos para viabilidad del proyecto.

Norma	Artículo	Descripción
Constitución Política de Colombia 1991	1	Colombia es un Estado social de derecho, fundada en el respeto de la dignidad humana, en el trabajo y la solidaridad de las personas que la integran y en la prevalencia del interés general.
Capítulo 3. De los derechos colectivos y del ambiente	79	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano.
	365	Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional.
Capítulo 5. De la finalidad social del Estado y de los servicios públicos.	366	Son finalidades sociales del Estado garantizar el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población.
	367	La ley fijará las competencias y responsabilidades relativas a la prestación de los servicios públicos domiciliarios, su cobertura, calidad y financiación.
Resolución 2115 de 2007		Características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y 60 vigilancias para la calidad del agua para consumo humano.
	2	Características físicas: el agua para consumo humano no podrá sobrepasar los valores máximos aceptables para cada una de las características físicas.
	3	Conductividad. El valor máximo aceptable para la puede ser hasta 1000 micro siemens/cm.
Capítulo II. Características físicas y químicas del agua para consumo humano.	4	Potencial de hidrógeno: el valor para el pH del agua para consumo humano, deberá estar comprendido entre 6,5 y 9,0.
	6	Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana: Las características químicas del agua para consumo humano en relación con los elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana.
	7	Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana.

Tabla 1.

Decretos para viabilidad del proyecto.

Norma	Artículo	Descripción
Capítulo III. Características microbiológicas	9	<p>Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización:</p> <p>El valor aceptable del cloro residual libre en cualquier punto de la red de distribución del agua para consumo humano deberá estar comprendido entre 0,3 y 2,0 mg/L.</p> <p>La dosis de cloro por aplicar para la desinfección del agua y asegurar el residual libre debe resultar de pruebas frecuentes de demanda de cloro.</p>
	10	<p>Técnicas para realizar análisis microbiológicos: técnicas aceptadas para realizar los análisis microbiológicos del agua para consumo humano.</p> <p>a) Para Escherichia Coli y Coliformes totales: Filtración por membrana, sustrato definido, enzima sustrato y presencia - ausencia.</p>
	13	<p>Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano – IRCA-.</p> <p>El valor del IRCA es cero (0) puntos cuando cumple con los valores aceptables para cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas contempladas en la presente Resolución y cien puntos (100) para el más alto riesgo cuando no cumple ninguno de ellos.</p>
Capítulo IV. Instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo humano	14	<p>Cálculo del IRCA: El cálculo del índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano – IRCA, se realizará utilizando las siguientes fórmulas:</p> <p>El IRCA por muestra:</p> $IRCA(\%) = \frac{\sum \text{puntaje de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\sum \text{puntaje de riesgo asignados a todas las características analizadas}} * 100$ <p>El IRCA mensual:</p> $IRCA(\%) = \frac{\sum \text{de los IRCA's obtenidos en cada muestra realizada en el mes}}{\text{Numero total de muestras realizadas en el mes}} * 100$
	15	<p>Clasificación del nivel de riesgo:</p> <p>Teniendo en cuenta los resultados del IRCA por muestra y del IRCA mensual, se define una clasificación del nivel de riesgo del agua suministrada para el consumo humano por la persona prestadora y se señalan las 62 acciones que debe realizar la autoridad sanitaria competente.</p>
Decreto 1575 de 2007		Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
Capitulo II.	3	Características del agua para consumo humano: Las

Tabla 1.

Decretos para viabilidad del proyecto.

Norma	Artículo	Descripción
Características y criterios de la calidad del agua para consumo humano		características físicas, químicas y microbiológicas, que puedan afectar directa o indirectamente la salud humana, así como los criterios y valores máximos aceptables que debe cumplir el agua para el consumo humano, serán determinados por los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
Capítulo III. Responsables del control y vigilancia para garantizar la calidad del agua para consumo humano	10	Responsabilidad de los usuarios: Todo usuario es responsable de mantener en condiciones sanitarias adecuadas las instalaciones de distribución y almacenamiento de agua para consumo humano.
	12	Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano, IRCA: Es el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano.

Fuente: Cortez-Pinzón, H. E., & Mora-Fajardo, L. M. (2015). *Diseño de un sistema compacto de potabilización de agua para consumo humano en la granja la fortaleza ubicada en el municipio de Melgar-Tolima (Tesis de pregrado)*. Bogotá, D.C.: Universidad Libre de Colombia. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Ambiental. Obtenido de 2015.

CAPITULO 4. DESARROLLO DEL PROYECTO APLICADO

Potabilización del Agua

La potabilización del agua es el proceso por el cual se trata el agua para que pueda ser consumida por el ser humano sin que presente un riesgo para su salud. Se refiere tanto para beber como para preparar alimentos. Consiste principalmente en eliminar sustancias que resultan tóxicas para las personas, como el cromo, el plomo o el zinc, así como algas, arenas o las bacterias y virus que pueden estar presentes en el agua. En definitiva, eliminar cualquier potencial riesgo para la salud de las personas.

Tipos de PTAP

En la actualidad existe una variedad de Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), las más utilizadas en las diferentes comunidades o ciudades son:

Planta convencional.

Es aquella donde cada uno de los procesos ocurre en estructuras diferentes, es decir, está conformada por canales, flocladores, sedimentadores y filtros. Los tiempos de residencia son muy altos (PTAP, 2018).

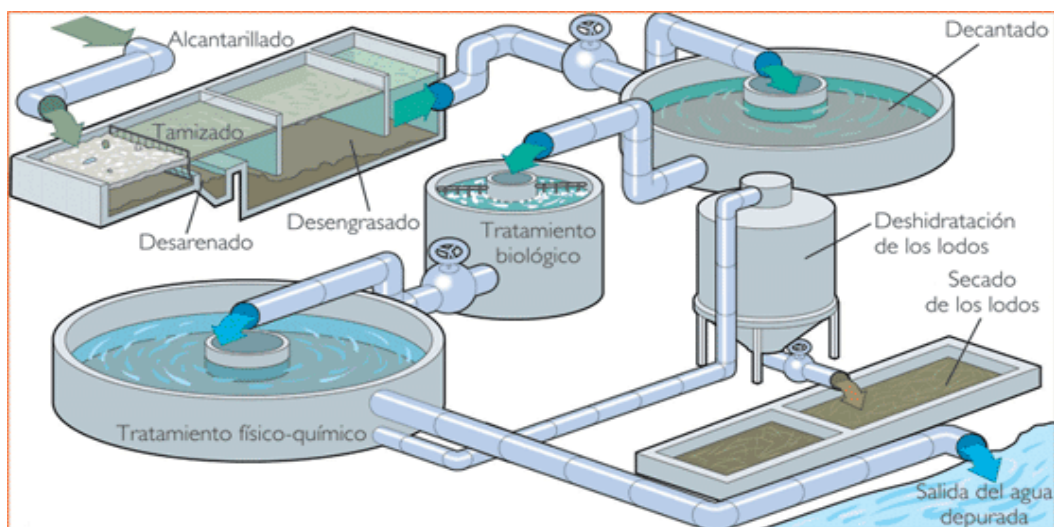


Figura 2. Plantas convencionales. Fuente: (PTAP, 2018).

Planta compacta (seleccionado para el proyecto).

Es un sistema de potabilización Es aquella donde los procesos de coagulación, floculación y sedimentación ocurre en una misma unidad para luego pasar a los filtros, sus tiempos de residencia son bajos.



Figura 3. Plantas compactas. Fuente: (PTAP, 2018).

En un sistema compacto de potabilización se busca garantizar la calidad del recurso hídrico en procesos operados desde un solo módulo, para ello se implementan nuevos métodos de potabilización que en su desarrollo requieren de una menor infraestructura comparada con la convencional; es así, como se pueden encontrar interrelaciones entre etapas; como es el caso de la decantación y floculación, debido a la recirculación de mantos de fango que se aprovechan gracias a la retención de algunos reactivos que no se han agotado en su totalidad y que en el procesos generan un proceso floculación más rápido y eficaz, permitiendo un ahorro sustancioso de reactivos y llegado el caso poder trabajar con la misma eficiencia teniendo el proceso en una etapa estática.

En cuanto a la filtración se implementan filtros abiertos de arena y filtros de carbón activo en granos abiertos, para ello se hace necesario definir la granulometría del lecho filtrante y la altura del lecho en función del floc obtenido anteriormente, todo esto garantiza un pre tratamiento de excelente calidad que de paso a los tratamientos específicos donde se encuentra, dependiendo el tipo de agua y sus características los procesos de aireación, desferrificación biológica, eliminación de nitratos, fluoruros, arsénico y micro contaminantes orgánicos, entre otros, que posteriormente darán lugar a nuevos procedimientos que relacionados con los anteriores y aplicados de un forma correcta permitirían innovar en el proceso de potabilización; finalmente se procede a la desinfección y entrega del agua tratada.

Esta unidad potabilizadora compacta incluye los procesos de coagulación, floculación y sedimentación en un solo modulo; seguido de los procesos de filtración y desinfección que se realizan en micromódulos. Es decir, que en el sistema el agua es sometida a todos los procesos y operaciones unitarias que componen la potabilización del agua, como son Coagulación, Floculación, Sedimentación, Filtración y Desinfección.

Ventajas del sistema compacto diseñado.

Los sistemas compactos para el tratamiento de agua son medidas eficientes, surgen por la necesidad de brindar una solución a poblaciones medianas o pequeñas que no cuentan con un servicio de agua potable. Son diseñadas para poblaciones con un nivel de complejidad bajo y medio. Dentro del sistema se desarrollan procesos completos y confiables unificados en una sola unidad, por lo cual se debe su nombre “compacto”.

Algunas de las ventajas que estos sistemas compactos presentan con respecto a las plantas de tratamiento convencionales son las siguientes:

- Proveen soluciones inmediatas por sus cortos tiempos de Fabricación.

- Se requiere de una menor inversión en las obras civiles durante la fase de construcción.
- La instalación y operación son adaptables a las necesidades de la comunidad.
- Son flexibles en su ubicación debido a su carácter móvil.
- Requieren menor disponibilidad de espacio en comparación con los sistemas convencionales de tratamiento de agua.
- 110
- Operaciones rápidas en el mantenimiento preventivo y correctivo de las unidades que lo componen, asegurando el funcionamiento del sistema (PTAP, 2018).

Plantas presurizadas.

Esta planta es fácil de instalar, ocupa poco espacio, resiste a la intemperie y gracias a su larga vida útil, fácil operación y mantenimiento se posiciona como una gran solución en el tratamiento de agua potable para poblaciones de hasta 1500 personas.



Figura 4. Planta Presurizadas. Fuente: (PTAP, 2018).

PTAP Abierta modular.

Es de tipo convencional abierta modular, que incluye los procesos estándares de potabilización: coagulante, floculación, sedimentación, filtración y desinfección, esta planta permite atender hasta poblaciones de 15.000 habitantes.



Figura 5. PTAP abierta modula. Fuente: (PTAP, 2018).

Ósmosis inversa. Serie B.

La versatilidad de la Ósmosis Inversa como sistema de tratamiento de aguas, hace que su campo de aplicación sea enormemente amplio: instalaciones en funcionamiento para la obtención de agua potable con un rango comprendido entre el consumo doméstico y el suministro a ciudades enteras. Además, permite obtener agua con salinidad reducida.



Figura 6. Ósmosis inversa. Serie B. Fuente: (PTAP,

2018).

Luego de realizar un análisis básico en cuanto al tipo de planta que más se acomoda a las necesidades del proyecto, en el caso de la PTAP convencional, implica mayores tiempos en su construcción y elevación de costos por el acceso de materiales al sitio de construcción de la planta, teniendo en cuenta que es un sector rural un punto que se distancia de vía carretable aproximadamente 500 metros. Por su parte la PTAP tipo compacta al ser un montaje prefabricado facilita y acelera el tiempo de montaje de la planta de tratamiento, reduciendo enormemente los gastos en mano de obra, tiempos de instalación y versatilidad de operación.

Proceso de potabilización del agua.

Para realizar la potabilización del agua se requiere de diversos procesos que se mencionaran a continuación, toda fuente de agua debe ser tratada para el consumo sin importar su origen y debe cumplir con la calidad que exigen las legislaciones ambientales y sanitarias, tenemos entonces una serie de etapas que se presentan a continuación (Gómez, 2017).

Captación.

En esta etapa el agua se extrae desde las fuentes naturales, generalmente de los ríos. El agua proveniente de ríos requiere un proceso más completo en su tratamiento al estar expuesta a la incorporación de materiales y microorganismos.

Canalización.

El agua captada se conduce hacia la planta Potabilizadora utilizando dos tipos de sistemas: aducción o impulsión. Si es por aducción el agua se transporta por gravedad (por su propio peso) ya que la fuente abastecedora está a un nivel más elevado que la planta potabilizadora; si la fuente de agua se encuentra a un nivel más bajo que la planta, el transporte del agua se realiza mediante bombas y se denomina impulsión.

Floculación.

Es el proceso por el cual se eliminan las partículas en suspensión, aplicando agentes químicos que producen que estas partículas se unan formando los “flocs”. Esta aglomeración de partículas, al ser más pesada que cada partícula individual, se asienta, eliminando la turbiedad y permitiendo que el agua pueda clarificarse.

Decantación.

El agua se ubica en una gran pileta donde permanece quieta, para que se produzca la separación del líquido y de los sólidos, y se depositen en el fondo por su propio peso.

Filtración.

En esta fase el agua se separa de la materia en suspensión haciéndola pasar a través de un elemento poroso, generalmente arena, cuyo resultado final es un agua más clara, en la que se han eliminado hasta un 95% de los microorganismos.

Cloración o desinfección.

Se destruyen los agentes microbianos que pudiesen estar presentes en el agua, utilizando diferentes productos químicos (hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, dióxido de cloro, ozono, etc.).

Alcalinización.

Debido al coagulante del agua, esta se vuelve ácida por lo que es necesario añadir cal para convertirla en apta para el consumo.

Distribución.

Una vez finalizada la potabilización, el agua se lleva a las estaciones de bombeo desde donde se distribuye gracias a la red de tuberías.



Figura 7. Esquema de potabilización del agua. Fuente: (Bosstech, 2016)

Diseño Metodológico

Para el desarrollo del presente proyecto se selecciona el tipo de planta potabilizadora compacta, ya que como se explicó anteriormente tienen ventajas en su montaje y operación en este caso para poblaciones de complejidad baja y de sitios rurales como lo es la vereda Cualamana, se pretende a continuación presentar la metodología que se aplicó para su diseño, y que será presentada en la conclusión del proyecto:

Medición del caudal de diseño.

La medición del caudal, a lo que también llamamos aforo, se puede desarrollar de diferentes formas y su elección depende del objetivo del monitoreo, la facilidad de acceso o tiempo con que se cuente y, por supuesto, de las características de la fuente superficial que se pretenda medir, sus formas y movimientos. Las características del sitio y las condiciones ambientales al momento de su realización, también son fundamentales para definir cómo se hará la medición del caudal en ese momento específico.

Método de medición volumétrico (aplicado al proyecto).

Este método se aplica cuando la corriente presenta una caída de agua, en la cual se pueda poner un recipiente con volumen conocido.

Elementos requeridos:

- Reloj o cronómetro.
- Un recipiente del cual conozcamos su capacidad (balde de 10 o 20 litros con graduaciones de 1 litro, o caneca de 55 galones con graduaciones de 1 a 5 galones). Se utiliza un balde para caudales bajos o una caneca cuando se manejen caudales mayores.
- Bolsas, tubos, o láminas de zinc para encausar el agua

Procedimiento de medición.

El recipiente se coloca bajo la corriente de tal manera que reciba todo el flujo de agua; al mismo tiempo se activa el cronómetro. En este proceso el cronómetro inicia en el instante en que el recipiente se introduce a la corriente y se detiene en el momento en que se retira de ella, o el balde se llena. Es importante cronometrar varios tiempos de llenado, para estimar un valor promedio.

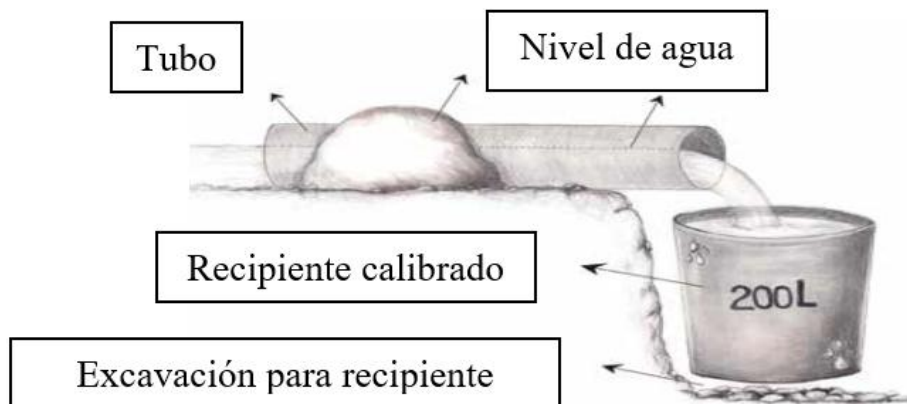


Figura 8. Procedimiento de medición. Fuente: Elaboración propia.

Q: Caudal en litros por segundo l/s

V: Volumen en litros, l

T: Tiempo en segundos, s

Mediante la siguiente expresión se procede a realizar el cálculo:

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

Reemplazando en la formula con los datos tomados en campo tenemos:

$$Q = \frac{18.92 \text{ l/s}}{15,62 \text{ s}} = 1,22 \text{ l/s}$$

Obteniendo así el caudal máximo diario de diseño que debe satisfacer la planta.

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 pasa por la corriente. Se debe evitar la pérdida de agua en el momento de aforar.

Solución del problema.

Toma de las muestras en Campo (Julio 13 de 2019) Bocatoma acueducto vereda Cualamana

A continuación, se hará referencia al protocolo para las muestras del presente proyecto, el cual fue realizado siguiendo la metodología del Manual de instrucciones para toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio.

Este manual también tiene como objeto aplicar procedimientos de muestreo de sistemas individuales como los de las viviendas rurales dispersas que tienen sus propios sistemas de abastecimiento y a los suministros de agua potable obtenidos de fuentes no continuas de agua en bloque como carro tanques, aviones, trenes, barcos, etc. Los procedimientos aquí indicados pueden tenerse en cuenta para el muestreo en el almacenamiento y distribución a domicilio, especialmente en las de grandes edificaciones donde la responsabilidad de su mantenimiento en condiciones sanitarias adecuadas es de los usuarios. También en los casos donde es necesario aplicar una gestión adicional de la calidad del agua; y para situaciones de emergencia en donde la seguridad de los operativos de muestreo no se vea comprometida.

Muestreo manual (método aplicado para el proyecto).

Se realiza cuando se tienen sitios de fácil acceso o aquellos que por medio de ciertas adaptaciones puedan facilitar la toma de muestras. La ventaja de este tipo de muestreo es permitir al encargado de tomar la muestra, observar los cambios en las características del agua en cuanto a sustancias flotantes, color, olor, aumento o disminución de caudales, etc.

El muestreo manual sólo es aceptable para los criterios de control y vigilancia, si la muestra es representativa de la calidad del agua del sitio de muestreo particular, motivo por el cual se requiere establecer que la información obtenida de estas muestras puntuales tomadas en un sitio y tiempo dados, es única para ese lugar y tiempo seleccionado.

Orden del muestreo.

Aunque la recolección de una muestra de agua parece sencilla, pueden producirse errores en la misma y necesita especial cuidado, ya que pueden surgir problemas independientemente de la técnica de muestreo utilizado. Las muestras deben satisfacer dos condiciones:

El agua que es recolectada en el recipiente debe ser una muestra representativa del sistema de suministro de agua de la localidad y en cantidad suficiente para los análisis que se van a realizar.

La concentración de las sustancias que se van a determinar no debe modificarse entre el momento de la toma y el análisis.

Tipos de muestras.

Existen 3 tipos de muestras para analizar física, química y microbiológicamente la calidad del agua: son las muestras simples o puntuales, específicas para redes de distribución; las muestras compuestas, para caracterizar fuentes de aguas naturales o crudas; y muestras integradas aplicables a la caracterización del agua de fuentes superficiales, especialmente en ríos anchos. Este manual solamente contempla la toma de muestra simple, la cual se define como aquella

tomada en un momento determinado (puntual) y resulta apropiada para caracterizar la calidad del agua en un momento dado para los procedimientos de vigilancia o proveer valores mínimos y/o máximos de determinados parámetros de control. El procedimiento para la toma de muestras puntuales se podrá desarrollar a través de la utilización de un muestreador de agua superficial y subterránea o de un balde como el que se utiliza para aguas superficiales y vertimientos. Si la muestra simple se toma mediante la utilización de un muestreador, se debe traspasar el volumen de agua recogido al recipiente donde se va a transportar.

Recipientes para recoger las muestras.

Recipiente para exámenes fisicoquímicos.

Los recipientes más usados para exámenes físicos y químicos son de vidrio y plástico. Son frascos que deben tener una capacidad mínima de un (1) litro y con tapa rosca que dé seguridad en el cierre.



Figura 9. Recipiente para exámenes fisicoquímicos.
Fuente: Elaboración propia.

Los recipientes de plástico deben ser de polietileno, policarbonato o teflón si se requiere. El uso de botellas de plástico es recomendado para la toma de muestras a las que se les va a determinar sustancias inorgánicas cuyos analitos sean menores a los constituyentes del vidrio. Los recipientes de plástico opacos también sirven para reducir las actividades fotosensibles en algunos componentes de la muestra.

Los recipientes de plástico opacos también sirven para reducir las actividades fotosensibles en algunos componentes de la muestra.

Recipiente para exámenes microbiológicos.

Los recipientes más usados para la toma de muestras para los exámenes microbiológicos son los frascos de plástico o preferiblemente de vidrio esterilizable. Deben ser de boca ancha, tapa protectora y cierre hermético para evitar escapes de agua; provistos con una cubierta de tela, papel resistente o papel de aluminio para proteger la tapa en el momento del muestreo. La capacidad de estos frascos debe ser como mínimo de 300 ml, con el objeto de poder tomar muestras de 250 ml y dejar un espacio vacío que facilite la supervivencia de los microorganismos aerobios.



Figura 10. Recipiente para exámenes microbiológicos.
Fuente: Elaboración propia.

Los frascos de vidrio deben ser de borosilicato u otro vidrio neutro, provistos de tapa rosca hecha de metal o plástico. Las tapas de metal deben ser forradas con un protector no tóxico que evite el contacto directo entre el metal y la muestra. La ventaja de los vidrios borosilicatos o vidrios Pyrex es que son más resistentes que otros vidrios al choque térmico, es decir, resisten variaciones rápidas de temperatura sin rajarse.

Limpieza de los recipientes y equipos de muestreo.

Para análisis fisicoquímico general.


Los recipientes de vidrio nuevos se deben limpiar con agua y detergentes, para eliminar el polvo; después se limpian con una mezcla de ácido crómico- ácido sulfúrico o en su defecto con limpiador neutro y se enjuagan con agua destilada. -Los recipientes de polietileno se limpian llenándolos con una solución al 10% o 1 molar de ácido nítrico o ácido clorhídrico, dejándolos llenos durante 30 minutos. Finalmente se enjuagan con agua destilada o desionizada. -Los detergentes no deben usarse con fines de limpieza, cuando haya lugar a determinación de fosfatos, silicatos, boro y surfactantes.

Para análisis microbiológico.

Previa limpieza y lavado, los recipientes deben esterilizarse en húmedo como mínimo durante 20 minutos a 121°C y 1 atmósfera de presión en autoclave; o empleando cualquier técnica de esterilización seca equivalente como un horno durante 1 hora a 180°C. Puede emplearse también material desechable estéril. -Cuando se efectúen exámenes rutinarios de agua que ha sido tratada con cloro los recipientes deben contener, antes de ser esterilizados, una concentración de 0.2 gramos de tiosulfato de sodio o 0.5 ml de solución de tiosulfato al 10% para poder neutralizar los vestigios de cloro e impedir de esta manera que éste continúe ejerciendo su acción bactericida y disminuya, por lo tanto, la oportunidad de detectar cualquiera de los microorganismos que

podrían indicar una posible contaminación del agua potable. Se deberán evitar cantidades excesivas de tiosulfato de sodio pues esto podrá ayudar al desarrollo de las bacterias posiblemente presentes en la muestra, alterando la concentración de las mismas, durante el tiempo transcurrido entre la recolección de la muestra y el inicio del análisis.

A continuación, se mostrarán los resultados generados por el laboratorio Aconpis que se practicaron al agua en el mes de Julio/2019, realizados el laboratorio Aconpis de la ciudad de Melgar donde se analizó el tema físico químico y microbiológico:

	FORMATO DE RESULTADOS	CÓDIGO: GM-GO-F12
	AGUA CRUDA	VERSION: 3
		VIGENTE DESDE: 01/07/2018

Código de Recepción: **9175**

AUTORIZACION INSTITUTO NACIONAL DE SALUD
PICCAP Res. 1615 Mayo 15 / 2.015

DATOS MUESTRA

Nombre Muestra:	AGUA NACEDERO	Lugar Muestreo:	VEREDA CUALAMANA - MELGAR TOLIMA
Fecha Toma:	13/07/2019	Fecha Recibo Lab.:	13/07/2019
Hora Toma:	11:00:00 a. m.	Recolectado por:	Personal de Laboratorio
Hora Recibo Lab.:	12:00:00 p. m.		
Empresa Responsable:	REQUERIMIENTO CORTOLIMA		
Ordenado por:	JAIBER IVAN CRUZ		
Dirección/Tel.:	MELGAR - TOLIMA		

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA	MAX. ACCEPTABLE Resolución 2115/2007
Color Aparente	5.8	UPC	Espectrofotométrico	SM 2120 C	15 UPC
Turbidez	0.3	UNT	Nefelométrico	SM 2130 B	2.0 UNT
pH	6.22	—	Electrométrico	SM 4500-H+ B	6.5 – 9.0 UNIDADES
Temperatura	24	°C	Termómetro	ASTM E 2877	°C
Conductividad	85	µS / cm	Electrométrico	S.M.-2510 B	1000 µS / cm

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO: Medios de Cultivo Merck

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA	MAX. ACCEPTABLE Resolución 2115/2007
Coliformes Totales	28 X 10 ²	U.F.C./100 cm ³	Filtración por Membranas	SM 9221 F	0 U.F.C./100 cm ³
E. coli	16 X 10 ²	U.F.C./100 cm ³	Filtración por Membranas	SM 9221 D	0 U.F.C./100 cm ³

ANÁLISIS QUÍMICO: Reactivos Merck

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA	MAX. ACCEPTABLE Resolución 2115/2007
Alcalinidad total	36.6	mg/l	Volumétrico	SM 2320 B	200 mg CaCO ₃ / l
Oxig. res. Libre	0.0	mg/l	Fotométrico	SPECTROQUANT	0.3-2.0 mg O ₂ / l
Clouros	8	mg/l	Volumétrico	SM 4500-Cl B	250 mg Cl ⁻ / l
Dureza total	30	mg/l	Fotométrico	SM 2340 C	200 mg CaCO ₃ / l
Hierro total	0.024	mg/l	Fotométrico	SPECTROQUANT	0.3 mg Fe / l
Sulfatos	5	mg/l	Fotométrico	SPECTROQUANT	250 mg SO ₄ ²⁻ / l
Fosfatos	2.07	mg/l	Fotométrico	SPECTROQUANT	0.5 mg PO ₄ ³⁻ / l
Calcio	NA	mg/l	Fotométrico	SPECTROQUANT	60 mg Ca / l
Aluminio	NA	mg/l	Fotométrico	SPECTROQUANT	0.2 mg Al / l
Nitratos	0.036	mg/l	Fotométrico	SPECTROQUANT	0.1 mg NO ₃ ⁻ / l
Nitritos	NA	mg/l	Fotométrico	SPECTROQUANT	10 mg NO ₂ ⁻ / l
Manganeso	NA	mg/l	Fotométrico	SPECTROQUANT	0.1 mg Mn / l
Molibdeno	NA	mg/l	Fotométrico	SPECTROQUANT	0.07 mg Mo / l
Magnesio	NA	mg/l	Fotométrico	SPECTROQUANT	36 mg Mg / l
Zinc	NA	mg/l	Fotométrico	SPECTROQUANT	3 mg Zn / l

NA: No Aplica

Revisó.



YENNY MARCELA MEDINA

Ing. Química UNAL Reg. Prof. #15899

Aprobó.



OLGA PATRICIA RODRIGUEZ

Bacteriologa U.J Reg. Prof. #14R178

Figura 11. Resultados de laboratorio. Fuente: Elaboración propia.

Luego de presentar los análisis del agua a la compañía Aguafilter JF Ltda., emitidos por el laboratorio Aconpis, se presenta el siguiente resumen en cuanto a la calidad del agua actual que consume la población de la vereda Cualamana:

El agua presenta un pH bajo, alto en coliformes y e. coli como microorganismos patógenos en el agua de captación. Presenta fosfatos altos, de 2,07 mg/L. Los valores de resultado de

conductividad como 85 y Alcalinidad de 36; teniendo en cuenta lo anterior se hace necesario implementar un sistema de potabilización para que el agua cumpla con los requisitos mínimos establecidos por las normativas Res 2115/07, Res 12186/91, Decreto 1575/07.

Propuesta de planta potabilizadora.

A continuación, se presentará la propuesta suministrada por la compañía Aguafilter JF Ltda., luego de análisis los resultados de laboratorio que se tomaron del agua en la bocatoma del actual acueducto que surte a la comunidad, teniendo en cuenta los datos de caudal y población de la zona de estudio.



Figura 12. Planta PTAP. Cumbal, Nariño, Aguafilter JF Ltda. Fuente: Elaboración propia.

Listado de equipos que componen la PTAP:

Tabla 2.

Equipos de la PTAP.

Equipo	Cantidad	Descripción
Aireación	1,0	Compuesto por 4 bandejas más bandeja colectora en PRFV, incluye material filtrante por carbón.
Coagulación	1,0	Cono de mezcla rápida en PRFV.

Tabla 2.
Equipos de la PTAP.

Equipo	Cantidad	Descripción
Floculación	1,0	Reactor cilíndrico en PRFV de 1.700 mm por 4.500 mm y zona superior de 2.200 mm de diámetro.
Sedimentación		Incluye pasarela y escalera de gato y lecho filtrante en proceso de filtración.
Filtración		
Desinfección	1,0	Modulo cilíndrico de 2,50 m de altura por 20” de diámetro en PRFV.
Sistema hidráulico	1,0	Sistema hidráulico para la interconexión de las secciones del sistema de tratamiento a cero metros incluido válvulas tipo mariposa industrial, materiales de PVC. RD-21 y 13 (PSI) a la vista y válvulas bridadas industriales de bola con cierre rápido en acero y cuerpo. Hierro fundido.
Dosificación eléctrica	3,0	Dosificadoras blackstone BL 20.
Tanque	3,0	Tanque de dilución de producto.
Cuadro eléctrico	1,0	Cuadro eléctrico general de potencia para protección y comando de los equipos eléctricos del sistema de tratamiento, cables, canalizaciones, bandejas, para utilizar las dosificadoras electrónicas. Manejo off manual y automático. Conexión con flotador. Sistema presurizador de reservorio.
Coagulante	1,0	Coagulante – 25 kg.
Desinfectante	1,0	Desinfectante – 25 kg.
Controlados de pH	1,0	Controlador de pH – 8 kg.
Documentos	1,0	Manual de operación del sistema de tratamiento.

Fuente: Elaboración propia

Con el montaje de la planta de tratamiento tipo compacto, se realizarán las respectivas pruebas de laboratorio al agua para comprobar su contenido de pureza, y comparar los cambios frente al estado antes del tratamiento. Una vez se realice la construcción y puesta en marcha el proceso de potabilización del agua se cumplirá con el objetivo del proyecto, en este caso puntual se realizarán los estudios y análisis técnicos para definir la dimensión de planta potabilizadora compacta que requiere la vereda.

Ubicación de la planta.

Los aspectos que deben considerarse en la ubicación de la planta son los siguientes:

1) Disponibilidad de la tierra.

2) Investigación geotécnica previa para establecer las condiciones geológicas del sitio en función de riesgos de desplazamiento de masa, evitando las fallas geológicas y teniendo en cuenta además el riesgo de sismicidad de la región.

3) En lo posible el sitio seleccionado debe permitir la llegada del agua. Cruda por gravedad.

En caso de no ser posible, se debe buscar el sitio de menor cabeza hidráulica de bombeo.

4) El sitio seleccionado debe tener fácil acceso a conexión de energía eléctrica.

5) El terreno seleccionado debe estar alejado de toda posibilidad de inundación, debe tener un buen drenaje y adicionalmente garantizar la evacuación de agua de lavado de filtros y sedimentadores.

6) La vía de ingreso debe permitir el uso de camiones de carga.

CAPITULO 5. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Costos de la realización del proyecto

Luego de definir un tipo de planta compacta para el proyecto, en esta caso particular se realiza un presupuesto donde se involucran una obras civiles menores como los son una placa de concreto reforzado y un cerramiento, que será donde se realiza en montaje de la unidad potabilizadora propuesta en este caso por la compañía Aguafilter JF Ltda.; se puede decir que se están incluyendo los costos directos e indirectos del proyecto, y se deja una base estimada de los costos mensuales que tendrá en cuanto a insumos químicos para la operación normal de la planta.

Presupuesto para el montaje planta de tratamiento

Tabla 3.

Presupuesto del montaje de la planta de tratamiento. Vereda Cualamana, Melgar; Tolima.

Ítem	Descripción	Unid	Cant.	Vlr. Unit.	Vlr. Total
1	Localización y replanteo	m2	10	\$ 569	\$ 5.690
2	Excavación manual para perfilar terreno, incluye retiro	m3	3,6	\$ 26.499	\$ 95.396,40
3	Relleno con material seleccionado tipo B-200, extendido y compactado	m3	2,5	\$ 63.173	\$ 157.932,50
4	Placa flotante en concreto de 3500 psi 21 Mpa (210 Kg/m ²), e=10cm	m3	1	\$ 389.980	\$ 389.980
5	Acero de refuerzo en (1/2")	KG	90	\$ 2.432	\$ 218.880
6	Cerramiento en malla eslabonada, incluye pintura anticorrosiva	m	12	\$ 246.727	\$ 2.960.724
7	Unidad potabilizadora compacta (propuesta por Aguafilter JF Ltda.)	unid	1	\$ 42.400.000	\$ 42.400.000
8	Insumos químicos para operación de la planta	mes	1	\$ 300.000	\$ 300.000
9	Análisis de laboratorio post construcción y puesta en marcha de la PTAP	unid	3	\$ 220.000	\$ 660.000

Fuente: Elaboración propia

El costo total asciende a la suma de \$47.188.602 cuarenta y siete millones ciento ochenta y ocho mil seiscientos dos pesos, los precios ya incluyen mano de obra.

Estructura de descomposición del trabajo EDT o WBS

Para el proyecto se presenta la siguiente descomposición de actividades, que tendrá como finalidad los respectivos entregables del proyecto, que serán las obras civiles y planta compacta en funcionamiento y operación, mejorando así la calidad del agua que consumen estos habitantes de la vereda Cualamana.

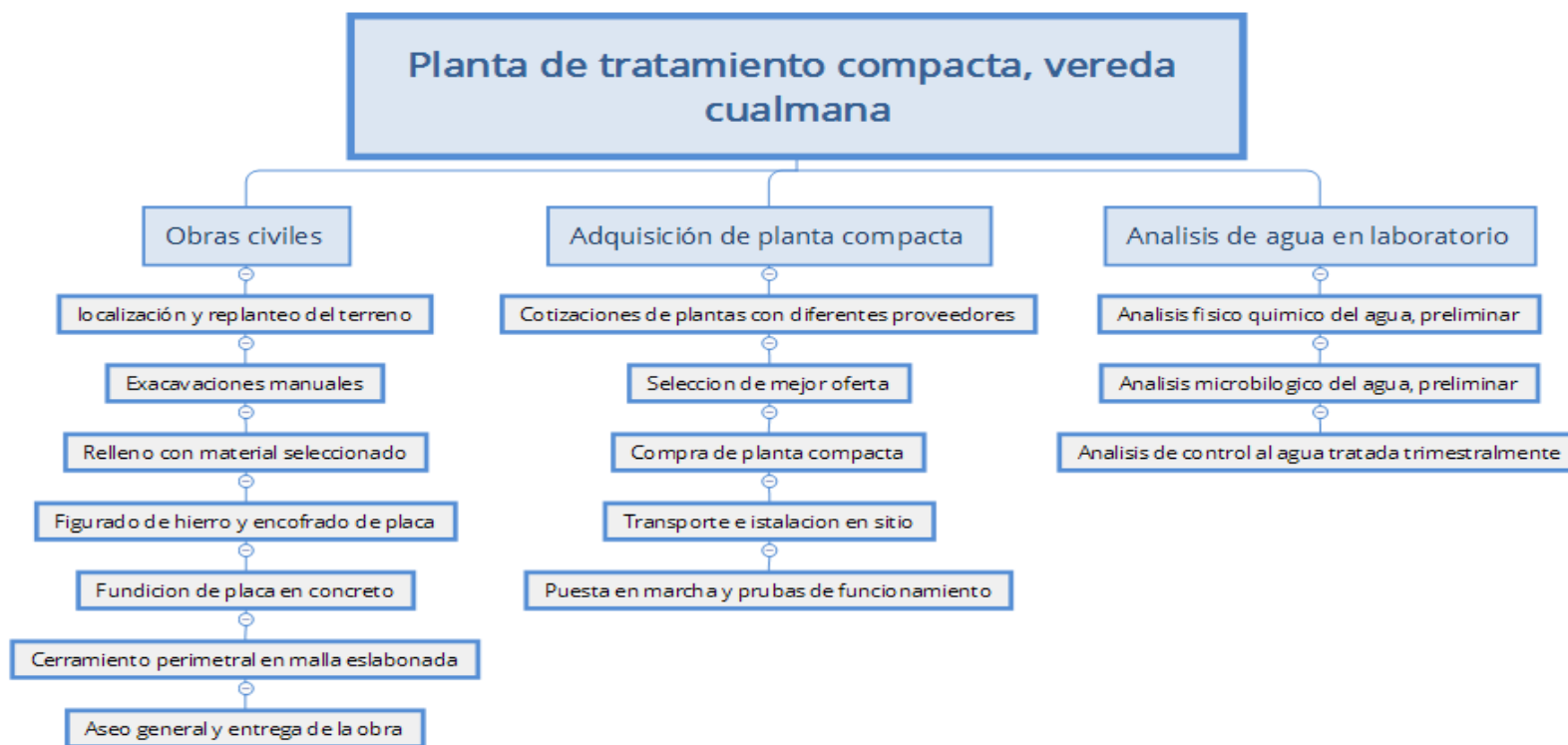


Figura 13. Plan de tratamiento compacta. Vereda Cualamana. Fuente: Elaboración propia.

Programación de Obra

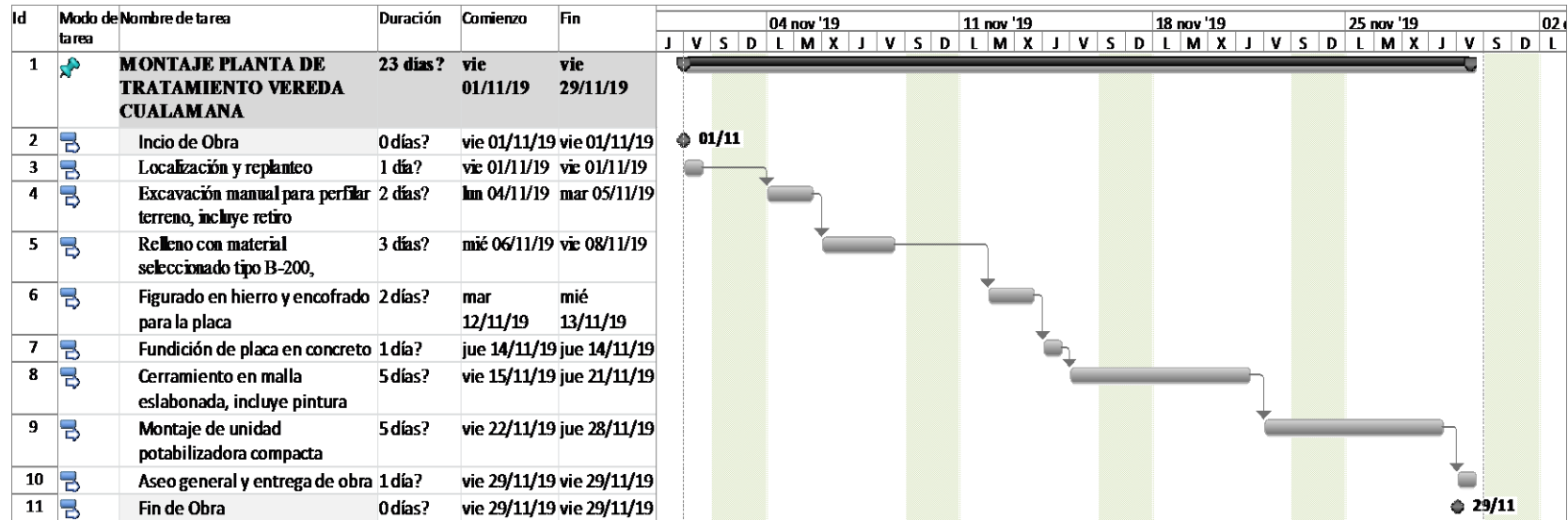


Figura 14. Programación de la obra. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Como primera medida luego de realizar la toma de muestras de agua que actualmente se consume en la población de la vereda Cualamaná, y que se realizaran los análisis microbiológicos se encontró que el agua no está cumpliendo por lo exigido en la actual normatividad Colombia como lo es decreto 2115 de 2007, y lo solicitado por el RAS. A partir de estos resultados se hace necesario un proceso de potabilización al agua que surte a una población de 650 habitantes aproximadamente según las consultas y averiguaciones realizadas con la junta de acción comunal de la vereda.

Encontrando este problema, en el actual acueducto resulta necesaria la implementación de un sistema de potabilización que garantice la calidad del agua, y que evite principalmente enfermedades y otras alteraciones en la salud de las personas. Con la presente propuesta se realizaron la medición de y registro de información que conlleva a proponer un sistema de potabilización compacto, que pueda acondicionarse al actual sistema de acueducto y potabilizar el agua de manera óptima y a un costo razonable.

A través de compañías especializadas en la fabricación de plantas portátiles como Aguafilter JF Ltda., y Acuatecnica S.A.S., se brindó asesoría en estos sistemas que son rápidos de instalar y por ende los costos constructivos de una planta convencional son más altos al demandar materiales y mano de obra en mayores proporciones. Estos sistemas son prefabricados y diseñados según el caudal a tratar, que en este caso oscila entre 1 y 1,2 litros por segundo.

Se elige el sistema compacto de tratamiento por varias razones dentro de las cuales se destaca el fácil y rápido montaje, es decir la puesta en marcha según la programación realizada solo sería de 23 días y con un costo total de \$ 47.188.602, eligiendo la propuesta de Aguafilter JF Ltda.,

quien propone un sistema de larga duración y acompañamiento en el post montaje de planta en campo.

Con los sistemas de planta convencional las duraciones de tiempo en obra pueden llegar a ser mayores a 3 meses y el actual costo de materiales pétreos y su transporte hasta el sitio encarecería demasiado el proyecto, es aquí donde la propuesta del sistema compacto minimiza los costos y tiempos de construcción, para de esta manera sustentar una mejor opción en cuanto a la potabilización del agua.

Los resultados esperados serán exactamente los mismos que si realizara con otro tipo de planta de tratamiento, debido a que la tabla de parámetros exigidas por del decreto 2115 de 2007 son los mismos para todos los sistemas de tratamiento sin importar su metodología.

Dentro de las comunicaciones realizadas con dicha comunidad, existe una gran expectativa sobre el financiamiento del proyecto por parte de los habitantes y una multinacional petrolera Perenco Oil and gas Colombia Limited., que en anteriores casos ya ha contribuido con proyectos de este tipo que son de carácter social en su zona de explotación petrolera. No obstante, la alcaldía municipal también sería uno de los principales Sponsor del proyecto, pues dentro de sus políticas de gobiernos se deben atender este tipo de necesidades como mandamiento de la constitución nacional de Colombia.

La final de este proyecto aplicado, de tipo social es que sea presentado a la comunidad de la vereda Cualamaná de forma pública y de allí tramitar la búsqueda de recursos para su implementación y construcción, se esperaría buscar la viabilidad económica del proyecto a través de los sponsor o patrocinadores que se mencionaron en el inicio del proyecto.

RECOMENDACIONES

Luego de analizar dos opciones técnicas económicas en cuanto al suministro de la PTAP compacta, las empresas Aguafilter J.F Ltda., y Acuatecnica S.A.S., se recomendaría inicialmente la opción con la empresa Aguafilter JF Ltda., debido a que presenta un sistema más robusto y con una garantía de hasta 20 años de duración, mientras que la empresa Acuatecnica S.A.S., aunque presenta una propuesta ligeramente más económica, propone un sistema más reducido y con una vida útil más corte de 15 años.

Sin embargo, en el momento de encontrar la viabilidad económica del proyecto, se recomendaría buscar tercera propuesta con otra empresa y hacer nuevamente un cuadro comparativo, donde se evalúe la parte técnica, económica y por su puesto de vida útil en los materiales utilizados.

Por otra parte, también se hace necesario una vez se realice la implementación de la planta compacta, la asociación o junta del acueducto de la vereda deber adquirir los elementos necesarios para el monitoreo y los respectivos insumos de químicos que permitirán una óptima operación de la planta; los análisis de laboratorio también se deben realizar periódicamente para hacer los respectivos seguimientos de norma a la calidad del agua.

Implementar micro medidores para los puntos de agua en las viviendas, con lo cual se controlará el consumo del agua potable, la cual no podrá ser utilizada ni malgastada en actividades que no cobren la importancia o necesidad, esto se recomienda porque actualmente no existen ningún tipo de medidor en las viviendas y esto podría incurrir en mal uso del agua y hasta desperdicios injustificados de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS^[hr1]

- Alcaldía de Melgar. (12 de Junio de 2015). *Plan básico de orientamiento territorial del municipio de Melgar*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2019, de Mi Colombia Digital: http://melgartolima.micolombiadigital.gov.co/sites/melgartolima/content/files/000332/16576_dts-ambiental-pbot-melgar.pdf
- Bosstech. (21 de Noviembre de 2016). *Proceso de potabilización del agua*. Recuperado el 12 de Octubre de 2019, de Bosstech: <https://bosstech.pe/wp-content/uploads/2018/02/proceso-potabilizacion.jpg>
- Cortez-Pinzón, H. E., & Mora-Fajardo, L. M. (2015). *Diseño de un sistema compacto de potabilización de agua para consumo humano en la granja la fortaleza ubicada en el municipio de Melgar-Tolima (Tesis de pregrado)*. Bogotá, D.C.: Universidad Libre de Colombia. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Ambiental. Obtenido de 2015.
- DANE. (3 de Junio de 2014). *Política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural. Documento Conpes*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2019, de Departamento Nacional de Planeación (DANE): <http://www.minvivienda.gov.co/conpesagua/3810%20-%202014.pdf>
- Delgado-Gómez, P. (26 de Julio de 2018). *Lo que falta en suministro de agua y alcantarillado en Colombia*. Recuperado el 1 de Octubre de 2019, de El Espectador: <https://www.elespectador.com/economia/lo-que-falta-en-suministro-de-agua-y-alcantarillado-en-colombia-articulo-802501>
- Díaz-Bautista, W. T. (2017). *Evaluación y optimización de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de tena en el departamento de Cundinamarca (tesis de pregrado)*.

Bogotá, D.C.: Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil.

Echeverry-Castillo, D. C. (21 de Enero de 2012). *Como va el agua en Colombia*. Recuperado el 30 de Agosto de 2019, de Primer Nombre: <https://primernombre.com/2012/01/21/como-va-el-agua-en-colombia/>

Gómez, A. (19 de Enero de 2017). *Potabilización del agua: Proceso y pasos*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de GSC Destacados y Obras.es: <https://www.poceriasinzanja.es/que-es-el-agua-potable-como-saber-si-el-agua-es-potable/>

Jiménez-Terán, J. M. (11 de Septiembre de 2013). *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2019, de Repositorio Universidad Veracruzana: <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>

PTAP. (17 de Octubre de 2018). *Tipos de PTAP*. Recuperado el 10 de Octubre de 2019, de Plantas de Tratamiento de Agua Potable. PTAP. Blogspot: <http://plantasdetratamientodeaguapotablesena.blogspot.com/p/tipos-de-ptap.html>

Tosco, P. (21 de Enero de 2017). *Enfermedades transmitidas por el agua contaminada*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2019, de OXFAM Intermón: <https://blog.oxfamintermon.org/enfermedades-transmitidas-por-el-agua-contaminada/>

ANEXOS

Anexo A. Cotización Aguafilter JF Ltda.



Para: Jaiber Ivan Cruz

Tel: 3183881437

Email: jaiber240890@hotmail.com

Ciudad. 27 de agosto de 2019 | Melgar Tolima.

PROPUESTA DE SUMINISTRO DE SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA AGUA POTABLE DESTINADO PARA CONSUMO HUMANO DE CAUDAL DE 1,0 L/S.

C-19.127

Figura 1. PTAP, Cumbal Nariño (1,5 L/s)



Fuente: Aguafilter Jf Ltda, 2019.

1.1. DATOS DE DISEÑO

El suministro de agua potable es de caudal de 1,0 L/s, como sistema compacto modular, de acuerdo a solicitud del contratante. La zona de instalación es en Melgar, Tolima.

La captación del agua se realiza de un nacimiento. Presenta un pH bajo, alto en coliformes y e.coli como microorganismos patógenos en el agua de captación. Presenta fosfatos altos, de 2,07 mg/L. Los valores de resultado de conductividad como 85 y Alcalinidad de 36. No se analizaron otros parámetros de interés de acuerdo a la 2115/2007.

¹ Dirección: Cra. 65 # 96-06. Bogotá D.C. / Colombia - Celular: +57 3138109232- 3106881080 - 3165393027
Email: comercial@aguafilterjf.com - aguafilterjf@yahoo.com - www.aguafilterjf.com



1.2. PROPUESTA DE TRATAMIENTO

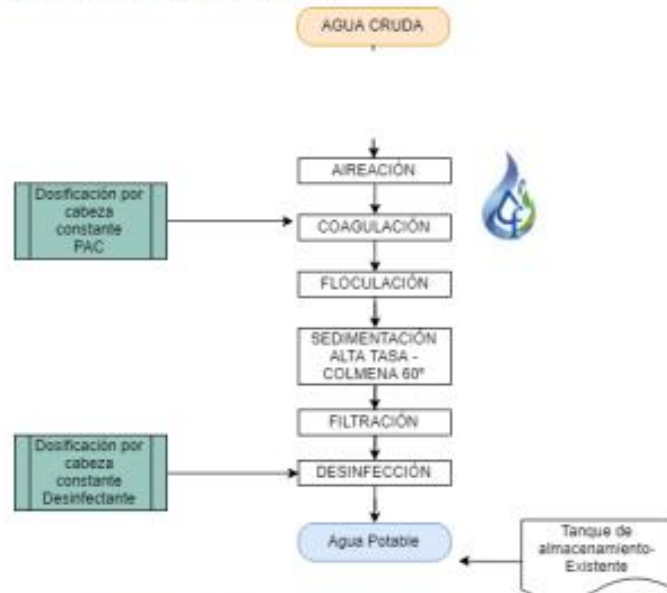


Figura 2. Diagrama de procesos, incluyendo proceso de aireación



Figura 3. Agua Potable
Fuente: Aguafilter Jf Ltda, 2019.

2



1.3. LISTA DE EQUIPOS DE SUMINISTRO PTAP

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CANT
Aireación	Compuesto por 4 bandejas más bandeja colectora en PRFV, incluye material filtrante por carbón.	1,0
Coagulación	Cono de mezcla rápida en PRFV.	1,0
Floculación	Reactor cilíndrico en PRFV de 1700 mm x 4500 mm y zona superior de 2200 mm de diámetro Incluye Pasarela y escalera de gato y lecho filtrante en proceso de filtración.	1,0
Sedimentación		
Filtración		
Desinfección	Modulo cilíndrico de 2.50 m de altura x 20" de diámetro en PRFV.	1,0
Sistema Hidráulico	Sistema hidráulico para la interconexión de las secciones del sistema de tratamiento a cero metros Incluido válvulas tipo mariposa industrial, Materiales de PVC. RD-21 y 13 (psi) a la vista y válvulas bridadas industrial de bola con cierre rápido en acero y cuerpo hierro fundido.	1,0
Dosificación eléctrica	Dosificadoras blackstone BL20	3,0
Tanque	Tanque de dilución de producto	3,0
Cuadro eléctrico	Cuadro eléctrico general de potencia para protección y comando de los equipos eléctricos del sistema de tratamiento, cables, canalizaciones, bandejas, para utilizar las dosificadoras electrónicas. Manejo off manual y automático. Conexión con flotador sistema presurizador de reservorio.	1,0
Coagulante	Coagulante - 25 kg	1,0
Desinfectante	Desinfectante - 25 kg	1,0
Controlador de pH	Controlador de pH 8 kg	1,0
Documentos	Manual de operación del sistema de tratamiento	1,0

1.4. ACTIVIDADES DEL CLIENTE

1.4.1. OBRAS CIVILES:

- ✓ Caracterización de agua tratada (Input and output)
- ✓ El cliente deberá suministrar una válvula de aforo, a la entrada de agua cruda, para aforar a cero metros y salida a tanque de almacenamiento a cero metros de agua tratada. (Instalaciones hidráulicas a cero metros, entrada a 5,00 m de altura en 2" salida 3" (bridada al tanque de almacenamiento) A 2,50 m de altura

³ Dirección: Cra. 65 # 96-06. Bogotá D.C. / Colombia - Celular: +57 3138109232- 3106881080 - 3165393027
Email: comercial@aguafilterjf.com - aguafilterjf@yahoo.com - www.aguafilterjf.com



AGUAFILTER JF LTDA.
Ingeniería y tratamientos para el agua

Para: Jaiber Ivan Cruz

Tel: 3183881437

Email: jaiber240890@hotmail.com

Ciudad. 27 de agosto de 2019 | Melgar Tolima.

- ✓ Construcción de placa en concreto a 3500 (psi) y cajas de andén para conducción de retro lavado a drenaje (Disponer de un desagüe para conectar el retro lavado de la PTAP).
- ✓ Cuarto de Máquinas o área de almacenamiento de productos
- ✓ Cerramiento perimetral del sistema de tratamiento
- ✓ Seguridad
- ✓ Tanque de Almacenamiento de agua tratada.
- ✓ Todas las obras civiles necesarias. Si el suelo presenta condiciones que requieran obras civiles no contempladas.
- ✓ Realizar cálculos estructurales y de suelos. Para soportar la carga del sistema de tratamiento en operación.

Nota: La presente oferta no incluye costos de obras civiles para la instalación, ya que se considera que es más rentable económicamente para el cliente, contratar mano de obra local para las obras civiles necesarias. Aguafilter Jf Ltda, brindara asesoría de las obras civiles.

1.5. BENEFICIOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO EN PRFV

- Estructura ligera
- Una alta relación resistencia/peso ofrece costos de transporte y de instalación inferiores en comparación con materiales como el acero o el hormigón.
- Capacidad de adaptación
- Mas durabilidad en comparación con tanques de otros materiales, de plástico y acero entre otros.
- Resistencia a la corrosión y mecánico

CALIDAD DE AGUA A TRATAR: El agua a tratar estará dentro de los parámetros exigidos por el decreto 475/98 y la última resolución 2115/07, del Ministerio de Salud Pública.

4

Dirección: Cra. 65 # 96-06. Bogotá D.C. / Colombia - Celular: +57 3138109232- 3106881080 - 3165393027

Email: comercial@aguafilterjf.com - aguafilterjf@yahoo.com - www.aguafilterjf.com

Presupuesto de inversión

C- 19.127.

Tabla 1. Propuesta comercial.

DESCRIPCIÓN	CANT	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
Planta de tratamiento para agua potable de caudal de 1,0 L/s	1,0	\$ 42.400.000	\$ 42.400.000
SUBTOTAL			\$ 42.400.000
NOTA: EL VALOR DE LOS PRODUCTOS MAS IMPUESTOS DE LEY			

Fuente: Aguafilter, J,F, 2019.

- ✓ Tiempo de entrega 30 días hábiles, 5 días de montaje
- ✓ Forma de pago 50% - Anticipo y Contrato.
40% - 70 % finalidad de proyecto corte de avance.
10% - Entrega final a satisfacción.
- ✓ Validez de la oferta 30 días.
- ✓ Entrega A convenir
- ✓ Montaje A convenir
- ✓ Descarga y posicionamiento A convenir

La actividad diaria del operario o persona a cargo es dedicar 15 - 20 min, para preparación de productos y abrir válvulas, de igual forma verificar el estado de la calidad de agua conforme al caudal de entrada y el nivel de turbidez, se entregará manual de operación para manejo del sistema.

Garantía: 24 meses por imperfectos de fabricación en reactores en PRFV.

Para efectos de contrato incluye;

- ✓ Pólizas de cumplimiento
- ✓ Calidad
- ✓ Estabilidad



AGUAFILTER JF LTDA.
Ingeniería y tratamientos para el agua

Para: Jaiber Ivan Cruz

Tel: 3183881437

Email: jaiber240890@hotmail.com

Ciudad, 27 de agosto de 2019 | Melgar Tolima.

AGUAFILTER J.F. LTDA garantizará que los materiales suministrados y fabricados son de primera calidad para servicio de muchas décadas. Estaremos atentos a cualquier inquietud y a entera disposición.

Les saluda Cordialmente,

Hans Fandiño

Ingeniero ambiental –

Director de proyectos –

Aguafilter JF LTDA

Figura 4. Anexos PTAP.



Fuente: Aguafilter Jf Ltda.

6

Dirección: Cra. 65 # 96-06. Bogotá D.C. / Colombia - Celular: +57 3138109232- 3106881080 - 3165393027

Email: comercial@aguafilterjf.com - aguafilterjf@yahoo.com - www.aguafilterjf.com

Anexo B. Cotización Acuatecnica S.A.S.



ACUATECNICA S.A.S



AL CONTESTAR CITESE ESTE

No.

Jaiber Cruz
 Cel: 318 388 1437
Jaiber240890@hotmail.com
Propuesta económica

INGENIARÍA:
 SANITARIA
 AMBIENTAL
 CIVIL
 HIDRÁULICA

DISEÑO Y
 CONSTRUCCIÓN:

PLANTAS PARA
 AGUA POTABLE:

UNIPACK
 MODUPACK
 MINIPACK
 AQUAPACK
 CONVENCIONALES

PLANTAS PARA
 AGUAS RESIDUALES:

ACUASEG
 BIOPACK
 RALPACK
 FILTERPACK
 ACUARAP
 CONVENCIONALES

REDES DE
 ACUEDUCTO Y
 ALCANTARILLADO

ESTACIONES DE
 BOMBEO

TANQUES DE
 ALMACENAMIENTO

PISCINAS

EQUIPOS
 ESPECIALES

COSTO DIRECTO		34.800.000
SUBTOTAL COSTO DIRECTO		34.800.000
IVA	19%	6.612.000
COSTO TOTAL		\$41.412.000







RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO Y MICROBIOLÓGICO						
PARAMETRO ANALIZADO	RESULTADO	UNIDADES	VALORES PERMISIBLES RES 2115/07	DIAGNOSTICO	METODO	ANALISTA
Alcalinidad	198	mg/L	≤ 200 mg/L	aceptable	Titulométrico	William C.
Aluminio	0,09	mg/L	≤ 0,2 mg/L	aceptable	Espectrofotométrico	William C.
Calcio	9,9	mg/L	≤ 60 mg/L	aceptable	Espectrofotométrico	William C.
Conductividad	182,4	μs/cm	≤ 1000 μs/cm	aceptable	Conductimétrico	William C.
Cloruros	11	mg/L	≤ 250 mg/L	aceptable	Titulométrico	William C.
Color	6	Unidades Pt-Co	≤ 15 U Pt-Co	aceptable	Fotométrico	William C.
Dureza total	159	mg/L	≤ 300 mg/L	aceptable	Titulométrico	William C.
Fosfatos	0,1	mg/L	≤ 0,5 mg/L	aceptable	Colorimétrico	William C.
Hierro total	0,15	mg/L	≤ 0,3 mg/L	aceptable	Espectrofotométrico	William C.
Magnesio	12	mg/L	≤ 36 mg/L	aceptable	Espectrofotométrico	William C.
Nitratos	0,04	mg/L	≤ 10 mg/L	aceptable	Espectrofotométrico	William C.
Nitritos	< 0,01	mg/L	≤ 0,1 mg/L	aceptable	Espectrofotométrico	William C.
pH	7,24	Unidades de pH	entre 6,5 y 9,0	aceptable	Electrométrico	William C.
Temperatura de Agua	37,1	°C	NA	aceptable	Termométrico	William C.
Sólidos totales	199	mg/L	≤ 500 mg/L	aceptable	Gravimétrico	William C.
Sulfatos	19	mg/L	≤ 250 mg/L	aceptable	Espectrofotométrico	William C.
Turbidez	0,71	NTU	≤ 2 NTU	aceptable	Nefelométrico	William C.
Cloro residual	0,00	mg/L	entre 0,3 y 2,0	no aceptable	Fotométrico	William C.
Coliformes totales	16	UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³	no aceptable	Filtración por membrana	Dora L.
Escherichia coli	0	UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³	aceptable	Filtración por membrana	Dora L.