

**IMPLEMENTACIÓN DE UN FILTRO CASERO PARA TRATAMIENTO DE
AGUA CRUDA EN PRO DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA DE LOS
HABITANTES DE LA VEREDA LA FLORIDA EN EL CORREGIMIENTO DE SAN
ANTONIO DE PRADO DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN**

**ALEXANDER ESCOBAR RESTREPO
EUCLIDES SANTOS PEREA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
UNAD
TECNOLOGÍA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO
AMBIENTE. ECAPMA
MEDELLÍN, ANTIOQUIA
2019**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN FILTRO CASERO PARA TRATAMIENTO DE
AGUA CRUDA EN PRO DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA DE LOS
HABITANTES DE LA VEREDA LA FLORIDA EN EL CORREGIMIENTO DE SAN
ANTONIO DE PRADO DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN**

**ALEXANDER ESCOBAR RESTREPO
EUCLIDES SANTOS PEREA**

**Trabajo de Grado
Presentado para optar al título de
Tecnólogo En Saneamiento Ambiental**

**Director:
Kevin Alberto Berthi Mantilla
Ingeniero Sanitario
Msc, Ingeniería Ambiental**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
UNAD
TECNOLOGÍA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO
AMBIENTE. ECAPMA
MEDELLÍN, ANTIOQUIA
2019**

RAE Resumen Analítico del Escrito

Tipo de documento: Proyecto de investigación, como trabajo de grado de la Tecnología en Saneamiento Ambiental.

Autor(es): Alexander Escobar Restrepo y Euclides Santos Perea.

Palabras clave: Agua, potabilización, diseño, filtro, tratamiento, análisis, fisicoquímico, microbiológico.

Descripción: Objetivo: El presente trabajo tuvo como objetivo, implementar un filtro casero para el tratamiento de agua en la cuenca "La Manguala" de la vereda la Florida en el corregimiento de San Antonio de Prado del Ciudad de Medellín. **Metodología:** Se utilizó un estudio descriptivo, de esta forma se realizó una investigación práctica para la implementación del filtro casero para el tratamiento del agua. **Resultados:** Como resultados, se analizaron muestras de agua proveniente de la cuenta La Manguala; se diseñó y fabricó el filtro de agua casero; con el que se garantiza mejores condiciones del agua cruda como: mejor turbiedad, apariencia del agua, detención de algas y sólidos, ya que los análisis fisicoquímicos mostraron que se alcanzó un porcentaje de remoción de material suspendido medidos como turbiedad del 60.6% y una remoción del color del 14.4% en invierno, mostrando una mejora con respecto al valor del agua cruda; la comunidad de la zona donde se instaló el filtro, recibió capacitación relacionada con distintos pasos para la operación y mantenimiento del mismo.

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tabla de contenido

	Págs.
Introducción	12
1. Justificación	13
1.1. Beneficios	15
2. Definición del problema	17
3. Objetivos	19
3.1. Objetivo general	19
3.2. Objetivos específicos	19
4. Marco Teórico.....	20
4.1. Tratamiento del agua	20
4.2. Potabilización del agua.....	20
4.3. Filtración.....	20
4.3.1. Tipos de filtros.	21
4.4. Sistemas de Filtración.....	21
4.5. Fuentes de abastecimiento.....	24
4.5.1. Aguas superficiales continentales.....	24
4.6. Método de preparación y análisis de muestras de agua a evaluar	25
4.6.1. Técnicas de muestreo y conservación.....	25
4.7. Quebrada Doña María	26
4.8. Cuenca la manguala.....	26
4.9. Corregimiento de San Antonio de prado	27
4.10. Vereda la Florida de San Antonio de Prado	27
5. Alcance y límites.....	28
5.1. Alcance	28
5.2. Límites	30

5.2.1. Datos del corregimiento de San Antonio de Prado.....	31
5.3. Descripción de actividades	33
6. Aspectos metodológicos	34
6.1. Tipo de estudio	34
6.2. Diseño metodológico.....	34
6.3. Población	34
6.4. Fuentes de información	34
6.5. Fases y actividades	35
6.5.1 Fase 1:	35
6.5.2 Fase 2:	43
6.5.3 Fase 3:	43
6.5.4 Fase 4:	44
6.5.5 Fase 5:	52
7. Resultados	54
7.1. Diagnóstico del agua de la cuenca La Manguala	54
7.1.1. Análisis del diagnóstico.	56
7.1.1.1. Implicaciones tiene una toma de muestras de agua sin un método estandarizado para su posterior análisis.	56
7.1.1.2. Implicaciones que existen si no hay control en la preparación y análisis de las muestras de agua.	56
7.2. Diseño y fabricación del filtro casero.....	57
7.2.1. Diseño del plano del filtro de agua casero.	57
7.2.2. Requerimientos técnicos del filtro	58
7.2.3. Paso a paso para la construcción del filtro casero.....	59
7.3. Evaluación del funcionamiento del filtro casero.	63

7.4. Apropiación social del conocimiento con respecto a la operación y mantenimiento del filtro casero de purificación de agua.....	68
7.4.1. Manual práctico del mantenimiento del Filtro de agua casero.	68
8. Conclusiones	73
9. Recomendaciones	75
10. Referencias	76
Anexos.....	79

Lista de Figuras

	Págs.
Figura 1. Ubicación de la en la ciudad de Medellín.....	29
Figura 2. Quebrada La Manguala.....	29
Figura 3. Diseño del plano del filtro de agua casero.....	57
Figura 4. Simulación interna del funcionamiento interno del filtro casero.....	61
Figura 5. Folleto del Manual de mantenimiento del filtro de agua casero. Lado 1.....	71
Figura 6. Folleto del Manual de mantenimiento del filtro de agua casero. Lado 2.....	72

Lista de Fotografías

	Págs.
Fotografía 1. Envase y esterilizado	38
Fotografía 2. Toma de temperatura	39
Fotografía 3. Toma de muestra.	39
Fotografía 22. Construcción del filtro.	59
Fotografía 23. Construcción del filtro.	60
Fotografía 24. Construcción del filtro.	60
Fotografía 25. Insumos para la construcción del filtro. Organización por capas.	62
Fotografía 26. Filtro de agua.	63
Fotografía 29. Construcción del filtro.	79
Fotografía 30. Construcción del filtro.	79
Fotografía 31. Pruebas de laboratorio	80
Fotografía 32. Pruebas de laboratorio	80
Fotografía 33. Pruebas de laboratorio	81
Fotografía 34. Pruebas de laboratorio	81
Fotografía 35. Pruebas de laboratorio	82
Fotografía 36. Pruebas de laboratorio	82
Fotografía 37. Pruebas de laboratorio	83
Fotografía 38. Pruebas de laboratorio	83
Fotografía 39. Pruebas de laboratorio	84
Fotografía 40. Pruebas de laboratorio	84
Fotografía 41. Pruebas de laboratorio	85
Fotografía 42. Pruebas de laboratorio	85
Fotografía 43. Visita profesor al afluyente y revisión del filtro.	86

Lista de Tablas

	Págs.
Tabla 1. Datos de la cuenta la Manguala.	31
Tabla 2. Elementos y métodos empleados en la toma de muestra y referencias bibliográficas.....	37
Tabla 3 Agua en verano sin tratamiento.....	46
Tabla 4. Agua en verano filtrada.....	47
Tabla 5. Porcentaje Remoción Agua en verano	48
Tabla 6. Agua en invierno sin tratamiento	49
Tabla 7. Agua en invierno filtrada	50
Tabla 8. Porcentaje de Remoción en invierno.....	52
Tabla 9. Resultado / Producto esperado	54
Tabla 10. Resultados parámetros fisicoquímicos del proceso de filtrado en verano.	64
Tabla 11. Resultados parámetros fisicoquímicos del proceso de filtrado en invierno.	65
Tabla 12. Presupuesto para generar la apropiación del conocimiento a la comunidad.....	70

Lista de Anexos

	Págs.
Anexo A. Registro Fotográfico de la construcción del filtro	79
Anexo B. Realización de pruebas de laboratorio	80
Anexo C. Registro de la visita de profesor al afluente y al filtro en construcción.....	86
Anexo D. Instalación del filtro	89
Anexo E. Presentación del filtro en La UNAD	91

Introducción

El presente trabajo se realizó con el objetivo de implementar un filtro casero para el tratamiento del agua en la "La Manguala" de la vereda la Florida en el corregimiento de San Antonio de Prado del Ciudad de Medellín. Para dar cumplimiento al objetivo, se determinaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua tratada con el filtro; se evaluó el funcionamiento del filtro casero diseñado para el tratamiento de agua; y se realizó la socialización para dar a conocer a la comunidad de la vereda La Florida en el corregimiento de San Antonio de Prado, con respecto a la operación y mantenimiento del filtro casero de purificación de agua.

Lo anterior como aporte al problema hallado relacionado con la potabilidad del agua en la vereda La Florida del corregimiento de San Antonio de Prado, pues de acuerdo a la observación y testimonios de la comunidad de quienes vive allí, actualmente hay familias quienes no cuentan con el acceso al agua potable por lo cual deben suplir sus necesidades con el agua cruda del riachuelo la cual no es debidamente tratada, tomando agua no tratada y en ocasiones llega con turbiedad debido a las lluvias generadas en la zona, lo cual es causa de enfermedades digestivas y otras derivadas de la toma del agua no apto para el ser humano. Por tales motivos se realizó el presente trabajo, con el propósito de dar solución a dicho problema por medio de la implementación del sistema de purificación casero, para disminuir el grado de contaminación de agentes físicos, químicos y microbiológicos del agua de la cuenca La Manguala, de donde actualmente se toma el agua para la población de la vereda La Florida.

1. Justificación

El presente trabajo se propone como un sistema de potabilización primario del agua, que permita lograr una mejor turbiedad, apariencia, detención de algas y sólidos en el agua, convirtiéndose de esta forma en una solución al problema relacionado con la potabilidad del agua, el cual afecta a la población que actualmente vive zona rural de La Florida, corregimiento de San Antonio de Prado, el cual hace parte de la ciudad de Medellín. Quienes necesitan de manera urgente una solución a los problemas derivados de la toma de agua pues no es apta para el ser humano, la cual es una necesidad también de los animales, así como para el uso de la agricultura de la región.

Su importancia radica en los resultados de estudios realizados con respecto a la salud ambiental, donde se evidencia que el consumir agua no potable, constituye un factor de riesgo que genera patologías diarreicas (Dye, Boerma, Evans, Harries, Lienhardt, & McManus, 2013, p. 44). En otro estudio se menciona, “El 88 % de los casos de diarrea en el mundo, son atribuibles por tomar agua cruda o por deficiencias en higiene y saneamiento, generando la muerte anual de 1,5 millones de seres humanos, quienes en su mayoría son niños menores de cinco años” (OMS, 2009, p. 1).

Confirmando así la realidad actual de la región de América Latina y el Caribe, donde a causa del problema mencionado, las complicaciones digestivas como la diarrea se han convertido en la segunda causa de morbi-mortalidad de niños menores de cinco años (OPS, 2011), específicamente en países como Colombia, donde causan la muerte a unas 2.300 seres humanos cada año (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2008).

Considerando el hecho de que todos los seres humanos necesitan del agua para su supervivencia, es inevitable la toma de acciones que permitan que todas las personas tengan acceso a buenas condiciones higiénico sanitarias, sobretodo el derecho a poder adquirir el agua, en Colombia la situación relacionada con el acceso al agua es muy preocupante debido a que a pesar de que los

entes gubernamentales conocen a profundidad la situación, se han realizado programas de gobierno que prometen abordar el tema y dar soluciones eficaces aún se tienen regiones como los departamentos del Chocó, El Amazonas, Córdoba, Guaviare, La Guajira, Putumayo, Santander, Tolima, Antioquia donde la población infantil se encuentra afectada y los índices de morbi-mortalidad son aún preocupantes por la falta de este recurso hídrico potable. (INCA 2016)

844 millones de personas no tienen un servicio básico de suministro de agua potable, esta cifra tiene en cuenta a 159 millones de personas que dependen de aguas superficiales. De acuerdo a comunicado de prensa de la OMS y la UNICEF, 1 de cada 3 personas no tiene acceso al agua potable (OMS, 2019) Lo que deja ver la falta de una buena gestión relacionada con brindar buenas condiciones higiénico sanitarias en las zonas rurales, que de una u otra forma han sido relegadas a vivir bajo condiciones muy distintas a las zonas urbanas, donde sus habitantes si tienen acceso a buenas condiciones como el acceso al agua. Por dichos problemas se hace necesario diseñar estrategias desde el Estado las cuales permitan el tratamiento y suministro de agua potable, como intervenciones de bajo costo, simples, de fácil aceptación social y pueden reducir el riesgo microbiológico y sus potenciales efectos en la salud.

Específicamente, en el Corregimiento de San Antonio de Prado en la vereda la Florida del Ciudad de Medellín, por medio de la observación y testimonios de la comunidad, ya que 126 habitantes fueron encuestados, generando una información significativa donde se pudo evidenciar que actualmente existen familias que no cuentan con el agua apta para el consumo humano, razón por la cual es importante la implementación de alternativas para el tratamiento de aguas, que mejoren la situación de esta comunidad anteriormente descrita.

En este sentido, con el presente trabajo se busca contribuir en la vereda la Florida dar una primera alternativa de pretratamiento del agua en la vereda La Florida, ya que actualmente esta zona carece de un sistema de tratamiento de agua, que mejore de una u otra forma su calidad de vida de sus habitantes. Es así como nace la idea de implementar un filtro de agua casero que sirva como un tratamiento primario del agua extraída del arroyo “La Manguala” para contribuir con la

disminución de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos, presentes en aguas no tratadas como la usada en el corregimiento de San Antonio de Prado y de la cual varias familias se abastecen para suplir sus necesidades. De esta forma, se elaborará un manual para la operación y mantenimiento del filtro casero de agua y así poder socializarlo entre la comunidad del corregimiento de San Antonio de prado a través de su líder de acción comunal.

1.1. Beneficios

Es importante resaltar que la fabricación de los filtros caseros presenta muchas ventajas, como el fácil acceso a los materiales para su elaboración, entre los que podemos mencionar: arcilla, aserrín, arroz, arena, resina halógena, plata coloidal, zeolitas, carbón activado, nitrato de plata, etc. Estos componentes permiten que se pueda obtener una eficacia y eficiencia en la calidad del agua tratado, ya que sus características fisicoquímicas y microbiológicas pueden llegar hacer muy optimas, cumpliendo con los valores establecidos en el decreto 1575 de 2007, donde se describen los valores de las características, físicas, químicas y microbiológicas que tiene que tener el agua, para ser considerado como apta para el consumo humano. (Mwabi & Adeyemo, 2011).

Otra ventaja a resaltar es el hecho de que la fabricación del filtro es muy económica y de fácil implementación, puesto que no se requiere el uso de energía eléctrica para su funcionamiento, los materiales son resistentes y de alta durabilidad y los mantenimientos preventivos y correctivos son fáciles de realizar, debido a que se pueden encontrar con gran facilidad los repuestos que se requieran, todos y cada uno de estos factores mencionados, confirman que el uso de este filtro puede resolver a corto plazo el problema relacionado con la obtención del agua en regiones apartadas de los cascos urbanos. (Mwabi & Adeyemo, 2011).

Por lo tanto, se reitera la importancia de diseñar y operar un filtro casero para el tratamiento del agua en el arroyo "La Manguala" de la cual se abastecen los habitantes de la vereda la Florida en el corregimiento de San Antonio de prado del Ciudad de Medellín. Dicho filtro fue elaborado con componentes asequibles donde el presente proyecto pueda ser replicado por otras habitantes de la comunidad y sean beneficiarias del mismo, objeto por el cual se va a realizar un manual de

diseño y operación de un filtro casero del agua que va a ser entregado al líder de la vereda para ser multiplicado y se aporte con la disminución de las tasas de mortalidad.

2. Definición del problema

El problema hallado en la zona en donde se realizó el presente trabajo, así como en otros lugares donde no se trata el agua para el consumo humano, son las patologías generadas por dicho motivo. Es así como se halló que actualmente la zona de la "La Manguala" de la vereda la Florida en el corregimiento de San Antonio de Prado del Ciudad de Medellín, existen familias que no cuentan con el acceso al agua potable por lo cual suplen sus necesidades con el agua del río la cual no es debidamente tratada, esto facilitó la toma de la decisión de implementar un filtro casero que mejore las condiciones del agua relacionadas con la turbiedad, apariencia, detención de algas y sólidos presentes en ella.

Así mismo, lo mencionan otros estudios sobre el tema, donde se dice: que aproximadamente, en las zonas rurales de Colombia, habitan más de 11 millones de personas y una tercera parte de ellos no cuenta con acceso al agua (Carrasco, 2016). Dicha situación es lamentable, ya que de acuerdo a las cifras del Joint Monitoring Program, Colombia no cumple con las metas relacionadas con la cobertura de suministro de agua potable, establecida para el año 2015, incumplimiento que refleja que a nivel mundial, no se cuenta con un buen promedio de desempeño en brindar las mejores condiciones higiénico sanitarias relacionadas con el agua, establecido en el balance de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) según las cifras del Joint Monitoring Program (OMS-UNICEF, 2016).

El consumo de agua no tratada o contaminada es una gran problemática para los estados, ya que las implicaciones en la salud son altamente considerables y debido al gran número de personas afectadas, que de una u otra forma impactan a nivel general, ya que los hospitales pueden colapsar para la atención de enfermedades relacionadas con el consumo de un agua sin tratamiento. Es necesario entonces que se planteen soluciones prácticas, fáciles de aplicar, económicas e igual de eficaces y eficientes que otras tecnologías utilizadas en las zonas urbanas, de allí la necesidad de

implementar filtros caseros en las regiones apartadas, que sirvan para disminuir las patologías relacionadas con el tema y mejorar la calidad de vida de estas poblaciones (Ibarra, 2016, p. 7).

Teniendo en cuenta las razones anteriormente mencionadas, se hace necesario que en Colombia, se implementen alternativas técnicamente simples o artesanales, pero igual de efectivas para el tratamiento del agua y así poder aumentar la cobertura de la obtención de este recurso de forma óptima para el consumo humano (Ibarra, 2016, 9. 24).

Dichos hechos hacen que vivir las zonas rurales y no tener acceso al agua potable se conviertan en una difícil situación, reflejada en la afectación de 24 de cada 100 personas que residen en las zonas rurales, según expone Findeter en un informe presentado en 2017. La Organización Mundial de la Salud, considera que aumentar el acceso al agua potable es la intervención más eficaz para mejorar la salud humana y prevenir las patologías (OMS, 2019).

En este sentido, una investigación del Departamento Nacional de Planeación - DNP-, menciona que hay una difícil situación de calidad del agua en zonas rurales del país. Este informe sostiene que el 58% de la población rural no recibe un líquido apto para el consumo humano". Razón por la cual tasa de morbilidad por condiciones médicas gastrointestinales va en aumento" (CONPES, 2014, p. 51)

Los problemas mencionados son de gran relevancia y hacen necesaria la puesta en marcha de estrategias para el suministro de agua potable a la población en el país, pues de esto depende en gran medida la salud de la misma y el poder tener una mejor calidad de vida.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Evaluación de un filtro casero para tratamiento de agua en la cuenca "La Manguala" de la vereda la Florida en el corregimiento de San Antonio de Prado del municipio de Medellín.

3.2. Objetivos específicos

- Diseño y construcción del filtro casero para el tratamiento del agua cruda de la quebrada La Manguala.
- Evaluación de la eficiencia de remoción del sistema de filtración casero mediante parámetros fisicoquímicos de agua.
- Generar la apropiación del conocimiento a la comunidad de la vereda La Florida en el corregimiento de San Antonio de Prado, con respecto a la operación y mantenimiento del filtro casero de purificación de agua.

4. Marco Teórico

4.1. Tratamiento del agua

Para la ingeniería ambiental el tratamiento de agua es definido como un conjunto de operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico que tiene como propósito lograr la eliminación o reducción de los agentes contaminantes presentes en ella, para que pueda ser consumida, sin que esto genere ningún tipo de enfermedades (Gallo, 2019, p. 1).

De acuerdo con lo anterior, lo que se busca es lograr que el agua tratada cumpla con los parámetros físico químicos y microbiológicos previamente establecidos y regulados para garantizar que los seres humanos tengan acceso al agua, sin que se cause ningún perjuicio a sus condiciones de salud (Diseprosa, 2019).

4.2. Potabilización del agua

La potabilización del agua, es el proceso por el cual se remueven contaminantes a partir de un sistema para su purificación, con el objetivo de conseguir una calidad de agua requerida por el ser humano para su consumo, sin restricciones, sin presentar riesgos para su salud, y con el cumplimiento de los estándares que las normas o leyes establecidas para este fin (Barreto & Lozano, 2015).

4.3. Filtración

El tratamiento del agua hace parte del proceso de purificación de la misma, el líquido es pasado por todo un medio poroso, que generalmente es un lecho de arena, muy funcional para la remoción

de partículas suspendidas en el líquido a tratar (Vargas, 2019, p. 3). El resultado obtenido después del tratamiento es la presentación de un líquido transparente. Este proceso es utilizado como tratamiento único para cuando el agua a tratar tiene poco material suspendido. Además del lecho de arena, también se pueden utilizar, el carbón activado, la antracita, la cascara de arroz, el granate, la cáscara de coco quemada y molida, la magnetita y el pelo de coco en el caso de los filtros rápidos (Vargas, 2019).

Con base en las actuales técnicas que se utilizan para el proceso de filtración, se genera así la separación de fases, pueden ser fase sólida, líquida o a gas, al separar las partículas, los componentes sólidos y los gases en sustancias líquidas, también para la separación de líquidos contenidos en aerosoles o emulsiones. Dichos procesos de filtración se utilizan para otros procesos de análisis en laboratorio, entre los que se pueden mencionar el análisis de humos, el análisis de alimentos, control microbiológico, ensayo de morteros, entre otros (Vargas, 2019).

4.3.1. Tipos de filtros.

De acuerdo con Rodríguez (2003), actualmente existen una gran variedad de filtros que cumplen la función de purificar el agua.

Estos filtros se dividen dependiendo su función, su ubicación y forma que poseen. Con base en su función se dividen en tres categorías, filtros mecánicos, filtros biológicos y filtros químicos. Así con base en su ubicación, se dividen en internos y externos realizando cualquiera de las funciones anteriores.

4.4. Sistemas de Filtración

- **Sistemas de filtración mecánico:** en este tipo de sistema, el líquido a tratar pasa a través de diferentes elementos que permiten retener las partículas en suspensión presentes en el líquido. Este proceso requiere de mantenimientos preventivos muy periódicos como la limpieza, los cuales se realizan generalmente una vez a la semana, con esto se previene la acumulación de detritus de materia, las cuales al descomponerse generan compuestos tóxicos como los nitritos,

que afectan la fauna acuática. La lana o Perlón, es generalmente el material utilizado debido a sus características como ser atóxica y ligera, otro material similar a utilizar es las esponjas sintéticas (Bollaín, 2019).

- **Sistemas de filtración químico:** básicamente en este proceso se lleva a cabo la eliminación de compuestos químicos que se derivan de la actividad metabólica como los nitratos o fosfatos o medicamentos y que no se pueden lograr en el proceso de filtración mecánica, en la filtración química los ingredientes filtrantes más utilizados son:
 - Carbón activado: Es un material altamente absorbente, donde se retiene un gran porcentaje de moléculas de algunos compuestos muy específicos.
 - Resinas sintéticas: Este material logra absorber una serie de compuestos determinados, entre los que podemos mencionar aquellas que eliminan fosfatos o nitratos.
 - Turba: Con este material se logra reducir la dureza del agua, así mismo se logra rebajar el pH. (Vicenta & Álvarez, 2018).

- **Sistemas de filtración biológico:** en este proceso operan una serie de especies de bacterias como nitroso monas o nitrobacter, las cuales logran descomponer los desechos y los convierten en otros menos contaminantes para una fauna acuática determinada. En este proceso biológico, los peces excretan amoníaco, convirtiéndolos en nitritos nocivos para los peces. Es importante mencionar que existen bacterias que transforman los nitritos en nitratos o abono para las plantas; para dicha actividad de transformación las bacterias deberán alojarse, en su sustrato de tal forma que la corriente de agua provea materia prima en pausa a tratar, generando además un aporte importante del oxígeno necesario para dicha transformación (Vicenta & Álvarez, 2018).

- **Sistemas de filtración interno:** En este tipo de filtración es necesario utilizar, una variabilidad de filtros internos, entre los que podemos mencionar:
 - Cartuchos, son filtros con los cuales se logra obtener una destilación mecánica, están constituidos por una bomba llamada cabeza impulsora, la cual se encuentra unida a un

cartucho de plástico, casi siempre está acompañada de una esponja circular que posee un orificio en círculo, el cuál sirve de canal de aspiración y de allí sube el agua conducida hasta la bomba, requiere limpieza de forma muy periódica.

- Placa, es muy usado para obtener la permeabilidad biológica y se consigue a precios muy favorables, se usa frecuentemente en acuarios de agua dulce o también en el salado. Es necesario que tenga sobre la base del acuario una rejilla especial que cubre la totalidad de dicha base. Considerando el tamaño del acuario se tiene en cuenta los tubos verticales en la zona centro o en los laterales, los cuales son conocidos como chimeneas, los cuales impulsan o absorben el agua para que pueda pasar por las rejillas (Parisse, 2018).
- **Sistemas de filtración externo:** este sistema, emplea filtros ubicados por fuera de la urna de los acuarios. También pueden ejercer según sus especificaciones funciones de purificación con base en sistemas mecánicos, químicos o biológicos (Vicenta & Álvarez, 2018).
- **Sistemas de filtración total:** estos sistemas permiten obtener muy buenos resultados de la calidad del agua, debido a su forma se les conoce también como cubetas. Se encuentra constituido tres tipos de filtración: La purificación mecánica en donde se da el paso del agua a través de objetos como el perlón o esponjas, la limpieza química a través de la cual el líquido pasa por el de carbón activo y finalmente tenemos la asepsia biológica a través de la cual se usa un sistema de percolación para utilizar biobolas (Vicenta & Álvarez, 2018).

4.5. Fuentes de abastecimiento.

4.5.1. Aguas superficiales continentales.

Las aguas superficiales continentales están conformadas por las aguas quietas o corrientes ubicadas en las superficies del suelo, son aguas que surgen por las precipitaciones y llegan a cada afluyente (González, 2008).

Las aguas se pueden encontrar en lagunas, lagos y ríos, los cuales son aptas para su utilización debidamente tratada o no para el consumo como agua potable.

Principalmente se pueden clasificar de dos formas:

- Aguas lóxicas o corrientes: las cuales son masas del agua que se mueven generalmente en una misma dirección entre los que podemos mencionar los ríos, manantiales, riachuelos, arroyos, ramblas.
- Aguas lénticas: son considerados como aguas interiores que generalmente se encuentran quietas o estancadas entre las que podemos mencionar los lagos, lagunas, charcas, humedales y pantanos.

La calidad y composición del agua potable está claramente determinado por el origen o fuente y la forma como se da el suministro del agua para consumo (González, 2008).

4.6. Método de preparación y análisis de muestras de agua a evaluar

4.6.1. Técnicas de muestreo y conservación. Toma de Muestra (NTC-150 5667-3).

Considerando que las aguas en especial las superficiales pueden ser fácilmente sometidas a cambios por reacciones físicas, químicas o biológicas, que generalmente ocurre entre el tiempo de toma de muestras y el análisis, la característica y la velocidad de estas respuestas, se pueda dar el caso en el que si no se toman las precauciones necesarias durante la toma de muestras, el transporte y el almacenamiento, para determinantes específicos, las concentraciones generadas estarán diferentes de las existentes en el momento de la evaluación (UNAD, 2016).

Teniendo en cuenta lo antes mencionados, es importante tomar las siguientes precauciones para realizar un muestreo:

- Elegir el recipiente, importante para esta elección tener en cuenta el lavado y el tipo de material en el que se encuentra fabricado el recipiente.
- El recipiente debe presentar una etiqueta, con la siguiente información: número de la muestra, nombre de quien realizó la toma, fecha, hora y lugar de la toma.
- Los recipientes usados para el muestreo deben estar enjuagados con agua de la utilizada en la toma varias veces antes de recogerla muestra, dependiendo del tipo de parámetro que se quiere realizar la muestra debe ser reservada.
- Es necesario realizar el sellado de la muestra, con esto se evita que se puedan presentar falsificaciones y se realizara de manera que al abrir la muestra sea necesario el rompimiento del sello.
- Se deberá enviar la muestra al laboratorio, acortando en lo posible los periodos de tiempo para la efectiva entrega de esta.
- Una vez recibida la muestra en el laboratorio, la muestra queda en custodia del lugar, recayendo la responsabilidad en ellos.

Generalmente se usan dos métodos para la toma de muestras:

- Toma manual: para la cual no es necesario usar equipos.
- Toma automática: para este tipo de muestra se usa un equipo automático, que sirva para garantizar que dicho equipo no esté contaminado, para que no se dé la contaminación de la muestra por efectos del material del equipo y la composición de la muestra, afortunadamente esta práctica se usa mucho, disminuyendo el riesgo de errores humanos (UNAD, 2016).

4.7. Quebrada Doña María

La quebrada Doña María es uno de los afluentes más grande que tiene el rio Medellín. Es la primera de las cuencas dada su extensión y su mayor cantidad de afluentes, corre en dirección aproximada N-S, cambiando luego hacia el Este (ADM, 2012).

4.8. Cuenca la manguala

Debido al tamaño y longitud de su cauce, la cuenca la manguala es considerada como el afluente mayor de la ciudad de Medellín. Administrativamente su territorio en la parte alta y media conforma el corregimiento de San Antonio de prado y en la parte baja alberga a la ciudad de Itagüí (ADM, 2012).

En la zona superior del arroyo se da principalmente a la explotación forestal y a la ganadería, prevaleciendo mucho la gran propiedad y en ella se ejecutan actividades que conllevan una alta tecnología tanto para la explotación de madera de pino pátula y ciprés, como para el mejoramiento de pastos y ganado tanto vacuno como porcino. En la zona media y baja existe un gran conglomerado humano, tanto por Itagüí como por San Antonio de Prado el cual en los últimos años ha venido creciendo de manera muy exponencial, teniendo en cuenta el desarrollo del casco urbano de Itagüí, lo que genera que el agua pueda estar contaminada con agentes microbiológicos y/o sustancias químicas (ADM, 2012).

4.9. Corregimiento de San Antonio de prado

La población total del corregimiento de San Antonio de prado es de 36.045 habitantes y comprende 16 veredas. El afluente la manguala alimenta 1100 usuario con el acueducto el Vergel y EPM (pero de este afluente capta dependiendo la época 7 y 20 L/S no define cuantos usuarios tiene porque este capta agua de la manguala, la zorra, las despensas, la combinada y doña María.) Sin tener en cuenta aguas arriba, con casa, fincas y acueducto el manantial (ADM, 2012).

4.10. Vereda la Florida de San Antonio de Prado

El trabajo se desarrollará en la Vereda la Florida de San Antonio de Prado, La vereda La Florida es tierra de suaves pendientes, un clima templado, fertilidad en los suelos, con una oferta hídrica abundante y el turismo de los estaderos quienes ofrecen la trucha, con la cercanía inmediata a la centralidad del corregimiento configuran la vereda como una zona con mucho progreso económico y de expansión urbanística (ADM, 2012).

La vereda tiene enormes predios sin pobladores, esto lo evidencian 193 propiedades registradas y dos feudos que comprenden 112 hectáreas, equivalentes al 45% del área total de la vereda; los 191 restantes constituyen el 55% de La Florida, según Catastro Municipal. Para desarrollar el trabajo aplicado en el corregimiento de San Antonio de Prado, vereda la Florida de la ciudad de Medellín (ADM, 2012).

5. Alcance y límites

5.1. Alcance

El alcance del proyecto es la implementación de un filtro casero para el tratamiento de agua en la "La Manguala" para la comunidad localizada en la vereda la Florida en el corregimiento de San Antonio de Prado del Ciudad de Medellín. Teniendo en cuenta que el filtro como tal tiene una capacidad de 50 litros por minuto y considerando el número de personas que habitan en esta zona, con familias compuestas con un promedio de 4 personas y que el consumo de agua de una familia promedio es de 98 litros diarios por persona, un solo filtro tendría la capacidad de abastecer entre 2 y 3 viviendas de acuerdo a la composición familiar de cada una de ellas.

La cuenta La Manguala, nace en la cordillera del Barcino, en el monte del silencio desemboca en la quebrada Doña María, al lado centro de servicios y monta llantas el Carmelo y la bomba Texaco.



Fuente: Realización propia.

5.2. Límites

El presente trabajo se realizó con datos de la cuenta La Manguala, ubicada en el corregimiento de San Antonio de Prado, de la ciudad de Medellín. El afluente La manguala provee a 1100 usuarios con el acueducto de la zona y la empresa de servicios públicos del municipio de Medellín. Este afluente capta dependiendo la época entre 7 y 20 L/S, sin embargo, hay datos de cuantos usuarios tiene porque este capta el agua de la manguala, la zorra, las despensas, la combinada y doña María. Sin tener en cuenta río arriba, con casa, fincas y acueducto el manantial.

Tabla 1. Datos de la cuenta la Manguala.

Nombre de la cuenta	Afluentes	Área (Kms2)	Long. Cauce(Km)	Veredas - Barrios
La manguala	Quebrada La Chorrera y quebrada La Zorra	Urbana: 1240 Rural: 2784 Total: 4024	5.85 desde su nacimiento hasta la vereda La Florida. 8.20 desde la vereda La Florida hasta la su desembocadura en la Quebrada La María	Vereda Potrerito y la Florida. Zona urbana del Corregimiento de San Antonio de Prado.

Fuente: Realización propia.

5.2.1. Datos del corregimiento de San Antonio de Prado.

Ubicación. Pertenece a la ciudad de Medellín y se ubica a unos 18 Km. Gran parte del corregimiento corresponde al afluente de la quebrada Doña María, una de las principales quebradas afluentes del río Medellín por la margen izquierda. Está delimitado por el Norte con los corregimientos de Palmitas y San Cristóbal, por el oriente con el corregimiento de Altavista, por el sur con las Ciudades de Itagüí y La Estrella, y por el occidente con los Ciudad de Heliconia y Angelópolis. (Sanantionideprado, 2019)

Área. El corregimiento tiene un área de 50.75 Km² con un núcleo urbano formado por una cabecera con un área de 0.26 Km² y la zona rural 50.49 Km². (Sanantionideprado, 2019)

Fisiografía. Gran parte del corregimiento se encuentra delimitado por divisorias de riachuelos muy escarpadas, en el que podemos encontrar los siguientes accidentes geográficos:

- Cerro del Padre Amaya con 3100 m de altura y corresponde al extremo más Nor-occidental del corregimiento.
- Cuchilla El Barcino con una altura promedio de 2610 m, hacia la parte Este del corregimiento.
- Cuchilla Piedra Corda con 2100 m en la parte Sur, límite entre Medellín con el Ciudad de Itagüí.
- Cuchilla El Chuscal con 2400 m aproximadamente de altura, se localiza hacia la parte Occidental del corregimiento.

Entre otros cerros de importancia que se pueden destacar, se encuentra:

El Alto de Canoas, Cerro El Raicero, Alto de Manzanillo, Alto El Silencio y Alio Romeral. Todo el corregimiento se podría decir está separado por una gran corriente denominada Quebrada Doña María, esta misma se divide en dos grandes vertientes, que en cuenta a litología muestra características muy particulares. (Sanantoniodeprado, 2019)

La vertiente derecha presenta las siguientes litologías; Hacia el extremo Norte del Corregimiento corresponde a los meta sedimentos del Complejo Poli metamórfico de la Cordillera Central (Restrepo y Toussaint, 1982) en contacto con las rocas verdes de la Formación Quebradagrande (Botero, 1963), abarcando el resto de la vertiente. La vertiente izquierda corresponde casi toda al Stock de AltaVista y los depósitos derivados de éste.

Geomorfológicamente, la evolución del paisaje es notorio, debido a que se da una interrelación de los diferentes agentes erosivos que dejan ver la presencia de una gran variedad de estructuras heredadas, entre las que se hace muy notoria el intenso fracturamiento causado principalmente por la proximidad a algunas fallas geológicas, lo que ha generado una serie de rasgos morfológicos, entre los que se destaca: escarpes, peldaños, silletas, facetas triangulares, depresiones, cuchillas alargadas, drenajes alineados con paredes de topografía abrupta, cerros redondeados y colinas aisladas. (Sanantoniodeprado, 2019)

Los frecuentes movimientos de masa presentes en el corregimiento han sido de consideración, generando una modificación notoria en el relieve por la ocurrencia de deslizamientos que dejan paredes escarpadas y acumulación de depósitos de flujos de lodo y/o escombros. Estos flujos parecen estar relacionados con alineamientos.

Climatografía. Su temperatura promedio oscila entre los 12 y los 17 grados centígrados, con una precipitación promedio anual de 2066 mm según la Estación Prado. Está conformado el corregimiento por el piso térmico templado y en la parte alta por el clima frío. (Sanantoniodeprado, 2019)

Hidrografía. La gran actividad del drenaje es otro factor importante en el modelado del relieve, el cual presenta un drenaje dendrítico a subdendrítico, cambiando localmente a angular en aquellos lugares donde hay control estructural. La quebrada Doña María recibe un gran número de afluentes, recorriendo un trayecto más largo y evidenciando una gran evolución. (Sanantoniodeprado, 2019)

5.3. Descripción de actividades

Las actividades son desarrolladas de la siguiente forma:

- Análisis fisicoquímico del agua utilizada por los habitantes de la zona objeto del estudio.
- Elaboración e instalación del filtro de agua casero: Se elaborará un filtro de agua, casero con elementos de fácil acceso.
- Visitas y toma de muestras del agua en la vivienda donde se instaló el filtro: El filtro se va a instalar en una casa de la vereda y se va a evaluar constantemente el agua durante el periodo establecido para el análisis.
- Estudio y análisis de resultados obtenidos en la ejecución del proyecto: se realizará el análisis de las muestras tomadas en la vivienda donde se instaló el filtro de agua casero y se ejecutará el respectivo estudio.
- Elaboración de un manual de diseño y operación de un filtro casero de agua para ser entregado al líder de la comunidad para ser replicado.
- Socializar y realizar apropiación del conocimiento de la tecnología implementada.

6. Aspectos metodológicos

6.1. Tipo de estudio

El tipo de estudio utilizado en el presente trabajo fue cualitativo y cuantitativo, por medio del cual se pudo desarrollar cada uno de los objetivos propuestos.

6.2. Diseño metodológico

El diseño utilizado fue descriptivo, de esta forma se realizó una investigación práctica para la evaluación e implementación de un filtro casero para el tratamiento de agua en la "La Manguala" de la vereda la Florida en el corregimiento de San Antonio de Prado del Ciudad de Medellín.

6.3. Población

La población total del corregimiento de San Antonio de Prado es de 36.045 habitantes y comprende 16 veredas, de las cuales se escogió la Vereda La Florida, donde se encuestaron 126 habitantes.

6.4. Fuentes de información

- Fuentes primarias: Entrevistas a los habitantes de la vereda La Florida, datos obtenidos del resultado de los parámetros fisicoquímicos del agua tratada con el filtro.

- Fuentes secundarias: documentos, textos, revistas, artículos científicos, sitios web, para conocer la teoría relacionada los temas del presente trabajo.

6.5. Fases y actividades

6.5.1 Fase 1: Medición de la calidad de agua de la microcuenca de la quebrada La Manguala, de donde se abastece la comunidad objeto de estudio.

- **Actividad 1:** Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua utilizada en la vereda La Florida
Los parámetros fisicoquímicos medidos fueron los siguientes:

- Color aparente
- Turbiedad
- Carbono Orgánico Total
- Nitritos
- Nitratos
- Fluoruros
- Calcio
- Alcalinidad
- Cloruros
- Aluminio
- Dureza Total
- Hierro Total
- Magnesio
- Manganeso
- Molibdeno
- Sulfatos
- Zinc
- Fosfatos
- Cloro residual libre
- Coliformes Totales

- Conductividad eléctrica
- Ecoli
- pH

Preparación protocolo muestreo

Nombre del Afluente: La microcuenca de la quebrada La Manguala.

Localización: La microcuenca de la quebrada La Manguala, se localiza en jurisdicción del departamento de Antioquia, sobre el flanco occidental de la Cordillera Central, en un área cartografiada de 1.166,23 Ha las cuales corresponde al 0,93% del territorio del arroyo del río Aburrá.

La quebrada La Manguala nace en la Cuchilla El Romeral sobre los 2.615 m.s.n.m. en predio de la finca La Soledad y desemboca luego de un recorrido de 8,87 Km. en el río Aburrá - Medellín en el área urbana del ciudad de Caldas.

Lugar donde cada estudiante va a tomar la muestra: El punto de muestreo será en la microcuenca La Manguala 100 metros río arriba de la bocatoma de la planta de tratamiento del agua potable de la ciudad de Caldas, Antioquia.

La microcuenca La Manguala Hace parte del río Aburrá - Medellín el cual a su vez forma parte de del río Porce y éste, de la Hoya Hidrográfica del río Cauca. Sus principales afluentes corresponden a las quebradas La Reventona y Cañada Honda.

Fechas de realización: Las pruebas se realizaron en varias fechas y con cambio de invierno y verano, teniendo en cuenta la madures del filtro con un tiempo estimado de cuatro meses, cada 8 días.

Laboratorio de análisis de las pruebas: Las pruebas de laboratorio fisicoquímicos, se realizaron en plantas de potabilización de EMP Empresas Públicas de Medellín. En las plantas de

potabilización en San Antoni Prado y Villa Hermosa, con equipos certificados y calibrados cada dos meses. Estos laboratorios pertenecen a la empresa ACUAZUL son privados y se encuentran certificados por el IDEAM y según los requisitos de la norma NTC17025:2005 “Requisitos generales relativos a la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”.

Equipos utilizados: Para realizar el muestreo se tuvieron en cuenta los siguientes equipos:

- **Equipos de protección personal:** impermeable, Botas, máscaras y guantes.
- **Equipo de seguridad:** Estaciones de lavado portátiles, equipo de primeros auxilios.
- **Equipos de almacenamiento:** Nevera de icopor con abundante hielo, recipientes, tapas, y contenedores.
- **Equipos de muestreo:** Frascos de plásticos, implementos de descontaminación.
- **Implementos de oficina:** Cintas, reglas, formatos, sellos, cuadernos de apunte, tablas de apoyo, tijeras, lápices.

Los equipos directamente para realización de los análisis de agua se encuentran descritos en los procedimientos.

Tabla 2. Elementos y métodos empleados en la toma de muestra y referencias bibliográficas.

Punto de muestreo	Tipo de muestra	Método utilizado	Materiales
La muestra fue tomada en la micro cuenca La Manguala, ubicada 100 metros río arriba de la bocatoma de la planta de tratamiento de agua potable del	Muestra simple La cual tiene como principal característica que se da cuando la composición de una fuente es relativamente constante a través de un tiempo extenso.	Muestreo manual Este tipo de muestra se usa para breves periodos de tiempo y están representadas por las muestras simples.	- Balde plástico - Frasco ámbar de vidrio para análisis de (TOC, UV, metales etc.) - Envase plástico para análisis de fisicoquímicos.

ciudad de caldas Antioquia	Estas muestras son tomadas en un solo sitio y una sola vez.		
-------------------------------	---	--	--

Fuente: Realización propia.

Toma de muestreo en la quebrada La Manguala

- Fecha: 2018 14, Hora 5:35 toma de muestra.
 - Departamento de Antioquia, Ciudad de Medellín. Corregimiento de San Antonio de Prado.
 - Cerca de la verdad Florida: Coordenadas.
 - Quebrada utilizada por un acueducto verdal El Vergel y EPM.
 - Coordenadas: Latitud: 60 10' 31.1" N – Longitud: 750 40' 13.1" W.
-
- **Paso 1: Envase y esterilizado.** Se eligió un envase de plástico esterilizado con tapa para guardar la muestra de agua tomada de La Manguala.

Fotografía 1. Envase y esterilizado



Fuente: Realización propia.

- **Paso 2: Toma de temperatura.** Se procedió a tomar la temperatura del agua de La Manguala, la cual fue de 15° C.

Fotografía 2. Toma de temperatura



Fuente: Realización propia.

- **Paso 3. Toma de muestra.** Se procedió a realizar la toma de la muestra de agua de La Manguala en el recipiente destinado para tal fin.

Fotografía 3. Toma de muestra.



Fuente: Realización propia.

- **Registro de los datos obtenidos de la muestra.** Se procedió a realizarlo para cada uno de los datos obtenidos de la toma de la muestra de agua en la cuenta La Manguala.

Procedimiento de análisis de agua establecidos

pH y Temperatura:

- Se siguieron las instrucciones que se encontraban en el instructivo situado en la pared frente al equipo. El propósito de seguir el procedimiento descrito por el fabricante y su respectiva estandarización es ajustar la respuesta del electrodo de vidrio al instrumento. El equipo utilizado es calibrado semanalmente, por los laboratorios de EPM, si se desconecta de la red de energía o hay fallas de fluido eléctrico el valor de la pendiente cambia por lo tanto debe calibrarse nuevamente el equipo.
- Se realizó el registro de la temperatura de medición y el valor del pH.
- Se procede a calibrar la sonda y el medidor siguiendo las especificaciones del fabricante. Fue necesario calibrar el medidor probándolo en una sustancia de la cual se conocía previamente el nivel de pH. De esta forma se pudo ajustar el medidor. Como el primer muestreo de agua se realizó fuera de un laboratorio, se realizó la calibración horas antes de llevar el medidor al campo.
- Se realizó el enjuague de la sonda con agua limpia antes de usarla. Luego se secó con un trapo limpio.
- La recolecta de la muestra de agua se realizó en un contenedor limpio.
- La muestra de agua se tomó de forma profunda para cubrir la punta del electrodo.
- Se dejó que la muestra reposara un momento para que la temperatura se pudiera estabilizar.
- Se midió la temperatura de la muestra usando un termómetro.
- Se ajusta el medidor para que coincida con la temperatura de la muestra. Se tuvo en cuenta que la sensibilidad de la sonda se ve afectada por la temperatura del agua, es por eso que la lectura del medidor no puede ser precisa si no introduces la información de temperatura.
- Se coloca la sonda en la muestra.
- Se esperó a que el medidor se equilibre. El medidor llegó a un punto de equilibrio tan pronto se estabilizó.

- Se realizó las lecturas de las medidas de pH de la muestra y se realizó el registro finalmente obtenido.

La temperatura se toma con dos instrumentos diferentes: Uno con instrumento online y el otro portátil, analizador de agua HI 9124, calibrado cada dos meses.

Turbiedad

- La turbidez se mide en NTU: Unidades Nefelométricas de Turbidez. El instrumento usado para su medida fue el Turbidímetro marca Merck, modelo Turbiquant 3000T, rango de lectura 0,00 – 10.000 NTU.
- Balanza analítica Mettler Toledo, modelo AG204, resolución de 0,1 mg.
- La recolecta de la muestra de agua se realizó en un contenedor limpio. Dicha muestra fue conservada en una nevera de icopor con abundante hielo para luego ser llevada al laboratorio.
- El equipo se encendió y se dejó calentar por 30 minutos aproximadamente.
- Con agitación continua del estándar se midieron 5 mL y se adicionó en un balón clase A de 200 mL, llevándose luego a un volumen con agua ultrapura.
- Se realizó el registro de la lectura del equipo.

Color

- El equipo utilizado fue el espectrofotómetro Visible con Métodos Almacenados por el fabricante para la lectura directa, Rango Longitud de Onda 340 a 900 nm. DR 2800 HACH. Sistema de Purificación de Agua para laboratorio CASCADA AN y CASCADA RO marca Pall.
- Los Controles y/o curvas de calibración son con chequeo de exactitud (Cada vez que se procesen muestras):
- Se preparó una solución de (250 UPC) a partir de una solución estándar de 500 UPC.
- Se tomaron 50 ml del estándar de 500 UPC con una pipeta volumétrica aforada Clase A de 50ml.
- Se Llevó a un balón aforado clase A de 100ml

- Se completó a volumen con agua desionizada.
- Se usó el procedimiento del método para medir la concentración de la solución estándar preparada, se compararon los resultados esperados con el actual.
- El factor de calibración se ajustó en el instrumento con la opción estándar ya que el instrumento muestra el valor esperado de la solución estándar. El ajuste de la calibración fue entonces usado para todos los resultados de la prueba.
- Se registró la preparación.
- Para la prepare solución de (10 UPC) a partir de una solución estándar de 500 UPC, se realizó el siguiente procedimiento.
- Se tomaron 2 ml del estándar de 500 UPC con una pipeta volumétrica aforada Clase A de 2ml.
- Se llevó a un balón aforado clase A de 100mL.
- Se completó a volumen con agua desionizada
- Se registró la preparación.
- Una vez preparada las soluciones (10 y 250 UPC), se seleccionó el test almacenado en el equipo DR 2800 HACH Números 120 con longitud de onda 455nm o 125 con longitud de onda de 465 nm.

Dureza

- Para la determinación de dureza las muestras se fueron tomadas en recipientes de plástico polietileno previamente lavadas y enjuagadas con HNO₃ 1 + 1 y secados en estufa. El volumen recolectado fue de 500 ml, tomando muestras simples
- Para la preservación de las muestra se agregó HNO₃ hasta un pH<2, en el momento de tomada las muestras y fueron colocadas en una nevera de icopor con abundante hielo.
- Las muestras fueron analizadas 2 horas después de haberse hecho el muestreo.
- Se prendió la bureta digital, que tenía como contenido una solución de EDTA 0.01 M, se realizaron algunas recirculaciones y posteriormente se verificó que el embolo no tenía burbujas.
- Entre muestras muestra se borró la lectura con la tecla clear.

- Se realizó la titulación de las muestras, seleccionando el volumen de muestras que requiera menos de 15 ml de reactivo EDTA y se realizó la titulación en cinco minutos, medidos a partir del momento de haberse adicionado del tampón.
- Se procedió a medir la alícuota conveniente de muestra teniendo en cuenta el contenido aproximado de dureza, de esta forma: 25 ml para muestreos con valores entre 10 y 500 mg/l, donde se diluyó hasta alrededor de 50 ml con agua UP en un Erlenmeyer.
- Luego se adicionó entre uno y dos mililitros de solución tampón.
- Posteriormente se adicionó una cantidad adecuada del reactivo en polvo seco que fue entre 0.1 a 0.2 g de forma lenta, adicionando después el titulante EDTA estándar, luego este se agitó continuamente, hasta que desaparecieron todos los matices rojizos.
- Se adicionaron las últimas gotas con intervalos de 3 - 5 segundos. En el punto final, la solución se tornó de color azul.
- Posteriormente se realizó el registro del volumen gastado para la titulación.
- El proceso fue realizado utilizando una lámpara fluorescente de luz día.

Posibles causas de errores

- La experiencia limitada de las personas que realizaron el muestreo.
- El Ácido sulfúrico se encontró una concentración muy alta, el cual se diluyó, no se garantizó el 0.01 para la prueba.
- Las agitaciones se realizaron manual, la cual no permite buena uniformidad u homogenización, se debe realizar con Agitador magnético.

6.5.2 Fase 2: Elaboración e instalación del filtro de agua casero.

Actividad 2: Diseño y fabricación de un filtro del agua casero con elementos de fácil acceso, se eligió una vivienda en la comunidad de la vereda La Florida, donde se instaló el filtro.

6.5.3 Fase 3: Visitas y toma de muestras del agua en la vivienda en donde se instaló el filtro.

Actividad 3: Una vez instalado el filtro se procedió a evaluar el agua a través de la realización de análisis para lo que se estableció tomar muestras de agua en los meses de enero y marzo, en época de verano y en época de invierno.

6.5.4 Fase 4: Estudio y análisis de resultados obtenidos en la ejecución del proyecto.

Actividad 4: Análisis de las muestras tomadas en la vivienda donde se instaló el filtro de agua casero y se realiza el respectivo estudio.

Las pruebas al filtro instalado fueron las siguientes:

Pruebas de laboratorio el 5 de enero de 2019

- Turbiedad
- Alcalinidad. Ácido sulfúrico.
- Dureza: EDTA: 0.001 M
- Dureza: 5 gotas de búfer de amoniaco, se le echa el indicador de color negro de eriocromot. Esta dureza se va hacer por el método volumétrico.
- Dureza: 8mm de EDTA al 0.001 M y el resultado fue 80 parte por millón de carbonato.
- Alcalinidad: 5 gotas de indicador mixto es una mezcla de indicadores. Se gasta 8.5 ácido sulfúrico es el titular y el resultado 8.5 partes por millón en calidad.
- pH: 8.44
- Color: 26 mg/l

Visita del asesor del proyecto: Se realizó la visita con el asesor del proyecto, elaborándose unas pruebas de turbiedad y color, también se llevó al límite de saturación al filtro simulando una turbiedad exagerada. Con los siguientes resultados:

- Turbiedad. 8.7 NTU
- Color –unidad de color 13-9 Guía índice analices para utilizar 41 mg/pl platino
- Se saturó el filtro al máximo y se nota el cambio de retención de solidos llegando que el medidor de turbiedad no leía o no tenía lectura en este rango.

Pruebas de laboratorio del 30 y 31 de marzo 2019

- Se realiza desde el principio y para todo el proceso, el lavado de las capas del lecho filtrante con el agua del afluente escogido La Manguala.

Sábado: 30 marzo.

- Se realizó el lavado de todas las capas más retro lavado del filtro.
- Se sacó o evacuó todo al piso, se lavó todo el lecho filtrante y se pasó por la malla. Porque en el seguimiento anterior se había saturado al máximo con una turbiedad en promedio con más de 4000 NTU
- Se colocó a madurar desde las 11 AM sábado hasta 7:00 de hoy 1 abril horas. constantemente pasando agua por el filtro. (mas el tiempo de trabajo anterior)
- Se realizó medida exacta de capacidad de agua del filtro con.
- También se le colocó un medidor de agua.
- Medida con una probeta de 1000 MI: 5000 Mililitros
- Litros de agua: 50 litros
- Tiempo de evacuación de este: 1min 3 seg

Domingo: 31 marzo.

- Se realizaron 2 pruebas por muestra en época de verano y en época de invierno. Excepto de alcalinidad que solo se realizó de una, tanto de entrada como de salida, en agua verano y agua invierno

Agua de verano

Tabla 3 Agua en verano sin tratamiento

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESOLUCIÓN 2115 DE 2007	RESULTADO AGUA ANTES DEL FILTRO	RES 2115 VS AGUA ANTES DEL FILTRO	PUNTAJE IRCA AGUA ANTES DEL FILTRO
Color aparente	(UPC)	15	3	CUMPLE	0
Turbiedad	(UNT)	2	5,7	NO CUMPLE	15
Carbono Orgánico Total	mg/lt COT	5	3,95	CUMPLE	0
Nitritos	mg/lt NO ₂ -	0,1	0,035	CUMPLE	0
Nitratos	mg/lt NO ₃ -	10	0,8	CUMPLE	0
Fluoruros	mg/lt F-	1	0,45	CUMPLE	0
Calcio	mg/lt Ca	60	85	NO CUMPLE	1
Alcalinidad	mg/lt CaCO ₃	200	59	CUMPLE	0
Cloruros	mg/lt Cl-	250	82,5	CUMPLE	0
Aluminio	mg/lt Al	0,2	0,04	CUMPLE	0
Dureza Total	mg/lt CaCO ₃	300	350	NO CUMPLE	1
Hierro Total	mg/lt Fe	0,3	0,25	CUMPLE	0
Magnesio	mg/lt Mg	36	27	CUMPLE	0
Manganeso	mg/lt Mn	0,1	0,04	CUMPLE	0
Molibdeno	mg/lt Mo	0,07	0,06	CUMPLE	0
Sulfatos	mg/lt SO ₄	250	165,6	CUMPLE	0
Zinc	mg/lt Zn	3	0,06	CUMPLE	0
Fosfatos	mg/lt PO ₄	0,5	0,17	CUMPLE	0
Cloro residual libre	mg/lt Cl ₂	0,3-2,0	0	NO CUMPLE	15
Coliformes Totales	0 UFC/100ml	0	20000	NO CUMPLE	25
Conductividad eléctrica	uS/cm a 25°	1000	759	CUMPLE	0
Ecoli	0 UFC/100 cm ³	0	30	NO CUMPLE	15
pH	Unid de pH	6,5 - 9,0	8	CUMPLE	0
Puntaje IRCA del agua antes del filtro	RIESGO ALTO				72

Tabla 4. Agua en verano filtrada

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESOLUCIÓN 2115 DE 2007	RESULTADO AGUA DESPUES DEL FILTRO	RES 2115 VS AGUA DESPUES DEL FILTRO	PUNTAJE IRCA AGUA DESPUES DEL FILTRO
Color aparente	(UPC)	15	3	CUMPLE	0
Turbiedad	(UNT)	2	3,8	NO CUMPLE	15
Carbono Orgánico Total	mg/lit COT	5	3,95	CUMPLE	0
Nitritos	mg/lit NO2-	0,1	0,035	CUMPLE	0
Nitratos	mg/lit NO3-	10	0,8	CUMPLE	0
Fluoruros	mg/lit F-	1	0,45	CUMPLE	0
Calcio	mg/lit Ca	60	85	NO CUMPLE	1
Alcalinidad	mg/lit CaCO3	200	60	CUMPLE	0
Cloruros	mg/lit Cl-	250	82,5	CUMPLE	0
Aluminio	mg/lit Al	0,2	0,04	CUMPLE	0
Dureza Total	mg/lit CaCO3	300	350	NO CUMPLE	1
Hierro Total	mg/lit Fe	0,3	0,25	CUMPLE	0
Magnesio	mg/lit Mg	36	27	CUMPLE	0
Manganeso	mg/lit Mn	0,1	0,04	CUMPLE	0
Molibdeno	mg/lit Mo	0,07	0,06	CUMPLE	0
Sulfatos	mg/lit SO4	250	165,6	CUMPLE	0
Zinc	mg/lit Zn	3	0,06	CUMPLE	0
Fosfatos	mg/lit PO4	0,5	0,17	CUMPLE	0
Cloro residual libre	mg/lit Cl2	0,3-2,0	0	NO CUMPLE	15
Coliformes Totales	0 UFC/100ml	0	20000	NO CUMPLE	25
Conductividad eléctrica	uS/cm a 25°	1000	759	CUMPLE	0
Ecoli	0 UFC/100 cm ³	0	30	NO CUMPLE	15
pH	Unid de pH	6,5 - 9,0	7,8	CUMPLE	0
Puntaje IRCA del agua antes del filtro	RIESGO ALTO				72

Tabla 5. Porcentaje Remoción Agua en verano

Parametros	Unidad de medida	Resolución 2115 de 2007	Resultado agua antes del filtro	Res 2115 Vs agua antes del filtro	Puntaje IRCA agua antes del filtro	Resultado agua después del filtro	Res 2115 Vs agua después del filtro	Puntaje IRCA agua después del filtro	% de remoción antes y después del filtro	
Color aparente	(UPC)	15	3	CUMPLE	0	3	CUMPLE	0	0	
Turbiedad	(UNT)	2	5,7	NO CUMPLE	15	3,8	NO CUMPLE	15	33,1	
Carbono Orgánico Total	mg/lt COT	5	3,95	CUMPLE	0	3,95	CUMPLE	0	0	
Nitritos	mg/lt NO ₂ -	0,1	0,035	CUMPLE	0	0,035	CUMPLE	0	0	
Nitratos	mg/lt NO ₃ -	10	0,8	CUMPLE	0	0,8	CUMPLE	0	0	
Fluoruros	mg/lt F-	1	0,45	CUMPLE	0	0,45	CUMPLE	0	0	
Calcio	mg/lt Ca	60	85	NO CUMPLE	1	85	NO CUMPLE	1	0	
Alcalinidad	mg/lt CaCO ₃	200	59	CUMPLE	0	60	CUMPLE	0	0	
Cloruros	mg/lt Cl-	250	82,5	CUMPLE	0	82,5	CUMPLE	0	0	
Aluminio	mg/lt Al	0,2	0,04	CUMPLE	0	0,04	CUMPLE	0	0	
Dureza Total	mg/lt CaCO ₃	300	350	NO CUMPLE	1	350	NO CUMPLE	1	0	
Hierro Total	mg/lt Fe	0,3	0,25	CUMPLE	0	0,25	CUMPLE	0	0	
Magnesio	mg/lt Mg	36	27	CUMPLE	0	27	CUMPLE	0	0	
Manganeso	mg/lt Mn	0,1	0,04	CUMPLE	0	0,04	CUMPLE	0	0	
Molibdeno	mg/lt Mo	0,07	0,06	CUMPLE	0	0,06	CUMPLE	0	0	
Sulfatos	mg/lt SO ₄	250	165,6	CUMPLE	0	165,6	CUMPLE	0	0	
Zinc	mg/lt Zn	3	0,06	CUMPLE	0	0,06	CUMPLE	0	0	
Fosfatos	mg/lt PO ₄	0,5	0,17	CUMPLE	0	0,17	CUMPLE	0	0	
Cloro residual libre	mg/lt Cl ₂	0,3-2,0	0	NO CUMPLE	15	0	NO CUMPLE	15	0	
Coliformes Totales	0 UFC/100ml	0	20000	NO CUMPLE	25	20000	NO CUMPLE	25	0	
Conductividad eléctrica	uS/cm a 25°	1000	759	CUMPLE	0	759	CUMPLE	0	0	
Ecoli	0 UFC/100 cm ³	0	30	NO CUMPLE	15	30	NO CUMPLE	15	0	
pH	Unid de pH	6,5 - 9,0	8	CUMPLE	0	7,8	CUMPLE	0	0	
Puntaje IRCA del agua antes del filtro	72 RIESGO ALTO						72 RIESGO ALTO			

Agua invierno

Se inicia con pruebas de 1660 NTU: Unidades Nefelométrías de Turbidez

Tabla 6. Agua en invierno sin tratamiento

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESOLUCIÓN 2115 DE 2007	RESULTADO AGUA ANTES DEL FILTRO	RES 2115 VS AGUA ANTES DEL FILTRO	PUNTAJE IRCA AGUA ANTES DEL FILTRO
Color aparente	(UPC)	15	500	NO CUMPLE	6
Turbiedad	(UNT)	2	603,5	NO CUMPLE	15
Carbono Orgánico Total	mg/lit COT	5	4,55	CUMPLE	0
Nitritos	mg/lit NO ₂ -	0,1	0,048	CUMPLE	0
Nitratos	mg/lit NO ₃ -	10	0,9	CUMPLE	0
Fluoruros	mg/lit F-	1	0,56	CUMPLE	0
Calcio	mg/lit Ca	60	62	NO CUMPLE	1
Alcalinidad	mg/lit CaCO ₃	200	87	CUMPLE	0
Cloruros	mg/lit Cl-	250	90,6	CUMPLE	0
Aluminio	mg/lit Al	0,2	0,06	CUMPLE	0
Dureza Total	mg/lit CaCO ₃	300	380	NO CUMPLE	1
Hierro Total	mg/lit Fe	0,3	0,28	CUMPLE	0
Magnesio	mg/lit Mg	36	32	CUMPLE	0
Manganeso	mg/lit Mn	0,1	0,08	CUMPLE	0
Molibdeno	mg/lit Mo	0,07	0,05	CUMPLE	0
Sulfatos	mg/lit SO ₄	250	165,6	CUMPLE	0
Zinc	mg/lit Zn	3	0,9	CUMPLE	0
Fosfatos	mg/lit PO ₄	0,5	0,3	CUMPLE	0
Cloro residual libre	mg/lit Cl ₂	0,3-2,0	0	NO CUMPLE	15
Coliformes Totales	0 UFC/100ml	0	28000	NO CUMPLE	25
Conductividad eléctrica	uS/cm a 25°	1000	829	CUMPLE	0
Ecoli	0 UFC/100 cm ³	0	42	NO CUMPLE	15
pH	Unid de pH	6,5 - 9,0	7,9	CUMPLE	0
Puntaje IRCA del agua antes del filtro	RIESGO ALTO				78

Tabla 7. Agua en invierno filtrada

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESOLUCIÓN 2115 DE 2007	RESULTADO AGUA DESPUES DEL FILTRO	RES 2115 VS AGUA DESPUES DEL FILTRO	PUNTAJE IRCA AGUA DESPUES DEL FILTRO
Color aparente	(UPC)	15	428,5	NO CUMPLE	6
Turbiedad	(UNT)	2	238	NO CUMPLE	15
Carbono Orgánico Total	mg/lit COT	5	4,55	CUMPLE	0
Nitritos	mg/lit NO2-	0,1	0,048	CUMPLE	0
Nitratos	mg/lit NO3-	10	0,9	CUMPLE	0
Fluoruros	mg/lit F-	1	0,56	CUMPLE	0
Calcio	mg/lit Ca	60	95	NO CUMPLE	1
Alcalinidad	mg/lit CaCO3	200	61	CUMPLE	0
Cloruros	mg/lit Cl-	250	90,6	CUMPLE	0
Aluminio	mg/lit Al	0,2	0,06	CUMPLE	0
Dureza Total	mg/lit CaCO3	300	380	NO CUMPLE	1
Hierro Total	mg/lit Fe	0,3	0,28	CUMPLE	0
Magnesio	mg/lit Mg	36	32	CUMPLE	0
Manganeso	mg/lit Mn	0,1	0,08	CUMPLE	0
Molibdeno	mg/lit Mo	0,07	0,05	CUMPLE	0
Sulfatos	mg/lit SO4	250	165,6	CUMPLE	0
Zinc	mg/lit Zn	3	0,9	CUMPLE	0
Fosfatos	mg/lit PO4	0,5	0,3	CUMPLE	0
Cloro residual libre	mg/lit Cl2	0,3-2,0	0	NO CUMPLE	15
Coliformes Totales	0 UFC/100ml	0	28000	NO CUMPLE	25
Conductividad eléctrica	uS/cm a 25°	1000	829	CUMPLE	0
Ecoli	0 UFC/100 cm ³	0	42	NO CUMPLE	15
pH	Unid de pH	6,5 - 9,0	7,9	CUMPLE	0
Puntaje IRCA del agua antes del filtro	RIESGO ALTO				78

- Se realizó la prueba de alcalinidad con 100ML de agua de verano y invierno antes y después filtrar, se coloca agitar. + 4 gotas indicador misto. (esta muestra color azul) + 2 gotas de neutralizador al 0.2 ácido sulfúrico.
- Cuando la alcalinidad sube por encima de 200 esto significa que existe una contaminación, que puede ser metales, esta propiedad se debe principalmente a la presencia de ciertas sales de ácidos débiles, aunque también puede contribuir la presencia de bases débiles y fuertes.
- Los sólidos totales de las muestras fueron medidos en una balanza de Humedad marca: Quality Precisa 310 M

Tabla 8. Porcentaje de Remoción en invierno

Parametro	Unidad de medida	Resolución 2115 de 2007	Resultado agua antes del filtro	Res 2115 Vs agua antes del filtro	Puntaje IRCA agua antes del filtro	Resultado agua después del filtro	Res 2115 Vs agua después del filtro	Puntaje IRCA agua después del filtro	% de remoción antes y después del filtro	
Color aparente	(UPC)	15	500	NO CUMPLE	6	428,5	NO CUMPLE	6	14,3	
Turbiedad	(UNT)	2	603,5	NO CUMPLE	15	238	NO CUMPLE	15	60,6	
Carbono Orgánico Total	mg/lit COT	5	4,55	CUMPLE	0	4,55	CUMPLE	0	0	
Nitritos	mg/lit NO2-	0,1	0,048	CUMPLE	0	0,048	CUMPLE	0	0	
Nitratos	mg/lit NO3-	10	0,9	CUMPLE	0	0,9	CUMPLE	0	0	
Fluoruros	mg/lit F-	1	0,56	CUMPLE	0	0,56	CUMPLE	0	0	
Calcio	mg/lit Ca	60	62	NO CUMPLE	1	95	NO CUMPLE	1	0	
Alcalinidad	mg/lit CaCO3	200	87	CUMPLE	0	61	CUMPLE	0	1,6	
Cloruros	mg/lit Cl-	250	90,6	CUMPLE	0	90,6	CUMPLE	0	0	
Aluminio	mg/lit Al	0,2	0,06	CUMPLE	0	0,06	CUMPLE	0	0	
Dureza Total	mg/lit CaCO3	300	380	NO CUMPLE	1	380	NO CUMPLE	1	0	
Hierro Total	mg/lit Fe	0,3	0,28	CUMPLE	0	0,28	CUMPLE	0	0	
Magnesio	mg/lit Mg	36	32	CUMPLE	0	32	CUMPLE	0	0	
Manganeso	mg/lit Mn	0,1	0,08	CUMPLE	0	0,08	CUMPLE	0	0	
Molibdeno	mg/lit Mo	0,07	0,05	CUMPLE	0	0,05	CUMPLE	0	0	
Sulfatos	mg/lit SO4	250	165,6	CUMPLE	0	165,6	CUMPLE	0	0	
Zinc	mg/lit Zn	3	0,9	CUMPLE	0	0,9	CUMPLE	0	0	
Fosfatos	mg/lit PO4	0,5	0,3	CUMPLE	0	0,3	CUMPLE	0	0	
Cloro residual libre	mg/lit Cl2	0,3-2,0	0	NO CUMPLE	15	0	NO CUMPLE	15	0	
Coliformes Totales	0 UFC/100ml	0	28000	NO CUMPLE	25	28000	NO CUMPLE	25	0	
Conductividad eléctrica	uS/cm a 25°	1000	829	CUMPLE	0	829	CUMPLE	0	0	
Ecoli	0 UFC/100 cm ³	0	42	NO CUMPLE	15	42	NO CUMPLE	15	0	
pH	Unid de pH	6,5 - 9,0	7,9	CUMPLE	0	7,9	CUMPLE	0	0	
Puntaje IRCA del agua antes del filtro	78 RIESGO ALTO						78 RIESGO ALTO			

6.5.5 Fase 5: Elaboración de un manual de operación y mantenimiento del filtro casero de agua para ser entregado al líder de la comunidad para que sea replicado.

Actividad 5: Socialización y apropiación del conocimiento de la tecnología implementada por parte de la comunidad.

Se realizaron varias reuniones con la comunidad cercana al afluente de la Manguala, entre las que se pueden mencionar: El Vergel y La Florida, y la reunión con el líder de la vereda La Florida, más la comunidad, se realizó registro fotográfico en el sitio de la boca toma y se realizó recorridos desde el nacimiento del afluente y con el funcionario de EPM Santiago Gómez Bustamante, para tener mejor énfasis en su operación, funcionamiento y beneficios del filtro. En las reuniones sostenidas con la comunidad se les explicó técnicamente cómo funcionaba el filtro de agua y cuáles serían sus beneficios, lo que generó aceptación por parte de los asistentes a las reuniones, quienes además se mostraron muy receptivos.

7. Resultados

7.1. Diagnóstico del agua de la cuenca La Manguala

En este apartado presentaremos los resultados de las técnicas utilizadas para la evaluación de un filtro casero para tratamiento del agua en La Manguala de la vereda la Florida en el corregimiento de San Antonio de Prado del Ciudad de Medellín.

Tabla 9. Resultado / Producto esperado

Resultado / Producto esperado	Indicador	Beneficiario
Filtro casero a escala piloto para purificación de agua.	Costo/Efectividad	La comunidad de la Florida del corregimiento de san Antonio de Prado donde se va a realizar el Proyecto. Estudiantes proyecto de grado.
Manuales de operación y mantenimiento del filtro casero para purificación de agua.	Eficiencia de la operación en cuanto a: <ul style="list-style-type: none">• Color aparente• Turbiedad• Carbono Orgánico Total	La comunidad de la Florida del corregimiento de san Antonio de Prado donde se va a realizar el proyecto. Estudiantes proyecto de grado.

	<ul style="list-style-type: none"> • Nitritos • Nitratos • Fluoruros • Calcio • Alcalinidad • Cloruros • Aluminio • Dureza Total • Hierro Total • Magnesio • Manganeso • Molibdeno • Sulfatos • Zinc • Fosfatos • Cloro residual libre • Coliformes Totales • Conductividad eléctrica • Ecoli • pH 	
<p>Apropiación del conocimiento de la tecnología del filtro</p>	<p>Número de seres humanos</p>	<p>La comunidad de la Florida del corregimiento de san Antonio de prado donde se va a realizar el proyecto.</p>

casero para purificación de agua.	capacitadas/Número de habitantes de la zona.	
-----------------------------------	---	--

Fuente: Realización propia.

7.1.1. Análisis del diagnóstico.

7.1.1.1. Implicaciones tiene una toma de muestras de agua sin un método estandarizado para su posterior análisis.

La valoración y posterior análisis puede ser inexacto y presentar múltiples errores, ya que es el método estándar el cual determina los pasos a seguir durante el proceso de toma de muestras.

Pudiendo no obtener los resultados deseados y aprobados en la toma y análisis de muestras de agua, la expresión de estandarización posee como principal vínculo, la idea de continuar con el proceso estándar a través del cual se tiene que actuar o proceder. Así mismo es importante mencionar que esta idea presume el cumplimiento de reglas que en ciertos casos se encuentran implícitas, generalmente en las oportunidades, las cuales a su vez son normas explícitas y de relevante cumplimiento en el logro de los resultados esperados y ratificados para la actividad en cuestión, en la toma y análisis de muestras de agua. Si se desconocen o violan los principios, las muestras serán inservibles al dar valores desviados si no irreales de un problema dado.

7.1.1.2. Implicaciones que existen si no hay control en la preparación y análisis de las muestras de agua.

Los análisis y resultados pueden ser poco fiables. Las muestras tomadas de agua podrían presentar cambios en diferente magnitud como resultado de reacciones físicas, químicas u orgánicas, que se pueden generar durante el tiempo que transcurre entre el momento de la toma de muestras y el del análisis. La naturaleza y la velocidad de estas respuestas son a menudo de tal índole, pues si no se toman las precauciones requeridas antes y durante el transporte, así como durante el tiempo que las

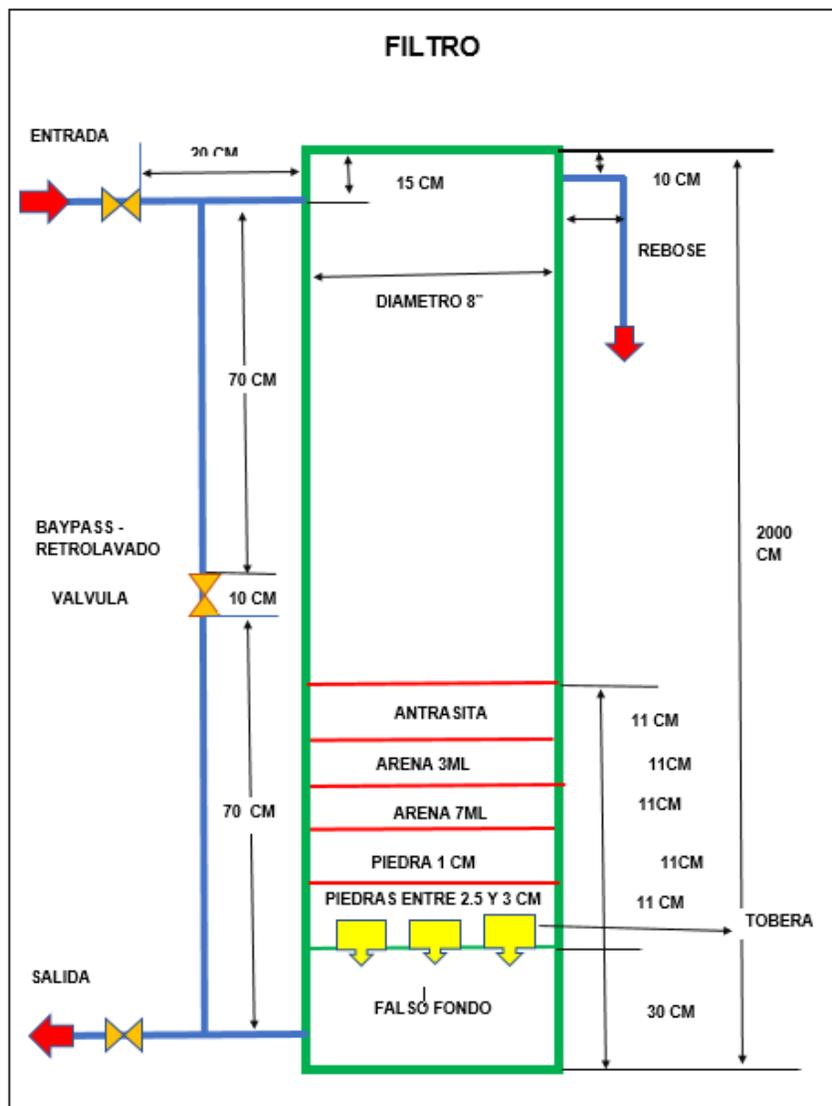
muestras se preservan en el laboratorio, antes de ser analizadas, las concentraciones a determinar serán diferentes de las existentes en el momento del muestreo.

7.2. Diseño y fabricación del filtro casero.

7.2.1. Diseño del plano del filtro de agua casero.

En la siguiente figura se muestra el esquema del diseño del filtro de agua casero:

Figura 3. Diseño del plano del filtro del agua casero.



Fuente: Realización propia.

7.2.2. Requerimientos técnicos del filtro

➤ Insumos y cantidades

- Piedra gruesa: 3.80 Kg.
- Piedra menudita: 3.90 Kg.
- Arena gruesa: 380 Gr.
- Arena fina: 370 Gr.
- Antracita: 390 Gr.
- Un contenedor plástico de aproximadamente un metro de altura.

➤ Insumos adicionales

- Dos canecas y media de capacidad de retención de H₂O.

➤ Medidas del filtro

- Diámetro interior: 19,6 cm
- Diámetro exterior: 22 cm
- Del bordo parte superior asía abajo tocando la antracita: 1.15 metro.

➤ Pesos

- Peso solo filtro: 24 Kg.
- Peso Piedra gruesa: 3.80 Kg.
- Peso Piedra menudita: 3.90 Kg.
- Peso Arena gruesa: 380 Grs.
- Peso Arena fina: 370 Grs.
- Peso Antracita: 390 Grs.
- Peso total con todas las capas de lecho filtrante: 46 kls.
- Peso total con H₂O hasta el reboce: 98 kls.

➤ Tiempo de vacío o descarga: 1 minuto y 5 segundos.

7.2.3. Paso a paso para la construcción del filtro casero.

➤ Corte, perforación y armado de los elementos del filtro.

- Para iniciar se tomó la medida para el corte de cada una de las partes del filtro de acuerdo al diseño propuesto.
- Se procedió al corte de cada uno de los componentes del filtro.
- Se realizaron las perforaciones de la tapa superior e inferior del contenedor principal.

Fotografía 4. Construcción del filtro.



Fuente: Realización propia.

Se procedió a armar del filtro con cada uno de los componetes previstos.

Fotografía 5. Construcción del filtro.



Fuente: Realización propia.

Fotografía 6. Construcción del filtro.



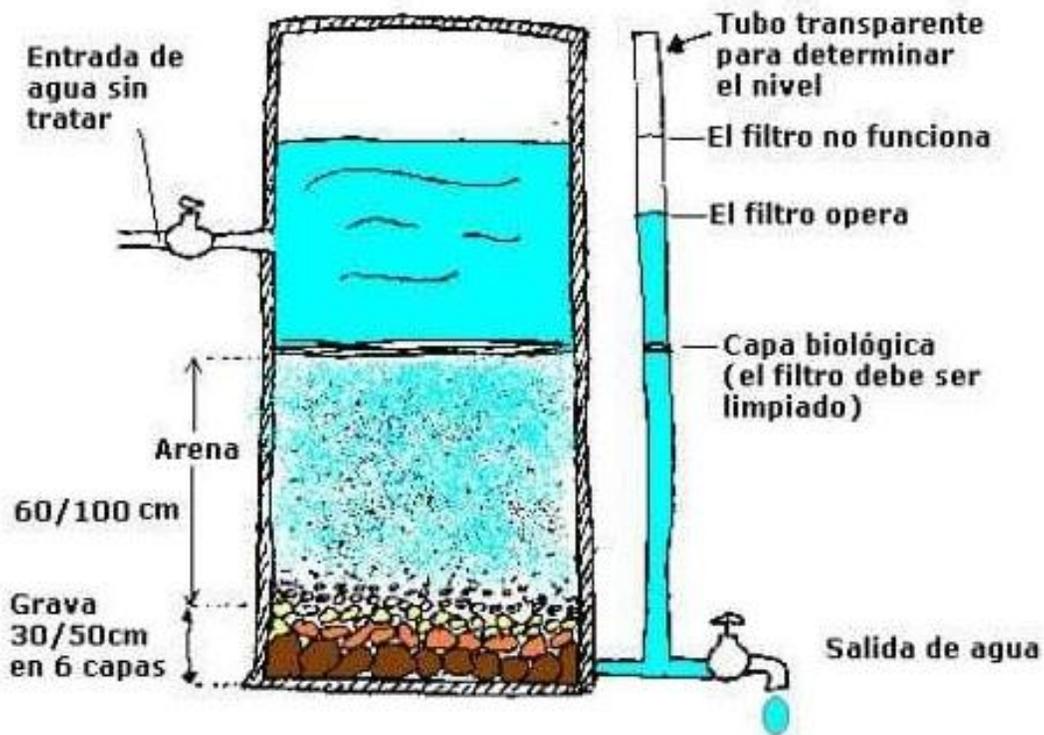
Fuente: Realización propia.

➤ **Preparación de los componentes para armar el filtro de agua.**

Cada uno de los insumos plásticos que se utilizaron para el filtro se lavó con detergente o jabón anti bacterial y abundante agua. Las piedras, arena y antracita se lavaron para quedar sin ninguna impureza.

El contenedor plástico se lavó, y luego se colocó una llave de paso en la parte superior para la entrada de agua, y otra en su parte inferior para la salida del agua tratada, tal y como lo simula la siguiente ilustración del interior de un modelo del filtro fabricado.

Figura 4. Simulación interna del funcionamiento interno del filtro casero.



Fuente: Ecocosas, 2017.

Organización de la materia prima por capas

Una vez armado el filtro, se ubicaron dentro del contenedor plástico del filtro cada una de las capas de los insumos requeridos, donde la arena más delgada quedó en la parte inferior y las piedras más grandes en la superior, y se ubicaron de la siguiente forma de abajo hacia arriba:

- 1 falso fondo de 30 cms.
- 11 cms de piedras de entre 2 y 3 cms.
- 11 cms de piedras de 1 cm.
- 11 cms de arena de 7 mm.
- 11 cms de arena de 3 mm.
- 11 cms de atrasita.

Fotografía 7. Insumos para la construcción del filtro. Organización por capas.



Fuente: Realización propia.

Finalmente quedó armado por completo de acuerdo con el diseño, el filtro de agua casero que se planteó en el presente trabajo.

Fotografía 8. Filtro de agua.



Fuente: Realización propia.

7.3. Evaluación del funcionamiento del filtro casero.

A continuación, se muestran los resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua tratada con el filtro, de acuerdo con las muestras tomadas tanto en verano como en invierno. Para evaluar el funcionamiento del filtro casero, se realizaron varias pruebas, las cuales se describen en las tablas 4 y 5.

Tabla 10. Resultados parámetros fisicoquímicos del proceso de filtrado en verano.

Proceso de filtración	Entrada	Salida	Remoción (%)
PH	8,0	7,8	-
Turbiedad	5,7	3,8	33,1
Color	3,0	3,0	0,0
Alcalinidad	59,0	60,0	0,0
Carbono Orgánico Total	3,95	3,95	0,0
Nitritos	0,035	0,035	0,0
Nitratos	0,8	0,8	0,0
Fluoruros	0,45	0,45	0,0
Calcio	85	85	0,0
Cloruros	82,5	82,5	0,0
Aluminio	0,04	0,04	0,0
Dureza Total	350	350	0,0
Hierro Total	0,25	0,25	0,0
Magnesio	27	27	0,0
Manganeso	0,04	0,04	0,0
Molibdeno	0,06	0,06	0,0
Sulfatos	165,6	165,6	0,0
Zinc	0,06	0,06	0,0
Fosfatos	0,17	0,17	0,0
Cloro residual libre	0	0	0,0
Coliformes Totales	20000	20000	0,0
Conductividad eléctrica	759	759	0,0
Ecoli	30	30	0,0

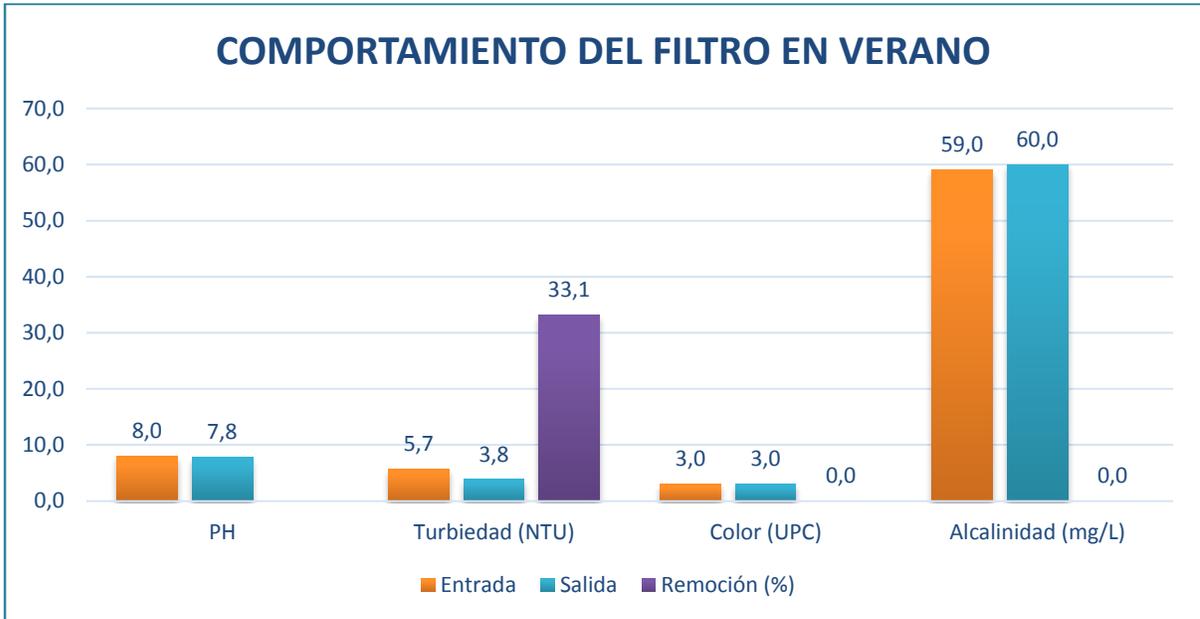
Fuente: Realización propia.

Tabla 11. Resultados parámetros fisicoquímicos del proceso de filtrado en invierno.

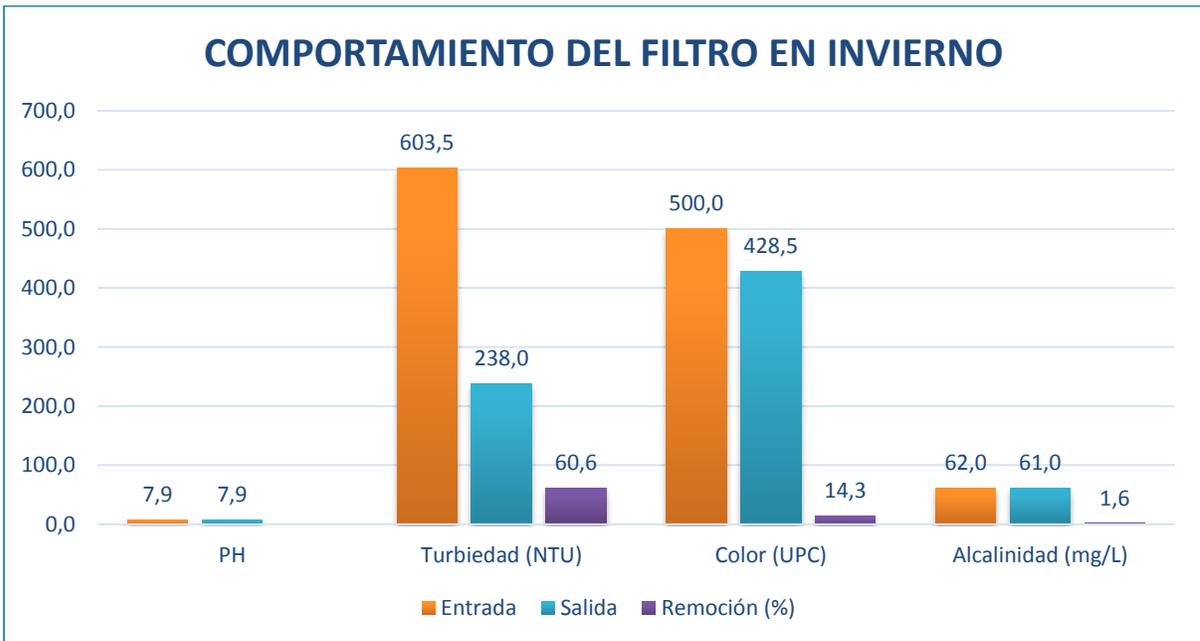
Proceso de filtración	Entrada	Salida	Remoción (%)
PH	7,9	7,9	-
Turbiedad	603,5	238,0	60,6
Color	500,0	428,5	14,3
Alcalinidad	62,0	61,0	1,6
Carbono Orgánico Total	4,55	4,55	0,0
Nitritos	0,048	0,048	0,0
Nitratos	0,9	0,9	0,0
Fluoruros	0,56	0,56	0,0
Calcio	62	95	0,0
Cloruros	90,6	90,6	0,0
Aluminio	0,06	0,06	0,0
Dureza Total	380	380	0,0
Hierro Total	0,28	0,28	0,0
Magnesio	32	32	0,0
Manganeso	0,08	0,08	0,0
Molibdeno	0,05	0,05	0,0
Sulfatos	165,6	165,6	0,0
Zinc	0,9	0,9	0,0
Fosfatos	0,3	0,3	0,0
Cloro residual libre	0	0	0,0
Coliformes Totales	28000	28000	0,0
Conductividad eléctrica	829	829	0,0
Ecoli	42	42	0,0

Fuente: Realización propia.

Grafica 1. Comportamiento del filtro en verano



Grafica 2. Comportamiento del filtro en invierno.



De acuerdo con la gráfica 1, el filtro casero solo pudo obtener una eficiencia de remoción de turbiedad del 33.1%, y de color y alcalinidad 0 % para cada uno. En el caso de la turbiedad, se evidencia que hay remoción, aunque poca, ya que el porcentaje obtenido es bajo. Esto puede deberse a que el diámetro de partícula del 68.9% de los sólidos contenidos en el agua cruda de la quebrada La Manguala es inferior a la porosidad de la configuración del filtro en verano. Por lo cual, hay que buscar alternativas de configuración y/u otro tipo de material del lecho filtrante para poder aumentar el porcentaje de remoción de este parámetro. En cuanto a los porcentajes de remoción de color y alcalinidad, se puede decir que la nula remoción de estos parámetros puede deberse a que los parámetros de funcionamiento establecidos para la operación del filtro no son los adecuados para tratar este tipo de contaminantes, y además no se encuentran asociados al material suspendidos del agua de la Manguala, los cuales atraviesan el filtro sin ningún inconveniente.

En relación con la gráfica 2, se puede ver que en invierno hubo una remoción del 60.6%, 14.3% y 0% para los parámetros de turbiedad, color y alcalinidad respectivamente. Para el parámetro de turbiedad, hubo una remoción considerable, y pudo deberse al alto contenido de material suspendido presente en el agua cruda, lo que se infiere que el 66.1% de los sólidos suspendidos del agua en invierno contiene un tamaño de partícula igual o mayor al diámetro de los poros que posee el lecho filtrante del filtro casero. En cuanto al color, se puede decir que el 14% de remoción puede estar relacionado con el aumento del material suspendido, el cual pudo ser separado por las características físicas de las partículas las cuales no pudieron atravesar el filtro del lecho filtrante. Con respecto a la alcalinidad, se puede observar que no hubo remoción alguna de este parámetro, lo cual nos dice que no puede ser removido por el filtro casero.

Comparando los resultados mostrados en las gráficas 1 y 2, podemos ver la gran diferencia en la eficiencia de remoción del filtro casero con respecto a los parámetros de turbiedad y color. Podemos observar que hay una gran influencia en la característica del agua cruda de la quebrada la Manguala en la eficiencia de remoción del filtro casero. Esta se encuentra marcada por el factor del tiempo estacional invierno y verano. Vemos que, en invierno, la turbiedad aumenta considerablemente y pasa de ser en verano de 5.7 UNT a 603.5 UNT en invierno, ya que, con un tiempo de operación de 6 horas continua y realizando un retrolavado cada ciclo de trabajo, a medida que los sólidos son retenidos en las capas del lecho filtrante, la caída de presión o resistencia al

flujo es cada vez mayor y el volumen de agua disminuye y/o la calidad del efluente es reducida, presentándose en el líquido un mayor grado de turbidez, ya que la cantidad de sólidos que se encuentran en el filtro es muy grande y la superficie disponible para retención de sólidos suspendidos está agotada. Cuando esto ocurre se dice que se ha cumplido el ciclo de filtración, esto refiere que la eficiencia del filtro aumente de un 33.1% a un 60.6% aproximadamente. Se infiere entonces que, en cuanto a la turbiedad, la composición del tamaño de partícula del agua cruda de la quebrada la manguala, es diferente en verano a comparación con el invierno. Por otro lado, en cuanto al color, hubo un aumento de remoción de este parámetro, ya que en verano no se presentó remoción, sin embargo, en invierno se obtuvo un aumento de remoción del 14.3% al igual que hubo un aumento de remoción de turbiedad anteriormente expuesto. Esto indica que puede haber una relación en el aumento del material suspendido con el aumento del color, y que parte del color del agua cruda puede estar asociada al material suspendido encontrado en el agua cruda de invierno.

Con respecto a los siguientes parámetros medidos en las muestras tomadas, como son el Carbono Orgánico Total, Nitritos, Nitratos, Fluoruros, Calcio, Cloruros, Aluminio, Dureza Total, Hierro Total, Magnesio, Manganeso, Molibdeno, Sulfatos, Zinc, Fosfatos, Cloro residual libre, Coliformes Totales, Conductividad eléctrica y el E coli, no hubo ningún tipo de remoción ya que el filtro propuesto solo es un pretratamiento del agua cruda que mejora la turbiedad, apariencia del agua, genera la detención de algas y sólidos, es decir, que el agua debe recibir otro tipo de tratamiento antes de ser consumida.

7.4. Apropiación social del conocimiento con respecto a la operación y mantenimiento del filtro casero de purificación de agua.

7.4.1. Manual práctico del mantenimiento del Filtro de agua casero.

El siguiente manual se propone para realizar el mantenimiento del filtro casero elaborado, se socializó y entregó a los miembros de la comunidad encargados para dicho mantenimiento.

➤ **Tiempo de limpieza de los componentes del filtro.**

- El tiempo máximo en que se deberá realizar el mantenimiento del filtro de agua casero, deberá ser de 6 meses.

➤ **Desarmado del filtro**

- Se procederá a retirar el filtro del lugar donde se había ubicado y se desarmará para lavar cada una de las capas que lo conforman.

➤ **Lavado de los componentes**

- Se recomienda realizar un lavado con abundante agua y jabón anti bacterial de cada uno de los componentes del filtro.
- Se deberá lavar las capas de piedra y arena para que no queden impurezas en su interior.

➤ **Armado del filtro**

- Se procede a armar de nuevo el filtro con los insumos lavados. Se ubica el filtro en el lugar designado para su correcto funcionamiento, así como los contenedores del agua que se filtre.

➤ **Pruebas de laboratorio**

- Se deberán realizar las pruebas de laboratorio que incluyan análisis fisicoquímicos y microbiológicos y así comprobar la pureza del agua.
- Si las pruebas de laboratorio están de acuerdo a los resultados esperados, se procede a la utilización del filtro como se había hecho anteriormente, de lo contrario, se deberán reemplazar cada una de las capas del filtro para lograr obtener mejores resultados del agua tratado.

7.4.2. Presupuesto para generar la apropiación del conocimiento a la comunidad

El siguiente es el presupuesto junto con las actividades, el tiempo aproximado, el personal encargado, de la socialización o apropiación para la capacitación a la comunidad de la vereda La

Florida en el corregimiento de san Antonio de Prado, con respecto a la operación y mantenimiento del filtro casero de purificación del agua.

Tabla 12. Presupuesto para generar la apropiación del conocimiento a la comunidad

Actividad	Tiempo aproximado	Encargado	Presupuesto en pesos
Capacitación del personal para el mantenimiento del filtro de agua casero	1 día	Tecnólogos en saneamiento ambiental	200.000
Desarmado del filtro	2 horas	Personal capacitado	180.000
Lavado de los componentes	2 horas	Personal capacitado	
Armado del filtro	2 horas	Personal capacitado	
Pruebas de laboratorio	1 día	Tecnólogos en saneamiento ambiental	200.000
Total	\$ 580.000		

Fuente: Realización propia.

De esta forma se espera que la comunidad sea la encargada por medio del conocimiento, del proceso de mantenimiento cada 6 meses del filtro casero de purificación de agua.

Durante todo el proceso se llevaron a cabo varias reuniones con la comunidad cercana la afluyente de la Manguala. Entre las que podemos mencionar las realizadas en el acueducto verdal, en el Vergel, La florida, la ejecutada con el líder de la verada y parte de la comunidad, como evidencia se dejó registro fotográfico en el sitio de la boca toma y se realizó recorridos desde el nacimiento del afluyente con el funcionario de la organización EPM Santiago Gómez Bustamante, lo que permitió tener un mejor énfasis en su operación, funcionamiento y beneficios del filtro.

Figura 5. Folleto del Manual de mantenimiento del filtro de agua casero. Lado 1.

<p>MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO DEL FILTRO CASERO DE PURIFICACIÓN DE AGUA</p>  <p>El objetivo del presente manual, es que el agua tratada con el filtro mantenga las propiedades físico-químicas necesarias para que sea apta para el consumo humano</p> <hr/> <p><i>Alexander Escobar Restrepo Euclides Santos Perea</i></p>	<p>TIEMPO DE LIMPIEZA DE LOS COMPONENTES DEL FILTRO</p>  <p>El tiempo máximo en que se deberá realizar el mantenimiento del filtro de agua casero, deberá ser cada 6 meses</p> <hr/>	<p>Paso 1: DESARMAR EL FILTRO</p>  <p>Se procederá a retirar el filtro del lugar donde se había ubicado y se desarmará de tal forma que se puedan lavar cada una de las capas que lo conforman.</p> <hr/>
---	---	---

Fuente: Realización propia.

Figura 6. Folleto del Manual de mantenimiento del filtro de agua casero. Lado 2.

<p style="text-align: center;">Paso 2: LAVAR LOS COMPONENTES</p>  <p>Se recomienda realizar un lavado con abundante agua y jabón antibacterial de cada uno de los componentes del filtro.</p> <p>Se deberá lavar las capas de piedra y arena para que no queden impurezas en su interior.</p>	<p style="text-align: center;">Paso 3: ARMAR EL FILTRO</p>  <p>Se procede a armar de nuevo el filtro con los materiales lavados. Se ubica el filtro en el lugar que se designó para su correcto funcionamiento, así como los contenedores del agua que se filtre.</p>	<p style="text-align: center;">Paso 4: PRUEBAS DE LABORATORIO</p>  <p>Se deberán realizar las pruebas de laboratorio necesarias para comprobar que el agua es apta para el consumo humano.</p> <p>Si las pruebas de laboratorio están de acuerdo a los resultados esperados, se procede a la utilización del filtro como se había hecho anteriormente, de lo contrario, se deberán reemplazar cada una de las capas del filtro para lograr obtener mejores resultados del agua tratada.</p>
---	--	---

Fuente: Realización propia.

8. Conclusiones

Como conclusiones del presente trabajo, se tiene que el agua que es consumida por los habitantes de la Vereda La Florida no es apta para el consumo humano, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las muestras tomadas directamente en la quebrada La Manguala que es la fuente de abastecimiento de agua de dicha comunidad, debido a que los resultados no cumplen con los rangos permisibles estipulados en la resolución 2115/2007.

Los resultados de los análisis realizados muestran que el agua que sale del filtro no es potable, por lo cual, el filtro casero propuesto para la comunidad de la Vereda La Florida se podría utilizar como proceso físico, integrado con otros métodos, considerado como una etapa primaria, seguido de otras etapas como la floculación, coagulación y desinfección, para de esta forma poder obtener agua apta para el consumo humano.

Con respecto al muestreo realizado para la comprobación de la eficacia y eficiencia, se concluyó que es necesario la realización de otra medición en el campo, teniendo en cuenta que si esta no es realizada se podría llegar a una interpretación irreal de los resultados. Concluyentemente es importante que las tareas de muestreo inicien con una muy buena preparación, garantizando de esta manera que las condiciones en el campo y la calidad de las muestras sean las más adecuadas.

Es necesario que para la realización del muestreo se cuente con instrumentos especializados, la experiencia y el conocimiento necesario (fundamentos de los métodos, funcionamiento de los equipos, interferencias y errores de las técnicas) certificando de esta manera que la toma de muestras y las mediciones sean de la calidad que se requiere.

El filtro casero es apropiado para el tratamiento primario del agua cruda de la quebrada la Manguala, teniendo en cuenta que este método garantiza mejores condiciones del agua cruda como:

mejor turbiedad, apariencia del agua, detención de algas y sólidos. Demostrados en las pruebas de laboratorio como la eficiencia de los resultados obtenidos. produciendo un agua con mejores características fisicoquímicas para el posterior uso de los habitantes del corregimiento de San Antonio de Prado, específicamente en la Vereda La Florida sobre todo en invierno, ya que se alcanzó un porcentaje de remoción de material suspendido medidos como turbiedad del 60.6%. Además, con este filtro se puede remover color con altas cargas de material suspendido, ya que alcanzó una remoción de color del 14.4% en invierno, mostrando una mejora con respecto al valor del agua cruda.

9. Recomendaciones

De acuerdo a lo hallado en el presente trabajo se recomienda lo siguiente:

En cuanto a la toma de muestras, se recomienda seguir las siguientes indicaciones técnicas, con el propósito de obtener mejores resultados:

- Para la recolección de muestras de agua superficial con propósitos de análisis de la calidad ambiental, se recomienda realizar procedimientos de control de calidad.
- Realizar un monitoreo de efectividad de la metodología de muestreo.
- Contar con un medio de detección del error de muestreo y por consiguiente un medio para rechazar datos inválidos o errados como resultado del proceso de muestreo.
- Realizar una medición y control de las fuentes de error generadas durante el muestreo, esto ayuda a tener precisión en los datos obtenidos.

Se recomienda trabajar el filtro casero con altas cargas de material suspendido, sobre todo en invierno, ya que es en este tiempo climatológico en el cual en el agua de la fuente hídrica se aumenta la turbiedad, favoreciendo la eficiencia de remoción del filtro casero. Es importante mencionar que para lograr un aumento de la eficiencia y eficacia de este método implementado en la remoción de contaminantes físico químicos y microbiológicos, se puede complementar el proceso efectuando técnicas de floculación y coagulación, manejando polímeros de origen vegetal como almidones, celulosas y proteínas, entre las que se pueden mencionar como son los almidones del maíz, el trigo, la papa, la yuca, las cuales son de fácil consecución en esta región, y después de implementar este procesos se puede terminar con la desinfección del agua a través del uso de límpido o blanqueador utilizado en las viviendas para el lavado de la ropa, con una dosificación básica o sencilla de 10cm³ por cada 500 litros de agua a tratar.

10. Referencias

- Aguas, I. d. (s.f.). <http://www.oocities.org/edrochac/sanitaria/parametros1.pdf>. Obtenido de <http://www.oocities.org/edrochac/sanitaria/parametros1.pdf>
- Alcaldía de Medellín. (29 de Febrero de 2012). *Anteproyecto plan de desarrollo de Medellín 2012-2015*. Recuperado el 2019, de https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpcontent/Sites/Subportal%20de%20Ciudadano/Plan%20de%20Desarrollo/Secciones/Publicaciones/Documentos/2012-02-29_AnteproyectoPDM_Version_CTP_CompletoImpresi2on.pdf
- Andrea, P., Díaz, J., Karen, S., & Rojas, L. (2016). *Evaluación del tratamiento de agua para consumo humano mediante filtros Lifestraw*. *Revista salud pública, Volumen 18, Número 2*, p. 275-289. Recuperado el 2019, de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/48712/62599>
- Barreto, J., & Lozano, G. (2015). *Potabilización del agua: Principios de diseño, control de procesos y laboratorio*. Bogotá: Editorial Universidad Piloto de Colombia.
- Bollaín, M. (2019). *Ingeniería de instrumentación de plantas de proceso*. Madrid: Diaz de Santos.
- Carrasco, W. (2016). *Estado del arte del agua y saneamiento rural en Colombia*. *Revista de Ingeniería. N. 44. pp. 46-53*. Recuperado el 2019, de <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/download/923/1101>
- CONPES. (2014). *CONPES DNP Nacional 3803 de 2014*. Recuperado el 2019, de <https://camacol.co/juridico/conpes-dnp-nacional-3803-de-2014>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2008). *Lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química 3550*. Recuperado el 2019, de <http://www.minvivienda.gov.co/conpesagua/3550%20-%202008.pdf>
- Delgado, R. (19 de Diciembre de 2013). *SlideShare*. Obtenido de SlideShare: https://es.slideshare.net/Raquel_Delgado/importancia-de-las-tics-en-la-educacin-29358504
- Diseprosa. (2019). *Plantas de tratamientos de aguas*. Recuperado el 2019, de https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/87264/Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas.pdf

- Ecocosas. (01 de 03 de 2017). *Cómo hacer un filtro purificador de agua casero*. Recuperado el 2019, de <https://ecocosas.com/construccion/filtro-purificador-agua-casero/>
- Elmo. (5 de Diciembre de 2016). *Elmo*. Obtenido de Elmo: <http://www.elmoglobal.com/es/html/ict/01.aspx>
- Gallo, A. (2019). *Tratamientos del Agua*. Recuperado el 2019, de <https://es.calameo.com/books/001090236650c54bc6225>
- González, F. (2008). *El canon de saneamiento en la acuicultura continental española*. La Coruña: Netbiblo.
- Ibarra, N. (2016). *Análisis de filtros caseros como técnica de potabilización del agua en el sector rural colombiano*. Recuperado el 2019, de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/6228/1/27722899.pdf>
- INCA. (2016). *Informe Nacional de Calidad del agua para consumo humano..* Recuperado el 2019, de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/ssa-inca-2016.pdf>
- ICONTEC. (2004). *NTC-ISO 56675. Calidad del agua. Muestreo. Directrices para el diseño de programas de muestreo*. Recuperado el 2019, de <http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000140-e3b67e5121/NTC-ISO%205667-03-2004.%20Directrices%20para%20la%20preservacion%20y%20manejo%20de%20muestras.pdf>
- MinEducación. (Abril - Mayo de 2004). Una Llave maestra las TIC en el Aula. *Al Tablero*, pág. 2.
- Ministerio de Salud y Protección Social . (2007). *Informe Nacional Calidad de Agua para Consumo Humano Julio 2007*. Recuperado el 2019, de <http://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/Informe%20Nacional%20Calidad%20de%20Agua%20Julio%202007%20a%20Diciembre%202011.pdf>
- Mwabi, J., & Adeyemo, F. (2011). Sistemas domésticos de tratamiento de agua: una solución para la producción de agua potable segura por las comunidades de bajos ingresos del sur de África. *Física y Química de la Tierra*, 36, 1120-1128.
- OMS. (2012). *Avances en agua potable y saneamiento*. Recuperado el 2019, de http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789280646320_eng.pdf?ua=1

- OMS. (2019). *Agua potable salubre y saneamiento básico en pro de la salud*. Recuperado el 2019, de https://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/
- OMS-UNICEF. (2016). *Programa Conjunto de Monitoreo*. Recuperado el 2019, de <http://www.wssinfo.org/data-esti-mates/tables/>
- OPS. (2011). *Agua y Saneamiento: evidencias para políticas públicas con enfoque en derechos humanos y resultados en salud pública*. Recuperado el 2019, de http://www.paho.org/tierra/images/pdf/agua_y_saneamiento_web.pdf
- Parisse, G. (2018). *El acuario tropical de agua marina*. USA: De Vecchi S.A.
- Prüss, A., Boss, R., Gore, F., & Bartram, J. (2008). *Agua más segura, mejor salud. Costos, beneficios y sostenibilidad de las intervenciones para proteger y promover la salud*. Geneva: Water Health Organization. Recuperado el 2019, de http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241596435_eng.pdf
- Rodríguez, F. (2003). *Procesos de potabilización del agua e influencia del tratamiento de ozonización*. Madrid: Diaz de Santos.
- Sanantoniodeprado. (2019). *Corregimiento de San Antonio de Prado*. Recuperado el 2019, de <http://sanantoniodeprado.co/corregimiento-de-san-antonio-de-prado/>
- UNAD. (27 de 05 de 2016). *Evaluación Nacional*. Recuperado el 2019, de <https://www.powtoon.com/online-presentation/dIff0WQaLGj/evaluacion-nacional/?mode=Movie&locale=en>
- UNAD, U. N. (s.f.). *leccin_16__mtodos_de_muestreo_conservacin_y_transporte_de_las_muestras_segn_tipo_de_agua.html*. Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358004/358004/leccin_16__mtodos_de_muestreo_conservacin_y_transporte_de_las_muestras_segn_tipo_de_agua.html
- Vargas, L. (2019). *Procesos unitarios y plantas de tratamiento*. Recuperado el 2018, de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/tres.pdf>
- Vicenta, M., & Álvarez, A. (2018). *Bases de la Ingeniería Ambiental*. Madrid: UNED.

Anexos

Anexo A. Registro Fotográfico de la construcción del filtro

Fotografía 9. Construcción del filtro.



Fotografía 10. Construcción del filtro.



Anexo B. Realización de pruebas de laboratorio

Fotografía 11. Pruebas de laboratorio



Fotografía 12. Pruebas de laboratorio



Fotografía 13. Pruebas de laboratorio



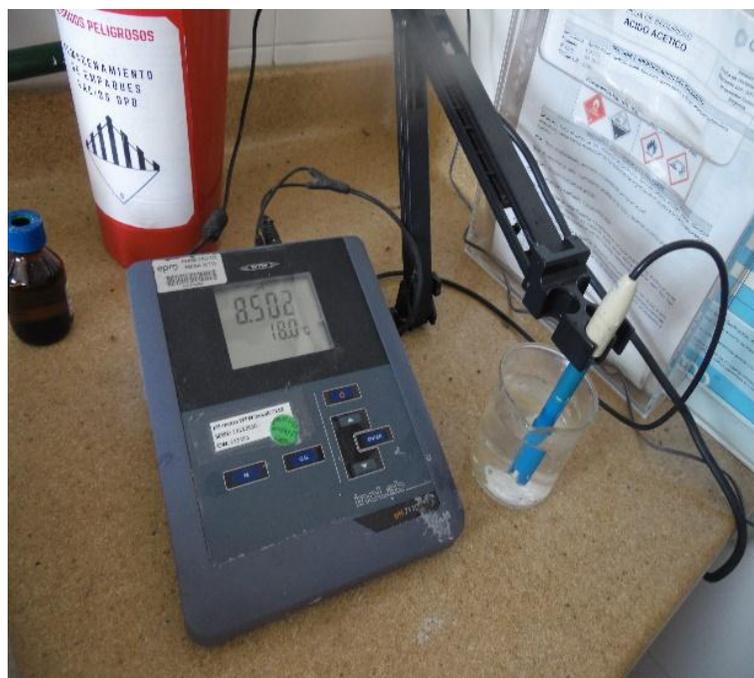
Fotografía 14. Pruebas de laboratorio



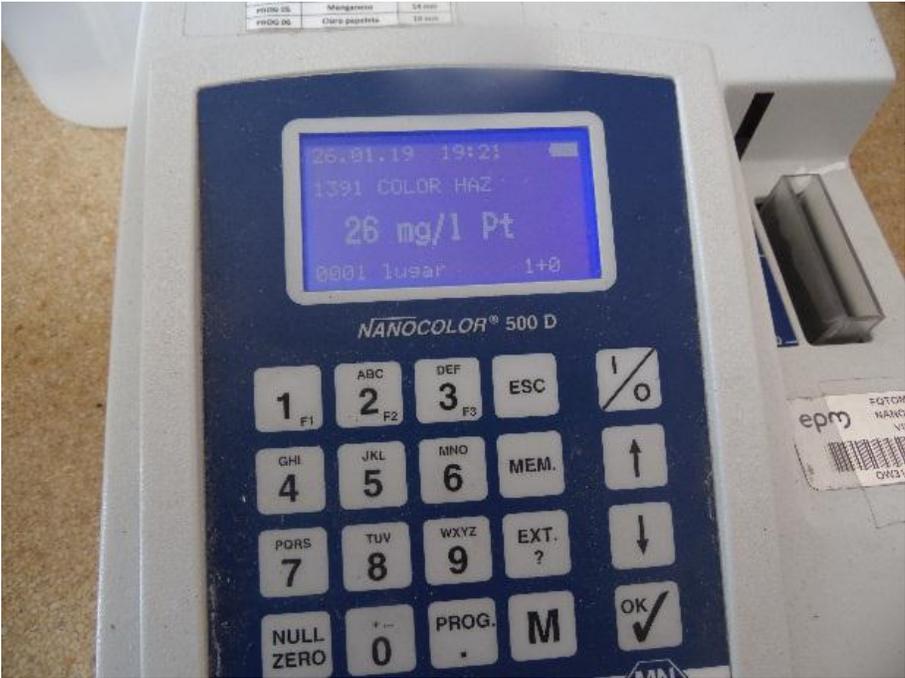
Fotografía 15. Pruebas de laboratorio



Fotografía 16. Pruebas de laboratorio



Fotografía 17. Pruebas de laboratorio



Fotografía 18. Pruebas de laboratorio



Fotografía 19. Pruebas de laboratorio



Fotografía 20. Pruebas de laboratorio



Fotografía 21. Pruebas de laboratorio



Fotografía 22. Pruebas de laboratorio



Anexo C. Registro de la visita de profesor al afluente y al filtro en construcción

Fotografía 23. Visita profesor al afluente y revisión del filtro.







Anexo D. Instalación del filtro





Anexo 5. Presentación del filtro en La UNAD

